ISSN 1728-7901

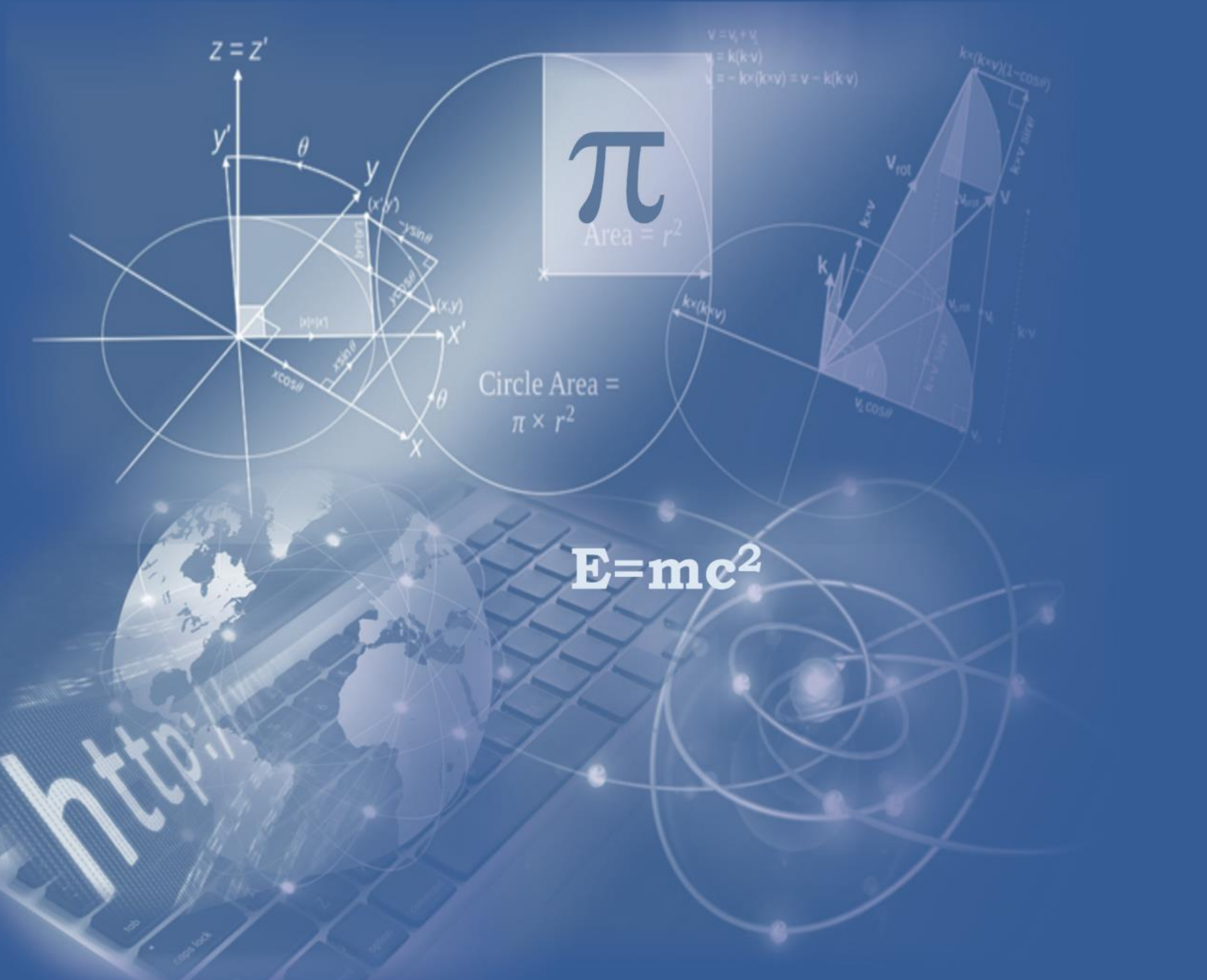
Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ХАБАРШЫ
ВЕСТНИК
BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»



№3(59)

2017

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Abai Kazakh National Pedagogical University

ХАБАРШЫ
ВЕСТНИК
BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
№3(59)

Алматы, 2017

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ

“Физика-математика ғылымдары” сериясы № 3 (59)

Қазақстан Республикасының
Ақпарат
министрлігінде тіркелген
№ 4824 – Ж - 15.03.2004
(Журнал бір жылда 4 рет шығады)
2000 жылдан бастап шығады

Басуға 25.09.2017 ж. қол қойылды
Пішімі 60х84 $^1/_8$.
Көлемі 43,12 е.б.т.
Таралымы 300 дана.
Тапсырыс131.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы,13

Абай атындағы ҚазҰПУ-ің
“Ұлағат” баспасы

Мазмұны
Содержание

МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

ВЕСТНИК

серия “Физико-математические науки”
№ 3 (59)

Зарегистрирован в Министерстве информации
Республики Казахстан,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(периодичность – 4 номера в год)

Выходит с 2000 года

Подписано в печать 25.09.2017 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$.
Об. 43,12 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 131.

050010, г. Алматы, пр. Достық, 13,
Издательство «Ұлағат»
КазНПУ им. Абая

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ
ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Abai Kazakh National
Pedagogical University

BULLETIN
Ser. Physical & Mathematical
Sciences

№ 3 (59)

Registered in the Ministry
of Information of the Republic
of Kazakhstan,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(Periodicity: 4 issues per year)
Published since 2000

Signed to print 25.09.2017 г.
Format 60x84 $^1/_8$. Vol. 43,12 p.
Printing 300 copies. Order 131

Publishing and Editorial:
050010, 13 Dostyk av.,
Almaty, Kazakhstan

Publisher "Ulagat"
Abai Kazakh national pedagogical
university

МАТЕМАТИКА, МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МАТЕМАТИКА,
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

УДК 517.958:536.2
ГРНТИ 27.35.45

Ж.А.Абдираманов[1], *К.К.Коксалов*[2]

[1] *магистрант, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г.Алматы, Казахстан,*
[2]*д.ф-м.н, профессор, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г.Алматы, Казахстан*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФУРЬЕ К РЕШЕНИЮ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Аннотация

За последние десятилетия сфера интенсивного исследования и применения явлений теплообмена чрезвычайно расширилась. Она включает как ведущие направления техники (химическая технология, металлургия, строительное дело, нефтеразработка, машиностроение, агротехника и т.д.), так и основные естественные науки (биология, геология, физика атмосферы и океана и другие). Теоретическое исследование процессов теплообмена в настоящее время в значительной степени базируется на их численном моделировании с использованием ИКТ. Это стало возможным благодаря значительному прогрессу в развитии вычислительных методов решения задач для уравнений в частных производных и увеличению мощности современных вычислительных машин.

В данной статье рассмотрено решение неоднородного уравнения теплопроводности при заданных граничных и начальных условиях методом Фурье. Исследовано распространение тепла в стержне, в котором происходит свободный теплообмен с окружающей средой.

Ключевые слова: уравнение теплопроводности, метод Фурье, распространения тепла, параболическая уравнения.

Аңдатпа

Ж.А.Абдираманов[1], *К.К.Коксалов*[2]
[1] *магистрант, Абай атындағы ҚазҰПУ, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*ф-м.ғ.д., Абай атындағы ҚазҰПУ профессоры, Алматы қ., Қазақстан*

БІРТЕКТІ ЕМЕС ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕПТЕРІН ШЕШУДЕ ФУРЬЕ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ

Соңғы он жылдық ішінде, жылу алмасу құбылыстарын ғылыми зерттеу және оларды қолданыста пайдалану аясы қарқынды кеңейді. Ол технологияның жетекші бағыттарын (химиялық технология, металлургия, құрылыс саласы, мұнай өндіру, машина жасау, ауыл шаруашылығы технологиясы және т.б.), және негізгі жаратылыстану ғылымдарын (биология, геология, атмосфералық және мұхит физикасын) қамтиды. Қазіргі уақытта жылу алмасу процестерін теориялық зерттеу, олардың АКТ көмегімен есептелген сандық моделіне негізделген. Бұл елеулі прогресс, қазіргі заманғы есептеуіш машиналардың қуатының артуымен және де дербес туынды дифференциалдық теңдеулерді шешуде сандық-есептеу әдістерінің дамуымен тығыз байланысты мүмкін болды.

Бұл жұмыста біртекті емес жылуөткізгіштік теңдеулерді, көрсетілген бастапқы және шекаралық шарттарымен шешуде Фурье тәсілін қолдану қарастырылған. Қоршаған ортамен еркін жылу айырбастау жағдайындағы өзектегі жылу таралуын зерттелген.

Түйін сөздер: жылуөткізгіштік теңдеуі, Фурье әдісі, жылу алмасу, параболалық теңдеулер.

Abstract

APPLICATION OF THE FOURIER METHOD TO THE SOLUTION OF BOUNDARY PROBLEMS FOR THE INHOMOGENEOUS HEAT EQUATION

Zh.Abdiramanov[1], *K.K.Koksalov*[2]
[1] *Student of Master Programme, Abai KazNPU , Almaty, Kazakhstan,*
[2]*Dr.Sci. (Math-Phys), Professor of the Abai KazNPU , Almaty, Kazakhstan*

Over the past decade, the scope of the intensive research, It includes both the leading directions in technology (chemical technology, metallurgy, construction, oil production, engineering, agricultural technology, etc.), and the basic natural sciences (biology, geology, atmospheric and ocean physics and others). Now theoretical research of heat exchange processes based on ICT. This became possible due to significant progress in the development of computational methods for solving problems for partial differential equations and increasing the power of modern computers.

The solution of the inhomogeneous heat equation for given boundary and initial conditions by the Fourier method we consider in this paper. The propagation of heat in a rod in which free heat exchange with the surrounding medium takes place is investigated.

Key words: heat equations, Fourier method, heat spreading, parabolic equation.

1. Распространение тепла в стержне, на концах которого происходит свободный теплообмен с окружающей средой. Задача состоит в отыскании решения уравнения:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (1)$$

при граничных условиях

$$\frac{\partial u}{\partial x} - hu\Big|_{x=0} = 0,$$
$$\frac{\partial u}{\partial x} + hu\Big|_{x=l} = 0 \qquad (2)$$

и при начальном условии

$$u\,|_{t=0} = \varphi(x) = l^2 - 4\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 \qquad (3)$$

Согласно методу Фурье, будем искать частные решения уравнения (1) в виде

$$u(x,t) = X(x)T(t) \qquad (4)$$

Тогда получим уравнения

$$T'(t) + a^2\lambda^2 T(t) = 0, \qquad (5)$$

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0 \qquad (6)$$

Чтобы получить частное решение (4), отличное от тождественного нуля, удовлетворяющее граничным условиям (2), очевидно, нужно потребовать выполнения условий

$$X'(0) - hX(0) = 0,$$
$$X'(l) + hX(l) = 0 \qquad (7)$$

Таким образом, мы приходим к задаче о собственных значениях для уравнения (6) при граничных условиях (7). Интегрируя уравнение (6), получим

$$X(x) = C_1 \cos\lambda x + C_2 \sin\lambda x. \qquad (8)$$

Из граничных условий (7) находим

$$hC_1 - \lambda C_2 = 0$$
$$(h\cos\lambda l - \lambda\sin\lambda l)C_1 + (h\sin\lambda l + \lambda\cos\lambda l)C_2 = 0 \qquad (9)$$

Эта система двух однородных уравнений имеет очевидное решение $C_1 = C_2 = 0,$ и мы получаем решение $X(x) \equiv 0$. Отбрасывая этот случай, мы должны считать, что по крайней мере одна из постоянных C_1, C_2 отлична от нуля. Тогда определитель системы (9) должен равняться нулю

$$\begin{vmatrix} h & -\lambda \\ h\cos\lambda l - \lambda\sin\lambda l & h\sin\lambda l + \lambda\cos\lambda l \end{vmatrix} = 0$$

который, после замены

$$\mu = \lambda l,$$

$$p = hl > 0, \qquad (10)$$

приводится к виду

$$2ctg\,\mu = \frac{\mu}{p} - \frac{p}{\mu} \qquad (11)$$

Это уравнение имеет бесчисленное множество вещественных корней, в чем нетрудно убедиться, построив графики кривых (рис. 1)

$$y = 2ctg\,\mu,$$

$$y = \frac{\mu}{p} - \frac{p}{\mu}.$$

Из чертежа видно, что в каждом из интервалов (0, π), (π, 2π), ... лежит положительный корень уравнения (11), а отрицательные корни по абсолютной величине равны положительным.

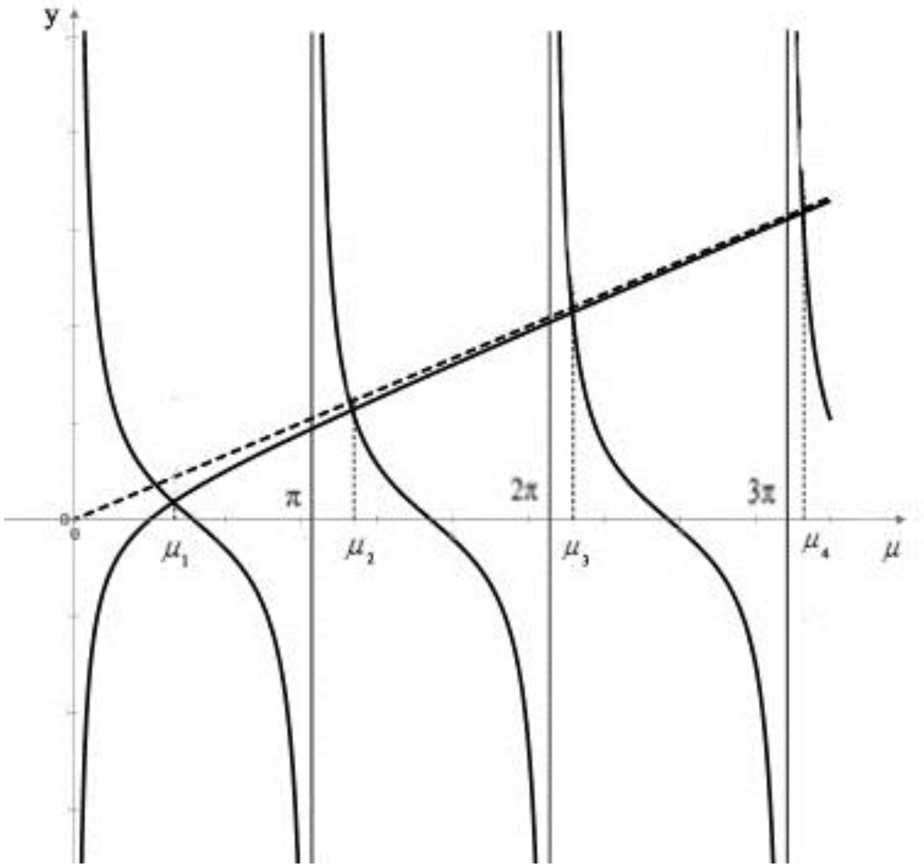


Рисунок 1

Обозначим через μ_1, μ_2, μ_3,... положительные корни уравнения (11). Тогда, согласно (10), собственные значения будут

$$\lambda_n^2 = \left(\frac{\mu_n}{l}\right)^2$$

(n=1, 2, 3, ...). (12)

Каждому собственному значению соответствует собственная функция

$$X_n(x)=\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n}{l}x \tag{13}$$

При λ=λ$_n$ общее решение уравнения (5) имеет вид

$$T_n(t)=a_n e^{-\left(\frac{\mu_n a}{l}\right)^2 t} \tag{14}$$

где a$_n$ – произвольные постоянные.

Таким образом, нами найдены частные решения уравнения (1)

$$u_n(x,t)=X_n(x)T_n(t)=a_n e^{-\left(\frac{\mu_n a}{l}\right)^2 t}\left(\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n}{l}x\right),$$

удовлетворяющие граничным условиям (2) при любых a$_n$.

Составим ряд

$$u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}a_n e^{-\left(\frac{\mu_n a}{l}\right)^2 t}\left(\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n}{l}x\right). \tag{15}$$

Удовлетворяя начальному условию (3), получим

$$\varphi(x)=\sum_{n=1}^{\infty}a_n\left(\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n}{l}x\right)=\sum_{n=1}^{\infty}a_n X_n(x). \tag{16}$$

На основании теории задач о собственных значениях, собственные функции $X_n(x)$ ортогональны, т.е.

$$\int_0^l X_n(x)X_m(x)dx=0$$

$$(n\neq m) \tag{17}$$

Вычисляя квадрат нормы собственных функции (13), получим

$$\int_0^l X_n^2(x)dx=\int_0^l\left(\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n}{l}x\right)^2 dx=\frac{l}{2}\frac{p(p+2)+\mu_n^2}{\mu_n^2} \tag{18}$$

Предпологая, что ряд (16) сходится равномерно, и принимая во внимание (17) и (18), мы найдем коэффиценты a$_n$ по следующей формуле

$$a_n=\frac{2}{l}\frac{\mu_n^2}{p(p+2)+\mu_n^2}\int_0^l\varphi(x)\left(\cos\frac{\mu_n x}{l}+\frac{p}{\mu_n}\sin\frac{\mu_n x}{l}\right)dx$$

Внося это выражение коэффициентов a$_n$ в ряд (15), получим решение задачи (1)-(3):

$$u(x,t)=\frac{2}{l}\sum_{n=1}^{\infty}e^{-\left(\frac{\mu_n a}{l}\right)^2 t}\left(\frac{\mu_n\cos\frac{\mu_n x}{l}+p\sin\frac{\mu_n x}{l}}{p(p+2)+\mu_n^2}\right)\int_0^l\varphi(x)\left(\mu_n\cos\frac{\mu_n x}{l}+p\sin\frac{\mu_n x}{l}\right)dx \tag{19}$$

2. Рассмотрим неоднородное уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial t}=a^2\ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+f(x,t) \tag{20}$$

при граничных условиях

$$u\big|_{t=0}=0 \tag{21}$$

и при начальном условии

$$u(0,t)=0,\ u(l,t)=0. \tag{22}$$

Будем искать решение этой задачи в виде

$$u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}T_n(t)\sin\frac{n\pi x}{l}, \tag{23}$$

Так что граничные условия (3) удовлетворяются сами собою. Предположим, что функция $f(x,t)$, рассматриваемая как функция от x, может быть разложена в ряд Фурье:

$$f(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty} f_n(t)\sin\frac{n\pi x}{l}, \tag{24}$$

где

$$f_n(t)=\frac{2}{l}\int_0^l f(x,t)\sin\frac{n\pi x}{l}dx \tag{25}$$

Подставляя ряд (23) в уранение (20) и принимая во внимание (24), получим

$$\sum_{n=1}^{\infty}\left[T_n'(t)+\left(\frac{n\pi a}{l}\right)^2 T_n(t)-f_n(t)\right]\sin\frac{n\pi x}{l}=0$$

Откуда, заменяя $\frac{n\pi a}{l}$ величиной ω_n,

$$T_n'(t)+\omega_n^2 T_n(t)=f_n(t). \tag{26}$$

Пользуясь начальным условием для $u(x,t)$

$$u(x,0)=\sum_{n=1}^{\infty}T_n(0)\sin\frac{n\pi x}{l}=0.$$

получаем начальное условие для $T_n(t)$:

$$T_n(t)=0 \tag{27}$$

Решая обыкновенное дифференциальное уравнение (26) с нулевым начальным условием (27), находим

$$T_n(t)=\int_0^t e^{-\omega_n^2(t-\tau)}f_n(\tau)d\tau. \tag{28}$$

Подставив это в ряд (23), получим решение задачи (20)-(22) в виде:

$$u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_0^t e^{-\omega_n^2(t-\tau)}f_n(\tau)d\tau.\right]\sin\frac{n\pi x}{l} \tag{29}$$

Если начальное условие неоднородно, то к решению (29) нужно прибавить решение однородного уравнения теплопроводности с заданным начальным условием $u(x,0)=\varphi(x)$ и граничными условиями (22).

1. Рассмотрим теперь тот случай, когда начальное и граничные условия неоднородные, т.е. требуется найти решение уравнения

$$\frac{\partial u}{\partial x}=a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+f(x,t) \tag{30}$$

при начальном условии

$$u\big|_{t=0}=\varphi(x) \tag{31}$$

и при граничных условиях

$$u(0,t)=\psi_1(t),\ \ u(l,t)=\psi_2(t). \tag{32}$$

Эта задача легко сводится к однородному уравнению и неоднородному уравнению. Полагая:

$$u=v+\omega \tag{33}$$

где функция v удовлетворяет однородному уравнению

$$\frac{\partial v}{\partial t}=a^2\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}, \tag{34}$$

граничным условиям

$$v(0,t)=\psi_1(t),$$

$$v(l,t)=\psi_2(t) \tag{35}$$

и начальному условию

$$v\big|_{t=0} = \varphi(x) \tag{36}$$

а функция $\omega(x,t)$, удовлетворяет неоднородному уравнению

$$\frac{\partial\omega}{\partial t} = a^2\frac{\partial^2\omega}{\partial x^2} + f(x,t), \tag{37}$$

граничным условиям

$$\omega\big|_{x=0} = 0,$$

$$\omega\big|_{x=l} = 0 \tag{38}$$

и начальному условию

$$\omega\big|_{t=0} = 0. \tag{39}$$

Очевидно, что сумма (33) является решением задачи (30)-(32)

Заметим, что задача (30)-(32) также легко сводится к задаче, рассмотренной в первой части, если ввести новую неизвестную функцию $v(x,t)$, положив

$$u(x,t) = v(x,t) + U(x,t),$$

где

$$U(x,t) = \psi_1(t) + \left[\psi_2(t) - \psi_1(t)\right]\frac{x}{l}.$$

Рассмотрим пример (30) уравнения при начальном условии

$$u\big|_{t=0} = \varphi(x) \tag{40}$$

и при граничных условиях

$$u(0,t) = \psi(t),$$

$$u(l,t) = 0. \tag{41}$$

Основоваясь на (33) уравнение, где функция $v(x,t)$ удовлетворяет однородному уравнению

$$\frac{\partial v}{\partial t} = a^2\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}, \tag{42}$$

граничным условиям

$$v(0,t) = \psi(t),$$

$$v(l,t) = 0 \tag{43}$$

и начальному условию

$$v\big|_{t=0} = \varphi(x) \tag{44}$$

а функция $\omega(x,t)$, удовлетворяет неоднородному уравнению

$$\frac{\partial\omega}{\partial t} = a^2\frac{\partial^2\omega}{\partial x^2} + f(x,t), \tag{45}$$

граничным условиям

$$\omega\big|_{x=0} = 0,$$

$$\omega\big|_{x=l} = 0 \tag{46}$$

и начальному условию

$$\omega\big|_{t=0} = 0. \tag{47}$$

Решение задачи (42)-(44) является:

$$\begin{gathered} v(x,t) = \frac{\psi(x+l)}{l} + \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\psi}{n}e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2 t}\sin\frac{\pi nx}{l} + \\ \frac{2}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_0^l \varphi(x)\sin\frac{\pi nx}{l}dx\right]e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2 t}\sin\frac{\pi nx}{l} \end{gathered} \tag{48}$$

Решение задачи (45)-(47) является:

$$\omega(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_0^t e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2(t-\tau)} f_n(\tau)d\tau\right]\sin\frac{n\pi x}{l} \qquad (49)$$

Подставляя (48) и (49) на (33) получим решение нашей основной задачи (30) с условиями (40) и (41)

$$\begin{aligned} u(x,t)=&\frac{\psi(x+l)}{l}+\frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\psi}{n}e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2 t}\sin\frac{\pi nx}{l}+\\ &+\frac{2}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_0^l \varphi(x)\sin\frac{\pi nx}{l}dx\right]e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2 t}\sin\frac{\pi nx}{l}+ \qquad (50)\\ &+\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_0^t e^{-\left(\frac{\pi na}{l}\right)^2(t-\tau)} f_n(\tau)d\tau\right]\sin\frac{n\pi x}{l} \end{aligned}$$

Список использованной литературы:

1. *Кошляков Н.С. Основные дифференциальные уравнения математической физики. М., «ОНТИ» - 1936г. - С. 461-464*
2. *Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М., «Наука», - 1980г.- С. 680*

УДК 377.5.02:37.016
ГРНТИ 14.33.09

М.А. Абдуалиева[1], Е.Ж. Төребек[2]

[1,2] PhD докторант, М.Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент қ., Қазақстан

БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМІНІҢ ЭЛЕКТРОНДЫ ДИДАКТИКАЛЫҚ ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАРДЫ ҚОЛДАНУҒА ӘДІСНАМАЛЫҚ ДАЙЫНДЫҒЫНЫҢ РОЛІ

Аңдатпа

Жаңа ақпараттық технологиялардың дамуы, білім беру саласында жаңа әрі сапалы оқыту құралдары яғни электронды дидактикалық құрал жабдықтардың пайда болуына үлкен ықпал жасады. Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық – құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, таным процесіне адамның әр түрлі сезім мүшелерінің іске қосылуы және нақты заттар мен құбылыстарға бетпе-бет келгенде оны сезіну, көре білу және қабылдау арқылы артады. Болашақ педагог-мамандарды дайындаудың көп қырлы құрылымының ішінде оның электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдануға әдіснамалық дайындығы ерекше орын алады. Жалпы әдіснамалық білімдер құрамына қарай теориялық білімге сәйкес, яғни оның құрамына деректер, болжамдар идеялар, заңдар, ұстанымдар және кейбір басқа элементтер кіреді, сонымен қатар ғылыми ойлар, әдістер, теориялар әдіснамаға дәйектер болып қызмет етеді. Мақалада болашақ математика мұғалімінің электронды дидактикалық құрал-жабдықтар жүйесін қолдануға әдіснамалық білімдер жүйесінің мүмкіндіктері қарастырылған.

Түйін сөздер: Электронды дидактикалық құрал-жабдықтар, болашақ математика мұғалімі, ақпараттық технология, әдіснамалық білімдер

Аннотация

М.А. Абдуалиева[1], Е.Ж. Торебек[2]

РОЛЬ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

[1,2] PhD докторант, ЮКГУ имени М. Ауэзова,г. Шымкент, Казахстан

Появление новых информационных технологий, связанных с развитием компьютерных средств и сетей телекоммуникаций, дало возможность создать качественно новую информационно-образовательную среду как основу для развития и совершенствования системы образования. Целью инновационной деятельности является качественное изменение личности учащегося по сравнению с традиционной системой. В обучении будущих учителей математики с использованием электронного оборудования, методологическая подготовка занимает особое место. Методологические знания - это совокупность знаний из методологии науки, которая необходима для сознательного системного усвоения основ наук и формирования мировоззрения. В статье рассмотрены особенности методологических знаний будущих учителей по применении дидактических электронных средств.

Ключевые слова: дидактические электронные средства, будущий учитель математики, информационная технология, электронное обучение, методологические знания.

Abstract

THE ROLE OF METHODOLOGICAL TRAINING FOR FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS IN THE USE OF ELECTRONIC DIDACTIC MEANS OF TRAINING

Abdualiyeva M.A.[1], *Torebek Y.Zh.*[2]
[1,2] *Doctoral students, SKSU named M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan*

The emergence of new information technologies associated with the development of computer equipment and telecommunications networks, has made it possible to create a qualitatively new information and educational environment as the basis for development and improvement of the education system. The goal of innovation is a qualitative change in the person of the pupil in comparison with the traditional system. In the training of future mathematics teachers using electronic equipment, methodological training occupies a special place. Methodological knowledge is a body of knowledge from the methodology of science, which is necessary for conscious systemic mastering of the foundations of science and the formation of a worldview. The article describes the features of the use of electronic means of teaching

Key words: didactic electronic means, future teacher of mathematics, information technology, methodological knewledge

XXI ғасыр-техниканың дамыған ғасыры. Елбасымыз Қазақстан Республикасын 2020 жылға дейін дамытудың стратегиялық жоспарында барлық білім беру жүйесін одан әрі ақпараттандыру мен электрондық оқытуды жаппай енгізу бағдарында білім беруді түбегейлі жаңартудың басым бағыты болып электрондық оқыту деп атап айтқаны белгілі. Қазіргі даму кезеңінде білім беру жүйесінің алдында оқыту үрдісін барынша технологияландыру мәселесі басты орынға қойылып отыр. Қазақстан Республикасы «Білім туралы» Заңының 8-бабында «Білім беру жүйесінің басты міндеттерінің бірі – оқытудың жаңа технологияларын енгізу, білім беруді ақпараттандыру, халықаралық ғаламдық коммуникациялық желілерге шығу» деп атап көрсетілген[1].

Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық – құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны өзіндік даму мен оны іске асыру құралы ретінде пайдалану дағдыларын қалыптастырып, ақпараттық қоғамға бейімдеу. Білімді игерудің нәтижелігі таным процесіне адамның әр түрлі сезім мүшелерінің іске қосылуы және нақты заттар мен құбылыстарға бетпе-бет келгенде оны сезіну, көре білу және қабылдау арқылы артады. Шындығында да қазіргі кезеңде негізгі мәселелердің бірі – оқыту процесін, білім беруді жоғары дәрежеге жеткізу болып отыр.

Жалпы математика ғылымы зерттеу арқылы ақиқат дүниенің кеңістіктік формалары мен сандық қатынастары, математикалық құрылымдар мен олардың модельдері жайында жаңа мәліметтер алады. Ал мектеп математикасы математика ғылымы ашқан фактілер мен заңдар негіздерін оқушыға жеткізеді. Математика мұғалімі оқушыларға математика ғылымы негіздерінің неғұрлым маңызды элементтерін, оқып үйрену объектілерін дұрыс таңдауға, оқу материалдарын неғұрлым түсінікті және еске сақтауға оңай түрде және ұтымды сабақтастықта баяндауға көмектеседі. Бұл оқушылардың жасы мен психологиясын ескере отырып, педагогикалық ерекшеліктеріне сай қалыптастырылады. Математика мектеп курсында оқушылардың ойлау қабілеті мен жалпы білім дәрежесін дамытуда және тәрбиелеуде әрі жетекші, әрі жауапты орын алады [2].

Болашақ математика мұғалімдерін дайындаудың көп қырлы құрылымының ішінде оның электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдануға әдіснамалық дайындығы ерекше орын алады. Білім берудің кез-келген саласында электрондық дидактикалық құрал-жабдықтарды пайдалану оқушылардың танымдық белсенділіктерін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға, шығармашылықпен еңбек етуіне жағдай жасайтындығы дәлелденіп отыр. Болашақ математика мұғалімінің жоғары оқу орнында алған білімді тек игеріп қана қоюы жеткіліксіз. Оны жетік меңгеру арқылы болашақ өмірінде өз қажеттілігіне жарата білуі арқылы оқушыларды біліммен қамтамасыз етуі үшін мұғалімнің өзі бұл жұмысқа дайын болуы қажет. Мұғалімдердің кәсіптік дайындығын жетілдіру мәселелеріне О.А. Абдуллина, С.И.Архангельский, М.А. Ачилов, М.Ә. Құдайқұлов, Ю.К. Бабанский, Н.Ф. Талызина, В.В. Краевский В.В. Гоноболин және т.б. өздерінің еңбектерін арнаған. Математика мұғалімін дайындау мәселесі бойынша белгілі математиктер Л.Д.Кудрявцев, С.П. Новиков, А.Д.Александров, В.Г. Болтянский т.б. және әдіскерлер

Ю.М. Колягин, Г.В. Дорфеев, А.Е. Әбілқасымова, Д. Рахымбек, Е.О. Медеуов, Ж. Икрамов, П.М. Эрданиев бірқатар еңбектер жазған. Мұғалімнің зерттеушілік мәдениетін, әдіснамалық білімдерін жетілдіру, шығармашылық ізденісін, креативтілігін қалыптастыру Ш.Т.Таубаева, Е.И.Бурдина, А.А.Жайтапова, Д.Рахымбек, Б.А.Тұрғынбаева, Д.Н.Кулибаева, Б.А.Оспанова, Н.А.Шамельханова, Р.І.Қадірбаева және т.б. қарастырған. Ал болашақ мұғалімдерді ақпараттық– коммуникациялық технологияларды қолдануға даярлау туралы Т.О.Балықбаев, Е.Ы.Бидайбеков, Қ.М.Беркімбаев, Қ.Қабдықайыров, Ж.А.Қараев, Р.Ч.Бектұрғанова, С.М.Кеңесбаев, С.С.Тауланов, М.С.Мәлібекова, Б.Д.Сыдықов, Г.О.Тәжіғұлова, Л.А. Шкутина, Қ.Ж. Әжібеков және т.б. қарастырған. Математика сабағында Visual Basic бағдарламалау тілінде электрондық оқулықты жасау мәселесімен С.Қожабаев, Ә.Бүркіт, Қ.Мамаев, Р.Бекмолдаева, және т.б. педагогтардың еңбектері, ал Delphi бағдарламалау тілінде электрондық оқулықтарды жасаумен Е.Ы.Бидайбеков, Ж.А.Қараев, Б.Хантер, И.В.Роберттің ғылыми-әдістемелік еңбектері арналған. Ал О.Камардинов, О.Сейтқұлов зерттеулерінде электрондық оқулықтарды пайдаланудың жалпы педагогикалық аспектілері қарастырылып, оны қолданудың дидактикалық және педагогикалық шарттары анықталған. Электрондық оқулықтарды пайдаланудың тигізер әсерінің психологиялық-педагогикалық негізі В.М.Монаховтың, А.Я.Савельевтің және т.б. ғалымдардың еңбектерінде зерттелінсе, оны тиімді пайдалану әдістемесі - Я.Ваграменский, С.Гримм және т.б. әдіскерлердің оқу-әдістемелік құралдары мен оқулықтарында, монографиялары мен ғылыми еңбектерінде келтірілген. Электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды оқытуда қолдану мүмкіндігі оның арнайы бағдарламамен қамтамасыз етілуіне байланысты. Оқу үдерісінде қолданылатын бүкіл бағдарламаларды оқыту және оқып-үйрену бағдарламалары деп бөлуге болады. Электронды дидактикалық құрал-жабдықтарға келесілер жатады: Электрондық басылым (ЭБ) – бұл графикалық, текстік, цифрлік, тілдік, музыкалық, видео, фото және ақпараттар, сонымен қатар қолданушының басылымдық құжаттардың жиынтығы. Электрондық басылымдар кез келген электрондық тасымалдаушыларда – магниттік, оптикалық дискілерде орындалуы және электрондық, компьютерлік желілерде жариялануы мүмкін.

Оқу электрондық басылымы (ОЭБ) – білімнің сәйкес ғылыми – практикалық саласы бойынша жүйеленген материалдарды қамтуы керек және студенттер мен оқушылар осы саладағы білімдер, біліктер және дағдыларды белсенді түрде меңгеруі керек.

Оқулық (О)- мемлекеттік стандартқа және оқу бағдарламасына сәйкес оқу пәнінің немесе оның тарауын жүйелі мазмұндаудан тұратын басылымы.

Электрондық оқулық (ЭО)-өз бетімен немесе оқытушының қатысуымен оқу курсын немесе оның бір бөлімін компьютердің көмегімен меңгеруді қамтамасыз ететін бағдарламалық-әдістемелік кешенді айтады.

Оқу құралы (ОҚ)- бұл берілген басылымның түрі ретінде ресми түрде бекітілген және оқулықты толықтыратын және оны бөлшектеп немесе толық алмастыратын оқулық.

Электрондық оқу құралы (ЭОҚ)-оқулықты толығымен немесе жартылай ауыстыратын, толықтыратын және берілген түрдегі басылым ретінде бекітілген электрондық басылым.

Гипертекст-электрондық формада ұсынылған және оның бір фрагментінен басқа фрагментіне дер кезінде өтуді қамтамасыз ететін тармақталған байланыстар жүйесімен жабдықталған текст.

Интеллектуалдық ядро-математикалық операцияларды сандық және символдық формада шығаратын бағдарламалардың арнайы жиынтығы.

Визуализация-суреттердің, графиктердің және анимацияның көмегімен көрнекі түрде көрсетілуі.

Интерактивті тақта – бұл компьютердің қосымша құрылғыларының бірі және де дәріс берушіге немесе баяндамашыға екі түрлі құралдарды біріктіретін: ақпараттың кескіні мен қарапайым маркер тақтасын біріктіретін құрал. Бүгінгі күні бірнеше электронды дидактикалық құрал-жабдықтардың түрлері бар. Олардың ішінде білім саласында қолданып жүргендеріне қысқаша шолу жасайық. ACTIVboard(Promethean компаниясы) — ACTIVstudio бағдарламасы арқылы іске қосылады. Бұл құрылғы компьютер, мультимедиялық проектор және ақпараттарды енгізуге арналған активті қаламнан тұрады.

Активті қалам – бұл меңзерді басқару құрылғысы және компьютер мен тақта арасындағы байланысты іске асырушы құрылғы.

Электронды ACTIVwand көрсеткіш шыбығының ұзындығы 54 см. Ол тақтаның жоғарғы бөлігіне кішкентай оқушыларға да қол жеткізуге мүмкіндік береді. Жанында орналасқан батырма ташқанның сол жақ батырмасының қызметін атқарады. ACTIVboard – интерактивті тақтасында жұмыс жасаушыға проектордың сәулесінен астынан шығуға мүмкіндік береді. «Оң қол», сонымен бірге «сол қолмен» жұмыс жасауға қолайлы құрал.

ACTIVpanelpro (Активпанель) үлкен аудиторияларда қолдануға өте қолайлы, онда үлкен экранға проекцияға қолданады. ACTIVpanelpro арнайы қарындаштың көмегімен дисплейде жазылған жазулар компьютер арқылы тақтадан көруге мүмкіндік береді. ACTIVpanelpro (Активпанель) өте жеңіл зат, бөлмеден бөлмеге қиындықсыз – ақ алып жүре беруге болады, ал проектор болса кескінді үлкейтіп көрсетеді. ACTIVpanel-pro ДК басқарады, сурет салады, жазу жазады – бұл ақпаратты енгізетін құрылғыға жатады.

Радио портты ACTIVslate панель құрылғысы топпен жүргізілетін конференцияға қатысушылардың белсенді қатысуына мүмкіндік береді. Конференция немесе презентация кезінде аудиторияда еркін қозғалуға болады ACTIVslateXR панель аудиторияның кез келген жерінен тақтамен жұмыс жасай алады. ACTIVslateXR көмегімен қатысушылар өз шешімдерін орындарынан тұрмай-ақ тақтада жаза алады. ACTIVtablet планшет қарапайым тышқанның қызметін атқара алады, презентация мен конференция материалдарын ACTIVstudio2 немесе ACTIVprimary тақтасыз (ACTIVboard көмегінсіз) компьютерде дайындауға мүмкіндік беретін құрылғы. ACTIVtablet компьютерге USB порт арқылы қосылады, бағдарламаның барлық функцияларын қолдануға болады. Арнайы батареясыз қаламмен флипчарт беттерінде жазу жаза алады.

ACTIVote тестілеу жүйесі конференцияның барлық қатысушыларына сұрақтарға, бірнеше берілген жауаптардың нұсқаларынан желісіз радио пульттің батырмасын басу әдісімен жауап беруге мүмкіндік береді. Пульттың көмегімен ақпарат ACTIVboard қабылдайды және де өңделіп конференция қатысушысының жауабын қабылдайды. ACTIVote қарапайым тест жүргізуге өте қолайлы зат. ACTIVote 16 немесе 32 пульттан кішкене чемоданда тест жүргізу үшін қолданылады.

ACTIVote қолдана отырып: «Тест дайындау шеберінде» ACTIVstudio бағдарламасында флипчартта мәтіндік немесе графиктік түрде тест сұрақтары кітапханада сақталады да, тестің нәтижесін кесте немесе диаграмма түрінде компьютердің жадында сақталады. Тестің нәтижесін EXCEL немесе WORD редакторларында экспорт жасауға болады

ACTIVstudio программасы. ACTIVstudio PE бағдарламасы арнайы презентацияларды өткізуге және оны сабақ барысында қолдануға негізделген бағдарлама. Бұл бағдарлама ACTIVboard және ACTIVpen қаламымен жұмыс жасау үшін жасақталған. ACTIVstudio бағдарламасының мүмкіндіктері өте көп. Атап айтқанда, презентацияларды құруға, өткізуге, материалдарға арнайы эффектілер қосуға, негізгі кезеңдерді көрсетуге, көрсеткіштерді қосуға, қосымша ақпараттарды енгізуге және басқа да көптеген мүмкіндіктері бар.

Флипчарт – бұл бірнеше қажетті беттерден тұратын негізгі жұмыс аймағы. Бұл аймақта презентацияны құруға және оны көрсетуге қажетті құралдардың барлығы көрсетіледі. Бірнеше флипчарттарды бірден ашып, бір флипчарттан келесі флипчартқа, объектілерге сілтемелер қоюға немесе объектілерді бір мезетте келесі бетке көшіруге болады. Флипчартты басу құрылғысынан шығаруға немесе әр түрлі форматтарда экспорттауға болады. «Активті экран» кешені білім үрдісінде қолданылатын ақпаратты көрсетуге және оны компьютермен басқаруға тағайындалған әмбебап интерактивтік жүйе болып табылады. «Активті экран» бағдарламалық – техникалық кешенінің дидактикалық мақсатта пайдалану барысында олардың негізгі қызметі – жалпы ақпаратпен кәсіби біліктілікті жетілдіру бағытында қолданып, сонымен қатар бұл құралдың оқушылардың, ойлау және ойын қысқа және түсінікті түрде жеткізе білу қабілетін арттырып, өз ойларын жаңа технология құралдары көмегімен жүзеге асыруын қалыптастыруды қамтамасыз ете алатыны белгілі болды. Бағдарламалық — техникалық кешеннің құрамына кіретін интерактивтік тақтаны оқытушыға сабақты қызықты және динамикалық түрде мультимедиялық құралдар көмегімен оқушылардың қызығушылықтарын тудыратындай оқуға мүмкіндік беретін визулды қор деп те атауға болады. Сабақты түсіндіру барысында мұғалім тақта алдында тұрып, бір мезетте мәтіндік, аудио, бейне құжаттарды DVD, CD-ROM және Интернет ресурстарын қолдана алады. Бұл кезде мұғалім қосымшаны іске қосу, CD-ROM, Web- түйін мазмұнын қарастыру, ақпарат сақтау, белгі жасау тышқанды ауыстыратын арнайы қалам арқылы жазулар жазу және т. б. әрекеттерді жеңіл орындай алады.

Қазіргі кезде оқушыға сабақ уақытында және сабақтан тыс уақытта дараландырылған оқыту және бақылау тапсырмаларын беру, сол арқылы оқушының оқып-үйрену іс-әрекеттерін басқару мүмкіндігіне ерекше көңіл бөлініп отыр. Сабақтағы оқушылардың танымдық іс-әрекеттеріне мұғалім тарапынан тікелей немесе жанама жетекшілік жасалуы тиіс. Оқушының танымдық іс-әрекетін басқарудың тиімді жолы ретінде арнайы компьютерлік оқыту бағдарламаларын қолдануды В.С.Самсонов ұсынған. Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық – құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны өзіндік даму мен оны іске асыру құралы ретінде пайдалану дағдыларын қалыптастырып, ақпараттық қоғамға бейімдеу. Білімді игерудің нәтижелігі таным процесіне адамның әр түрлі сезім мүшелерінің іске қосылуы және нақты заттар мен құбылыстарға бетпе-бет келгенде оны сезіну, көре білу және қабылдау арқылы артады. Бұл жағдайда білім беруде электронды дидактикалық құрал-жабдықтардың мүмкіндіктерін қолданудың маңызы зор. Электронды дидактикалық құрал-жабдықтар көмегімен сабақтарда және сабақтан тыс кезде оқушылардың есеп шығару дағдысын, шығармашалақ қабілетін дамытуға болады. Оқыту әдістемесін компьютерді қолданып жетілдіру мүмкіндіктері 1997 жылы қабылданған "Қазақстан Республикасы орта білім беру жүйесін информатикаландыру" Мемлекеттік бағдарламасының жүзеге асуынан бастау алды. Аль-Фараби атындағы Қазақ мемлекеттік университеті, Ақпараттық технологиялар ғылыми-зерттеу лабораториясы, Білім берудегі ақпараттық технологиялардың аймақтық орталықтары және т.б. ұжымдардың ғылыми-зерттеу лаборатория қызметкерлері бірлесе отырып орта мектептерге арналған бірнеше мультимедиялық оқыту бағдарламаларын құрастырып, таратты. Ол өз кезегінде мектеп мұғалімдері мен оқушылары үшін электронды ақпараттарды алуға, қажеттісін пайдалануға, өңдеуге, тасымалдауға, жинақтауға болатындай ақпараттар ағымы кеңістігін құруға негіз болып табылды. Білім берудің саласында электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды пайдаланып оқыту оқушылардың, танымдық белсенділігін арттырып кана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға, шығармашылыкпен еңбек етуіне жағдай жасайды. Осы уақытка дейінгі білім беру саласында тек мұғалімнің айтқандарын немесе оқулықты пайдалану казіргі заман талабын канағаттандырмайды. Сондықтан казіргі ақпараттандыру қоғамында электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды пайдаланбай алға жылжу мүмкін емес. Соның нәтижесінде оқушылардың пәнге деген қызығушылығы артып, шығармашылықпен жұмыс жасауына кең мүмкіндік ашылды. Оқу материалдарын ұтымды игерудегі электронды оқу құралдарының атқаратын рөлі зор. Онда пәндегі теориялық тақырыптар кеңінен беріліп түсіндіріледі. Теориялық материалдарды графикалық иллюстрация түріндегі әртүрлі суреттер, сұлба, тәсілдер арқылы толыктырып отырса, онда теориялық білімді оқып, көзбен көріп, түйсініп және оны мида бекіту үрдістері бір уақытта өтіп отырады да материалды қорыту үрдісі ұтымды болады. Электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды оқу үрдісінде қолдану келесі мүмкіндіктерді жүзеге асыруға көмектеседі: кері байланысты практика жүзінде тез арада қамтамасыз ету; ақпаратты іздеу мүмкіндіктері; гипертексті түсіндірулерге өту барысында уақытты үнемдеу; жеке тұлғаға бағдарланған, яғни оның нақты бір бөлім бойынша білімді тексеру, баяндау, модельдеу т.б. мүмкіндіктер тез орындалады; [3].

Жоғары мектептердің алдында тұрған негізгі міндеттердің бірі -жеткілікті деңгейде кәсіби білімі, құзырлықтары мен танымдық іс-әрекеті қалыптасқан, логикалық ойлау, шығармашылық қабілеттері дамыған, жоғары кәсіби білікті мамандар даярлау болып табылады. Олай дейтін себебіміз, қоғам дамуына жаңаша икемделуде бүгінгі мектеп мұғалімінің алдында жан-жақты дамыған, терең білім негіздерін қалыптастырған ақпараттық қоғамда ӛмір сүруге бейім жеке тұлғаларды тәрбиелеп шығару талабы тұр. Жалпы білім беретін мектептерде окытылатын пәндер ішінен оқушының танымдық, шығармашылық, ойлау қабілеттерін дамытуда математика пәні жетекші орын алады. Сондықтан математика пәнінен білім негіздерін беретін педагог мамандар даярлау жүйесінде мұғалімдерді даярлау ерекше назар аударуды талап етеді [4].

Болашақ педагог-мамандарды дайындаудың көп қырлы құрылымының ішінде оның электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдануға әдіснамалық дайындығы ерекше орын алады. Білім берудің кез-келген саласында электрондық дидактикалық құрал-жабдықтарды пайдалану оқушылардың танымдық белсенділіктерін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға, шығармашылықпен еңбек етуіне жағдай жасайтындығы дәлелденіп отыр. Жалпы әдіснамалық білімдер құрамына қарай теориялық білімге сәйкес, яғни оның құрамына деректер, болжамдар идеялар, заңдар, ұстанымдар және кейбір басқа элементтер кіреді, сонымен қатар ғылыми ойлар, әдістер, теориялар әдіснамаға дәйектер болып қызмет етеді. Әдіснамалық білім-бұл білім туралы білім, таным туралы білім және белгілі бір обьектіні өзгерту туралы білім, Сонымен қатар, педагогикалық практиканы үйренудің тәсілдері, эмпирикалық мәліметтер жиынтығы туралы, эмпирикалық мәліметтерден теориялық қорытындылауға дейінгі тәсілдер туралы, теорияны құру туралы, теориялық қағидаларды нақты әдістемелік нұсқау тіліне аудару туралы, сәйкес нұсқаулықты тәжірибеде қолдану әдістері туралы білім. Сондықтан, жоғары мектеп педагогикасының күрделі де маңызды бір мәселесі - студентті болашақ мамандығына оңтайландыру, оның кәсіптік біліктілігін дамыту, іскер және құзіретті маман дайындау. Мұндай маман дайындау үшін білім беру үдерісін белсендіру, оқытудың жаңа формалары мен әдіс-тәсілдерін жетілдіру қажет. Оқу үдерісін белсенділендіру үшін тиянақты білім берудің жолдарын қарастыру, студенттердің шығармашылық ойлауына, ізденуіне мүмкіндік жасау қажет [5].

Орта мектептегі математика мұғалімдерінің және педагогикалық бағыттағы математика мамандығының бітіруші курс студенттерінің, магистранттарының әдіснамалық білімдер жүйесі деңгейін анықтау үшін ғылыми-зерттеу мақсаттарында жүргізілген сауалнама барысында олардың электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды пайдалануда әдіснамалық білімдер жүйесінің жеткіліксіздігі анықталды. Мұндай жеткіліксіздікті толықтыру үшін ЖОО да «Электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдану әдіснамасы» курсын ендіру ұсынылды. Аталған курс оқу үдерісіне тәжірибе ретінде оқытылды. «Электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдану әдіснамасы» курсы 3 кредиттен: 15 сағат лекция, 30 сағат практика, МӨЖ-45, ОМӨЖ-45 сағаттан тұрады.

Егер, орта мектепте электронды дидактикалық құрал-жабдықтарды қолдануға болашақ математика мұғалімінің әдіснамалық білімдер жүйесін қалыптастыра отырып, әдіснамалық дайындығын жетілдірсе, онда бұл жүйе математика мұғалімдерінің білім беру сапасын арттыра отырып, мектеп оқушыларының білімдерін тереңдетуге қолайлы жағдай жасайды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. *Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған Мемлекеттік бағдарламасы. //Қазақстан Республикасындағы білім туралы заңнама. Заң актілерінің жиынтығы. –Алматы: Юрист, 2010. -Б.21*
2. *Ш. Таубаева «Методология педагогики» , Алматы-2013*
3. *Рахымбек Д. Болашақ математика мұғалімін оқушылардың логика-методологиялық білімдерін жетілдіру жұмысына дайындаудың ғылыми-әдістемелік негіздері. Алматы, 1998ж*
4. *Ж.Ш. Ахметова Математика пәні мұғалімдерін дайындаудың өзекті мәселелері. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті хабаршысы журналы, Алматы, № 1 (37) 2012.-30б.*
5. *Ж.С. Абубакирова Болашақ мамандар дайындауда ғылыми таным әдістерін игеруіне ықпал ететін оқу-әрекетін ұйымдастыру мәселелері. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті хабаршысы журналы, Алматы, № 2 (37) 2013.-10б*

УДК 517.983.24
ГРНТИ 27.01.05

С.К. Абишева[1]

[1]*Абай атындағы ҚазҰПУ, Математика, физика және информатика институтының магистранты, Алматы қ., Қазақстан*

ГИЛЬБЕРТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ТҮЙІНДЕС ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа

Математиканың дербес бұтағы ретінде, функционалдық анализ XVIII ғасырдың аяғы мен XIX ғасырдың басында қаланды. Математиканың бұл саласының қалыптасуы мен дамуына С. Банах, Д. Гильберт, Ф. Рисс, С. Соболев және т. б. зор үлес қосты. Қазіргі математиканы функционалдық анализсіз түсіндіру мүмкін емес. Берілген мақалада функционалдық анализдің элементтері болып табылатын метрикалық кеңістік, нормаланған кеңістік, сызықтық кеңістік, функционалдар, түйіндес операторлардың маңызды қасиеттері дәлелденген және мысалдары келтірілген.

Мақаланың негізгі мақсаты: функционалдық анализдің анықтамаларын, теоремаларын қолданып, Гильберт кеңістігіндегі түйіндес оператордың қасиеттерін зерттеу.

Мақалада төмендегідей негізгі нәтижелер алынды:

- Түйіндес операторлардың қасиеттері толығымен дәлелденген.
- Гильберт кеңістігінде кейбір сызықтық операторларға оларға түйіндес операторлар табылған.

Алынған нәтижелер теориялық және практикалық жағынан маңызды. Өз-өзіне түйіндес операторлар теориясында, сызықтық-интегралдық теңдеулер теориясында қолданылады.

Қолданылған әдістер: түйіндес операторладың қасиеттерін дәлелдеуде функционалдық анализдің анықтамалары, негізгі теоремалары, математикалық анализдің аппараты қолданылды.

Түйін сөздер: Гильберт кеңістігі, Евклид кеңістігі, оператор, түйіндес операторлар, өзара түйіндес операторлар, дифференциал, скаляр.

Аннотация

С К. Абишева[1]
[1]*Магистрант по специальности «Математика» Института Математики, физики и информатики при КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

СВОЙСТВА СОПРЯЖЁННЫХ ОПЕРАТОРОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ГИЛЬБЕРТОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

В качестве самостоятельной отросли математики, функциональный анализ был сформирован в конце XVIII начале XIX века. В развитие и формирование этой отросли огромный вклад внесли такие математики, как С. Банах, Д. Гильберт, Ф. Рисс, С. Соболев и другие. В настоящее время математику невозможно объяснить без функционального анализа. В данной статье рассмотрены элементы функционального анализа метрические пространства, нормированные пространства, линейные пространства, функционалы, приведены примеры и доказаны свойства сопряжённых операторов.

Основная цель статьи: используя определение, теорем функционального анализа доказать свойство сопряжённого оператора в гильбертово пространства.

В статье, получены следующие основные результаты:

− Полностью доказаны свойства сопряжённых операторов.

− Для некоторых линейных операторов найдены сопряжённые операторы в гильбертовом пространстве.

Полученные результаты важны как теоретический, так и практический. Результаты можно использовать в теории самосопряжённых операторов, линейно-интегральных уравнениях.

Использованные методы при доказательстве свойства сопряжённых операторов: определение и важные теоремы функционального анализа, аппарат математического анализа.

Ключевые слова: Гильбертово пространство, евклидово пространство, оператор, сопряженный операторов, самосопряженный оператор, дифференциал, скаляр.

Abstract

PRO PERTIES OF ADJOINTS OPERATING IN HILBERT SPACES

Abisheva S.K.[1]
[1]*Student of Master Programme in Mathematics of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*

As an independent branch of mathematics, functional analysis was formed at the end of the 18th century at the beginning of the 19th century. Such mathematicians as S. Banach, D. Hilbert, F. Riss, S. Sobolev and others made an enormous contribution to the development and formation of this branch. At the present time, mathematics can not be explained without functional analysis. In this paper we consider elements of functional analysis metric spaces, normed spaces, linear spaces, functionals, give examples and prove the properties of conjugate operators.

The main purpose of the paper is to use the definition of functional analysis theorems to prove the property of the adjoint operator in a Hilbert space.

In the article, the following main results were obtained:

- The properties of the adjoint operators are completely proved.
- For some linear operators conjugate operators are found in Hilbert space.

The results obtained are both theoretical and practical. The results can be used in the theory of self-adjoint operators, linear-integral equations.

The methods used in proving the property of conjugate operators: the definition and important theorems of functional analysis, the apparatus of mathematical analysis.

Key words: Hilbert space, Euclidean space, operator, adjoint operators, selfadjoint operator, differential, scalar.

Анықтама

R- Евклид кеңістігіндегі A шектелген сызықты операторы **өзара түйіндес** деп аталады, егер $A = A^*$, яғни $(Ax, y) = (x, Ay)$, барлық $x, y \in R$[1,C. 30].

Мысалдар.

Есеп 1. 2-ші ретті дифференциалдық оператор қарастырамыз.

$$A = \frac{d^2}{dt^2}; \quad A : C_2[0,\pi] \to C_2[0,\pi]$$

$$\mathcal{D}(A) = \{x(t): x(t) \in C^{(2)}[0,\pi], x(0) = x(\pi) = 0\},$$

$x(t)$ – екі рет үзіліссіз дифференциалданатын функция.

$C_2[0,\pi]$ кеңістігінде скалярлық көбейтінді:

$$(x,y)=\int_0^\pi x(t)y(t)dt$$

(Ax,y), $x,y\in\mathcal{D}(A)$

$$(Ax,y)=\int_0^\pi \frac{d^2x(t)}{dt^2}y(t)dt=\begin{vmatrix} u=y(t)\Rightarrow & du=y'(t)dt \\ \frac{d^2x(t)}{dt^2}dt=dv\Rightarrow v= & \frac{dx(t)}{dt}=x'(t)\end{vmatrix}=$$

$$=x'(t)y(t)\Big|_0^\pi-\int_0^\pi x'(t)y'(t)dt=-\int_0^\pi x'(t)y'(t)dt=$$

$$=\begin{vmatrix} u=y'(t)\Rightarrow du=y''(t)dt \\ x'(t)dt=dv\Rightarrow v=x(t)\end{vmatrix}=-\left(x(t)y'(t)\Big|_0^\pi-\int_0^\pi x(t)y''(t)dt\right)=$$

$$=\int_0^\pi x(t)\frac{d^2y(t)}{dt^2}dt=(x,Ay)$$

Сонымен $(Ax,y)=(x,Ay)$, онда A операторы $C_2[0,\pi]$ кеңістігінде өз-өзіне түйіндес оператор.

Есеп2. $A-$ сызықтық интегралдық оператор: $A:C_2[0,1]\to C_2[0,1]$.

$$Ax=\int_0^1 K(t,\tau)x(\tau)d\tau, \qquad x(t)\in C_2[0,1].$$

$K(t,\tau)$ $[0,1]\times[0,1]$ квадртта екі айнымалы бойынша үзіліссіз функция.

$$(Ax,y)=\int_0^1 (Ax)(t)y(t)dt=\int_0^1 y(t)\cdot\left(\int_0^1 K(t,\tau)x(\tau)d\tau\right)dt=$$

$$=\int_0^1 y(t)dt\cdot\int_0^1 K(t,\tau)y(t)dt=\int_0^1 x(\tau)d\tau\cdot\int_0^1 K(t,\tau)y(t)dt=$$

$$=\begin{vmatrix} t\sim\tau \\ \tau\sim t\end{vmatrix}=\int_0^1 x(t)\left(\int_0^1 K(\tau,t)y(\tau)d\tau\right)dt=(x,A^*y).$$

$$A^*y=\int_0^1 K(\tau,t)y(\tau)d\tau$$

A операторының ядросы $K(t,\tau)$. A^* операторының ядросы $K(\tau,t)$.

A операторы өз-өзіне түйіндес оператор болады, егер $A=A^*$, яғни $K(t,\tau)=K(\tau,t)$ болғанда.

Мысалы: 1) $K(t,\tau)=t\tau$

2) $K(t,\tau)=|t-\tau|^\alpha$, $\alpha\succ-1$.

Теорема. Егер А сызықтық оператор Гильберт кеңістігінде өз-өзіне түйіндес оператор болса, онда

$$\|A\|=\sup_{\|x\|\le1}|(Ax,x)| \qquad (1)$$

[2,С. 35]

Дәлелдеуі. $$\sup_{\|x\|\le 1}|(Ax,x)|=\alpha \tag{2}$$

деп белгілейміз. $\|A\|\ge\alpha$ болатынын дәлелдейік.

Коши-Буняковский теңсіздігін қолданып, (Ax,x) скалярлық көбейтіндінің модулін бағалаймыз:

$$|(Ax,x)|\le\|Ax\|\cdot\|x\|\le\|A\|\cdot\|x\|\cdot\|x\|\le\|A\|, \qquad \forall x:\|x\|_H\le 1.$$

Соңғы теңсіздікте супремумге көшсек аламыз:

$$\sup_{\|x\|\le 1}|(Ax,x)|\le\sup_{\|x\|\le 1}\|A\|\Rightarrow$$

$$\le\sup_{\|x\|\le 1}|(Ax,x)\le\|A\|.$$

Сонымен $$\alpha=\|A\|. \tag{3}$$

$\|A\|\le\alpha$ болатынын көрсетейік. $x\ne 0$ деп аламыз, келесі өрнекті қарастырамыз:

$$\frac{|(Ax,x)|}{\|x\|^2}=\left|\frac{1}{\|x\|}Ax,\frac{x}{\|x\|}\right|=\left|A\left(\frac{x}{\|x\|}\right),\frac{x}{\|x\|}\right|$$

$\left\|\frac{x}{\|x\|}\right\|=1$ болғандықтан,

$$\left|\left(A\left(\frac{x}{\|x\|}\right),\frac{x}{\|x\|}\right)\right|\le\sup_{\|x\|\le 1}|(Ax,x)|=\alpha$$

Сонымен

$$\frac{|(Ax,x)|}{\|x\|^2}\le\alpha\Rightarrow \quad |(Ax,x)|\le\alpha\|x\|^2, \quad (x\ne 0) \tag{4}$$

$\mathcal{J}_1=(A(x+y),x+y)$ A операторының сызықтық және өз-өзіне түйіндес екенін ескеріп, $\mathcal{J}_1$ скалярлық көбейтіндіні түрлендіреміз.

$$\mathcal{J}_1=(Ax+Ay,x+y)=(Ax,x)+(Ax,y)+(Ay,x)+(Ay,y)=$$
$$=(Ax,x)+(Ay,y)+(Ax,y)+(\overline{Ax,y})= \tag{5}$$

$$=(Ax,x)+(Ay,y)+2Re(Ax,y).$$

$$\mathcal{J}_2=(A(x-y),x-y)=(Ax-Ay,x-y)=(Ax,x)-(Ax,y)-(Ay,x)+(Ay,y)=$$

$$=(Ax,x)+(Ay,y)-[(Ax,y)+(\overline{Ax,y})]= \tag{6}$$

$$=(Ax,x)+(Ay,y)-2Re(Ax,y).$$

(5) және (6) өрнектерінен шығады:

$$\mathcal{J}_2=4Re(Ax,y)=(A(x+y),x+y)-(A(x-y),x-y)=$$

$$= 4|Re(Ax,y)| = |(A(x+y),x+y) - (A(x-y),x-y)| \leq$$

$$\leq |(A(x+y),x+y)| + |(A(x-y),x-y)|$$

(4)-теңсіздіктен

$$|(A(x-y),x+y)| \leq \alpha\|x+y\|^2$$

$$|(A(x+y),x-y)| \leq \alpha\|x-y\|^2$$

Онда

$$J_1 - J_2 \leq \alpha(\|x+y\|^2 + \|x-y\|^2) =$$

$$= 2(2\|x\|^2 + 2\|y\|^2) = 2\alpha(\|x\|^2 + \|y\|^2)$$

немесе

$$4|\mathrm{Re}(Ax,y)| \leq 2\alpha\left(\|x\|^2 + \|y\|^2\right) \tag{7}$$

(7) теңсіздікте $\|x\| = 1,\ \|y\| = 1$ болсын, онда

$$4|\mathrm{Re}(Ax,y)| \leq 4\alpha$$

немесе

$$|\mathrm{Re}(Ax,y)| \leq \alpha \tag{8}$$

$\left|\left(Ax, \frac{Ax}{\|Ax\|}\right)\right|$ есептейік.

$$\left|\left(Ax, \frac{Ax}{\|Ax\|}\right)\right| = \frac{1}{\|Ax\|}(Ax, Ax) = \frac{1}{\|Ax\|}\|Ax\|^2 = \|Ax\| \succ 0 \tag{9}$$

Онда

$$\left|\mathrm{Re}\left(Ax, \frac{Ax}{\|Ax\|}\right)\right| = \left|\begin{array}{l} y = \dfrac{Ax}{\|Ax\|} \Rightarrow \\ \|y\| = 1 \end{array}\right| = \|\mathrm{Re}(Ax,y)\| \cdot$$

(8) теңсіздікті қолдансақ

$$\left|\mathrm{Re}\left(Ax, \frac{Ax}{\|Ax\|}\right)\right| \leq \alpha$$

(9) теңдіктен

$$\left|\mathrm{Re}\left(Ax, \frac{Ax}{\|Ax\|}\right)\right| = \|Ax\|.$$

Сонымен

$$\|Ax\| \leq \alpha \Rightarrow \tag{10}$$

$$\sup_{\|x\|\leq 1}\|Ax\| \leq \sup_{\|x\|\leq 1}|Ax, x| \Rightarrow$$

$$\|A\| \leq \sup_{\|x\|\leq 1}|Ax, x| \tag{11}$$

(3) және (11) теңсіздіктерінен

$$\|A\| = \sup_{\|x\|\le 1}|(Ax, x)|.$$

Түйіндес операторлардың қасиеттеріне мысалдар.

Есеп 1. Е- Евклид кеңістігінде $A: E \to E$, $\forall x, y \in E$: $(Ax, y) = (x, A^* y)$ болсын.
Дәлелдеу керек: $(AB)^* = B^* \cdot A^*$.
Анықтама бойынша

$$(Ax, y) = (x, A^* y), \quad \forall x, y \in E$$

және

$$(Bx, y) = (x, B^* y), \quad \forall x, y \in E.$$

B операторының A операторына көбейтіндісін қарастырайық:

$$((AB)x, y) = (A(Bx), y) = (Bx, A^* y) = (x, B^*(A^* y)) = (x, B^* A^* y) \Rightarrow$$
$$((AB)x, y) = (x, B^* A^* y)$$

Онда

$$(AB)^* = B^* \cdot A^*.$$

Есеп 2. A^*, $\forall x, y \in E$ түйіндес оператордың анықтамасы бойынша :

$$(Ax, y) = (x, A^* y) \Rightarrow$$

$$(y, Ax) = (Ax, y) = (x, A^* y) = (A^* y, x) = (y, (A^*)^* x) \Rightarrow$$

$$(y, Ax) = (y, (A^*)^* x) \Rightarrow A = (A^*)^*$$

Сонымен $(A^*)^* = A$ дәлелденді.

Есеп 3. $\mathfrak{I}^* = \mathfrak{I}$, $\mathfrak{I}: E \to E$.

Анықтама бойынша:

$(\mathfrak{I}x, y) = (x, \mathfrak{I}^* y)$
Себебі $\mathfrak{I}x = x$

Онда $(x, y) = (x, \mathfrak{I}^* y)$
бірақ $y = \mathfrak{I}y$
Содан кейін $(x, \mathfrak{I}y) = (x, \mathfrak{I}^* y)$
$\mathfrak{I}y = \mathfrak{I}^* y$
Солай $\mathfrak{I} = \mathfrak{I}^*$
$\mathfrak{I}^* -$ бірлік оператор.

Есеп 4. $((\alpha A + \beta B)x, y) = (x, (\overline{\alpha} A^* + \overline{\beta} B^*) y)$ осы теңдікті дәлелдейік.

$$((\alpha A+\beta B)x,y)=(\alpha Ax+\beta Bx,y)=(\alpha Ax,y)+(\beta Bx,y)=$$
$$=\alpha(Ax,y)+\beta(Bx,y)=\alpha(x,A^*y)+\beta(x,B^*y)=(x,\overline{\alpha}A^*y)+(x,\overline{\beta}B^*y)=$$
$$=(x,\overline{\alpha}A^*y+\overline{\beta}B^*y)=(x,(\overline{\alpha}A^*+\overline{\beta}B^*)y)$$

Сонымен

$$((\alpha A+\beta B)x,y)=(x,(\overline{\alpha}A^*+\overline{\beta}B^*)y)$$

яғни,

$$(\alpha A+\beta B)^*=\overline{\alpha}A^*+\overline{\beta}B$$

Мұндағы

$A:H\to H$

$B:H\to H$

$A\in\mathcal{J}(H)$

$B\in\mathcal{J}(H)$

$\alpha,\beta\in C,\quad C-$комплекс сан.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 *Досымов Т.Б., « Функционалдық анализ негіздері » Алматы, «Мектеп», 30-б*

2 *Колмогоров А.Н., Фомин С.В. «Элементы теории функций и функционального анализа». М., «Наука», 1977г. 35-б.*

УДК 517.983.24
ГРНТИ 27.01.05

Т.Е. Абдрашева[1]

[1] *Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, математика мамандығының 1 курс магистранты, Алматы қ., Қазақстан*
Ғылыми жетекші: Есимова А. Т. ф.- м. ғ. к., Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің аға оқытушысы

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ОҚЫТУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі қоғамның әлеуметтік сұраныстарына байланысты дифференциалдық теңдеулер теориясы ғылымының әртүрлі облыстарында кеңінен қолданылады. Айнымалылары ажыратылатын дифференциалдық теңдеулер теңіз деңгейінің биіктігіне байланысты атмосфералық қысымның өзгеру процессінде, радийдің ыдырау, тұрғындар санының өзгеру процессінде, дене температурасының өзгеруі сияқты физикалық процестерде үлкен қолданыста. Сызықты дифференциалдық теңдеулер радиоқұрылғылардың математикалық моделін сипаттайды. Осындай маңызды физикалық процесстерді сипаттайтын дифференциалдық теңдеулердің түрлері көп, дегенмен біз берілген макалада осы прцесстердің ең негізгілеріне тоқталып, қарастырылған процесстерді оқытудағы теориялық негізін сипаттаймыз.

Ұсынылып отырған мақалада дифференциалдық теңдеулер теориясын оқыту болашақ маманның фундаментальды дайындығына, атап айтқанда тұлғаның дүниетанымының математикалық мәдениетінің белгілі бір дәрежесін қалыптастыруда үлкен роль атқаратыны туралы жазылған.

Түйін сөздер: диференциалдық теңдеу, физика есебі, физикалық үдеріс, физика, жаратылыстану ғылымдары, математика, функция, функционалдық тәуелділік.

Аннотация

Т.Е. Абдрашева[1]
[1]*магистрант 1 курса по специальности «Математика» Казахского государственного женского педагогического университета, г.Алматы, Казахстан*
Научный руководитель: Есимова А.Т. – к.ф.-м.н, ст. преподователь КазГосЖенПУ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРОВНЕНИЙ

В зависимости от социальных потребностей современного общества, теория дифференциальных уравнений широко используется в различных областях науки. Уравнения с разделяемыми переменными широко применяются в таких физических процессах как изменения атмосферного давления в зависимости от высоты над уровнем моря, в распаде радия, в процессе изменения числа жителей, в изменении температуры тела. Линейные дифференциальные уравнения характеризуют математическую модель радиоприборов. Очень много видов дифференциальных уравнении характеризуюшие такие важные физиеские процессы, однако в данной статье мы будем рассматривать самые важные из этих процессов, следовательно, характеризуя основы теории данных процессов.

В данной статье рассматриваются о большой роли теории обучении дифференциальных уравнения в фундаментальной подготовке будущих специалистов, в частности в формировании определенной степени математической культуры и мировозрения человека.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, физика, физический процесс, физические задачи, естественные науки, математика, функция, функциональная зависимость.

Abstract

BASES OF THE THEORY OF TRAINING OF DIFFERENTIAL LEVELS

Abdrasheva T. E.[1]
[1]*Student of Master Programme in Mathematics at Kazakh State Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan*
Scientific supervisor: *Esimova. A.T. – Cand. Sci (Phys-Math), senior lecturer of the Kazakh State Women's Teacher Training University*

Depending on the social needs of modern society, the theory of differential equations is widely used in various fields of science. Equation with shared variables are widely used in such physical processes as changes in atmospheric pressure depending on altitude, radium decay, in the process of changing the number of inhabitants, in the change in body temperature. Linear differential equations characterize the mathematical model of radio devices. There are many kinds of differential equations that characterize such important physiological processes, but in this article we will consider the most important of these processes therefore characterizing the foundations of the theory of these processes.

This article deals with the great role of the theory of teaching differential equations in the fundamental training of future specialists, in particular in the formation of a certain degree of mathematical culture and the worldview of man.

Key words: Differential equations, physics, physical process, physical problems, engineer, science, mathematics, function, functional dependence.

Дифференциалдық теңдеулер негізгі математикалық ұғымдардың бірі. Қандайда бір нақты құбылыс пен процессті зерттеудің нәтижесінде алынған дифференциалдық теңдеу дифференциалдық модель деп аталады. Дифференциалдық модельдер - бізді қоршаған әлемді оқып үйренуде құрылуы мүмкін математикалық модельдер жиынының дербес жағдайын көрсетеді. Сонымен қатар, дифференциалдық модельдердің өздерінің де түрлі типтері бар екенін атап өту қажет. Математикалық модельдерді құру процесінде зерттеліп жатқан есептің табиғатына қатысты ғылым заңдарын білу маңызды және алдыңғы мәнге ие. Мысалға, механикада бұл Ньютонның заңдары, ал электрлік тізбектік теориясында – Кирхгоф заңдары және тағы басқа. Дегенмен іс жүзінде дифференциалдық теңдеулерді құруға мүмкіндік беретін белгісіз заңдарды да кездестіруге болады, сондықтан параметрлердің - айнымалылардың аз өзгерісінде процесстің жүруіне қатысты әртүрлі гипотезаларға сүйену қажет. Онда дифференциалдық теңдеулерге шектік ауысу келтіреді. Мұнда, егер математикалық модель ретінде алынған дифференциалдық теңдеуді зерттеу нәтижесі тәжірибелік берілгендермен сәйкес келсе, онда тұжырымдалған гипотеза заттардың шынайы күйін дұрыс көрсететінін білдіреді. Кейбір жағдайларда ғана дифференциалдық теңдеулерді тұйық форма деп аталатын түрде шығарады. Қарастырып отырған дифференциалдық теңдеулердің шешімі бар екені белгілі болған жағдайда ғана элементар функциялармен қарапайым операциялардың шектеулі санын пайдаланатын шешімді аналитикалық формула түрінде көрсетуге болады.

Берілген дифференциалдық теңдеулердің өзін шығармай-ақ шешімдердің қайсыбір қасиеттері туралы қажетті мағлұматтар алуға мүмкіндік беретін әдістер мен тәсілдердің қажеттілігі анық болып отырады. Бұндай әдістер мен тәсілдер бар және олар дифференциалдық теңдеулердің сапалық теориясының мазмұнын құрайды, олардың негізінде шешімдердің бар болуы мен жалғыз болуы, шешімнің бастапқы берілгендер мен параметрлерге үзіліссіз тәуелділігі туралы жалпы теориялар жатыр. Қарастырылып отырған теңдеулердің сапалық теориясы А.Пуанкаре мен А.М.Ляпуновтың (XIX-шы ғасырдың соңы) жұмыстарынан бастап дамып келеді және оның әдістері бізді қоршаған ортаны тану процессінде кең қолданылады.

Жалпы математика курсын оқыту үдерісінің негізгі мақсаттарының бірі білімалушыларды ғылыми дүниетанымға тәрбиелеу деп есептелінеді. Бұл мақсатты жүзеге асыру мағынасында дифференциалдық теңдеулер тақырабы тиімді.

Қазіргі заманда, жалпы мойындаған жағдай математиканы оқытудың кез келген сатысында оқытудың методологиялық аспекті деп аталатындарды құрайтындармен байланыстыру қажет. Бұл аспект дербес шығуы мен дамуы, математиканың тарихи даму процесінде білімалушының ойында әрқашан нақтыланып және кеңейіп отыратын оның зерттеу пәнінің анықтамасы, математиканың нақты өмірмен, адамдардың қоғамдық іс-әрекетімен байланысы, іс-тәжірибенің математикадағы ролі және ең соңында қазіргі заманғы ғылыми білімнің математизациялану мағынасының ашылуымен байланысты мәселелерді әрдайым талқылау қажеттілігі енеді.

Тыңдаушыны рухани дамыта отырып, олардың әлемге деген іс-тәжірибелік көзқарасының негізі ретінде ғылыми дүниетанымды қалыптастыру қажет. Олар математиканың жалпы ұғымдарының нақты әлемнің белгілі бір бейнелерін көре білуі, математикаға редукцияланған философияның негізгі сұрағына дұрыс жауап бере алуға баулу.

Математикалық – жаратылыстану ғылымдарының методологиясының дифференциалдық теңдеулермен тұтас байланысын, дифференциалдық теңдеулердің методологиялық бағытын көрсететін дифференциалдық теңдеулер теориясының даму тарихын қарастырамыз. Негізінен дифференциалдық теңдеулер теориясына Россия, Қазақстан және басқа ТМД елдерінің ғалымдарының үлесі үлкен. Қазіргі кезде жастардың ғылыми дүниетанымын және жалпы мәдениетін қалыптастыру үшін осы пәнді оқытудың қолданбалы бағыты, оны дұрыс ұйымдастырылуы, оқытудың жалпы принциптерін - оқытудың өмірмен, теорияның практикамен байланысын айқын көрсетіп, тиянақты ұйымдастыруды жүзеге асыруда.

Оқыту процессінде қолданбалы мәселелерді пайдалану тек қана ғылымның негіздерін түсінуге емес, ғылыми танымның тәсілдерін меңгеругеде әсер етеді. Дифференциалдық теңдеулердің қолданбалы бағытынан талімгер нақты процесті математикалық модельдермен байланыстыру тәжірибесін алады. Нақты процесстің математикалық моделі деп, әдетте, бұл процесс математика тілінде жуықтап сипатталуын түсінеміз. Математикалық модельдеу өнері нақты есепті математикалық тілге аудара білуден тұрады. Дифференциалдық модельдеу өзінің қарапайымдылығымен процесті жақсы түсінуге көмектеседі, процес қалпының сапалық және сандық сипатын орнатуға мүмкіндік береді.

Әр түрлі есептерде нақты процестердің математикалық моделі көбіне дифференциалдық теңдеулермен өрнектеледі. Бұл есептердің сипаты мен шығару әдістемесін схемалық түрде сипаттауға болады. Қандай да бір процесс жүріп жатыр делік, мысалы, физикалық. Бізді бұл процестің белгілі бір функционалдық сипаттамасы, мысалы, уақытқа қатысты температураның немесе қысымның, массаның, кеңістіктегі қалпының өзгеру заңдылығы қызықтырады. Егер бұл процестің жүруі туралы толық ақпарат бар болса, онда оның математикалық моделін құруға әрекет жасауға болады. Көп жағдайларда бұндай модель дифференциалдық сипаттамасы болып табылады. Дифференциалдық теңдеу, процестің эволюциясын материалдық жүйемен болып жатқан өзгерістер сипатын, бұл жүйе өзгерістерінің бастапқы күйін байланыстыратын нұсқауларды сипаттайды.

Кез келген процесті оқып үйрену оның жеке моменттерін анықтау мен оның ағымының жалпы заңын орнатуға келіп тіреледі. Үдерістен жеке моменттегі процестің айнымалы шамаларын олардың дифференциалдарды және туындыларымен байланыстыратын дифференциалдық теңдеулермен өрнектеледі. Интегралдаудан кейін алынатын құбылыстың жалпы орындалу заңдылығы процестің айнымалы шамаларын байланыстыратын теңдеумен өрнектеледі.

Модельдеу икемділігі танымдылық іс-әрекеттің ажыратылмас бөлігі болып табылады. Модельдеудің психологиялық аспектісі, адам санасында сыртқы әлемді оның көптүрлілігі мен ішкі және сыртқы байланыстарның толықтығында емес, тұрпайыланған жуық түрде бейнелеуден тұрады.

Біз нақты құбылыс туралы сезіну мен түсіну арқылы алатын толық емес ақпарат біздің санамызда толық емес түрде елестетулер мен бейнелер жүйесі ретінде қалыптасатындар негізінде құбылыстың модельдері болып табылады. Сондықтан, біздің қоршаған әлем туралы түсінігіміз принципиалды модельды сипатқа ие.

Соңғы жылдары психикалық іс әрекеттің жемісі ретінде модельдің мәні сезілуде. Сонымен қатар модель мидың құбылысы ретінде әр түрлі аспектілірде қарастырады. Бірқатар ғалымдар модельді адамның қоршаған ортамен қатынасындағы психикалық іс-әрекетінің негізгі жемісі ретінде қарастырылады. Кейбір зерттеушілер оқытудағы модельдеуге үлкен роль бөлетіні соншалық оны жеке принципке бөледі. Мысалы, В.В. Давыдов традициялық дидактикалық көрнектілік принципінің шектеулілігін, оны модельдеу принципімен алмастыруды ұсынады.

Л.М. Фридман, былай деп жазады:

«... математиканы оқытудағы модельдеу принципі, біріншіден математика курсының мазмұнын модельдік көзқараспен меңгеруді, екіншіден, тыңдаушыларда әртүрлі құбылыстар мен жағдайларды математикалық модельдеу біліктілігі мен икемділігін қалыптастыруды, үшіншіден, ішкі ойды, ойлаудың ғылыми-теориялық стилін дамыту үшін сыртқы тірек ретінде соларды кеңінен қолдануды білдіреді».

Бұдан білімалушылардың нақты процестерді құру әдістемесімен оқыту математика курсының және ең алдымен дифференциалдық теңдеулердің негізгі шарттарының бірі. Дифференциалдық теңдеулердің қолданбалы бағыты арқылы біз оқыту процесіндегі шынайы пән аралық байланысты орнатамыз.

Жалпы математиканы оқыту әдістемесінің түрлері бағыттарында: оқыту процесін жақсарту, оқу пәндеріне қызығу бағытында жүргізіледі. Мазмұны жақын пәндердің өзара байланысы, тек тыңдаушылардың білімдерінің сапасын арттырып қана қоймай, алынған білімдерді іс-тәжірибеде пайдалану дайындығына ықпал етеді, тәлімгерлердің ғылыми дүниетанымын дамытады.

Соңғы жылдары зерттеушілердің дифференциалдық модельдерді құруға қызығушылықтары арта түсті. Қарастырылған мәселенің жүйелі көрінуін, табиғи құбылыстардың объективті өзара байланысының бейнесі ретінде қарастыруды ұйғарды.

Ғылымның дамып келе жатқан салаларының бірі – дифференциалдық теңдеу теориясын толығынан түсінуге, игеруге қажетті білімділік пен машықтықты бойға дарытатын тиянықты ілгері білімдер көлемін анықтау және ғылым мен техниканың дамуына сай дифференциалдық теңдеулер теориясының өрбуінің бағыттаушы идеялары мен тенденцияларын анықтау қажет болады. Дифференциалдық теңдеулер теориясының мазмұны абстрактылы - теориялық ойлауды, шығармашылық қабілетті жетілдіруді керек етеді және соған жетелейді. Жетілдіре оқытудың маңызды құрамының бірі ретінде тыңдаушылардың танымдық, шығармашылық ойлау қабілетін жандандыру саналады. Сонымен қатар игерілетін материалдың математикалық қабілетін қарқынды дамытатын, оларға терең тәрбиелік ықпалын тигізетін ұстанымдардың да маңызы айырықша.

Дифференциалдық теңдеулердің табиғи және өміршең есептерді шығаруда пайдаланатын ғажайып мүмкіндіктері оның сырттай қарағанда салқын, қызықсыз ғылым сияқты көрінетіндігін жеңеді. Ол тәлімерлердің математикаға деген ынтасын арттылып, қызығуға, ізденіске, біліммен сусындауға жетелейді. Сондықтан оқушыларды қызықтыра оқытып, оларды қолдай отыра, өз бетінше білім жинақтауға құштар ету оқыту үрдісінің барлық кезеңін жандандыруға әкеліп соғады.

Дифференциалдық теңдеулерге келтіретін есептерді шығару үшін оның теориясы мен әдістерін, көршілес пәндердің негізгі заңының, теориялық пайымдауларын қисынды - теориялық және практикалық бағытта түсіне отырып пайдалану керек. Дүниетанымдық көзқарасты қалыптастыруда дифференциалдық теңдеулер теориясының маңызы зор. Себебі оның ұғымдарын, формулаларын, әдістерін, алгоритмдерін механиктер, биологтар, экономистер және басқа да ғылым саласының мамандары жиі қолданылады. Сондықтан дифференциялдық теңдеулер пәні теориялық маңыздылығымен бірге қолданбалы математика саласына да жатады және ол жаратылыстану ғылымы мен техниканың көптеген мәселелерін зерттейді. Сол себептен мектептегі дарынды оқушылардың білімінің деңгейін кеңейту мақсатында дифференциалдық теңдеулерді математикадан факультатив сабақтарында қолдануға болады. Өйткені механиканың, астрономияның, физиканың, химияның, биологияның, космостық зерттеудің көптеген мәселелері дифференцалдық теңдеу құрып, оның шешімдерін табуға тіреледі. Дифференциалдық теңдеулерді оқыту кезінде, инженер - техникалық, химия -биологиялық, ақпараттық есептеу, физика және де басқа саладағы есептерді шығару барысында орнығатын біліктілік пен әрекет тәсілдері негізінде пәнаралық жаңа байланыстар қалыптасады. Ол есептердің шарттарын жүйелі түсіну, алға қойған мақсатты анықтап, оны жүзеге асыру үшін жоспар құру, жоспарды орындау үшін әдістер тану, шешу барысын кезендерге бөліп жүргізу, алған нәтижені зерттеп — сұрыптау, есептің жауабын тауып дәл тұжырым жасау үрдісі әртүрлі пәндерге сай өз өзгешіліктері болғанымен, ортақ қисынға, заңдылыққа бағынады. Ол заңдылықты пайдалану пәнаралық қатынасты жандандыра түседі.

Сөз соңында, дифференциалдық теңдеулер - бұл табиғат сөйлейтін тіл. Математика курсының тілдік аспектісі соңғы кезде математиканы оқыту әдістемесі облысындағы зерттеушілерді күннен күнге қызықтырып отыр. Болашақ студенттер бұл ойды түсінуі үшін дифференциалдық теңдеулердің алар орны ерекше. Дифференциалдық теңдеудің көмегімен жаратылыстану ғылымдарындағы ең негізгі проблеманың бірі - өзімізді қоршап тұрған табиғат құбылыстарының кейбір жасырын сырының қалай ашылғанын, оның өмірде қалай пайдаланатынын көрсетуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Жәутіков О.А. «Дифференциалдық теңдеулердің қолданылуы туралы Әңгіме». - Алматы: Ғылым, 1986.
2 Сулейменов Ж. «Бірінші ретті қарапайым дифференциалдық теңдеулер». Алматы, КазГУ. 1981.- 45 б
3.Альчинбаева А. «Дифференциалдық теңдеулер». Түркістан 2008 .[5-10]б.
4 Көлекеев К, Назарова К. «Дифференциалдық теңдеулер». Түркістан 2010 [11-12]б.
5 Сулейменов Ж.С. «Дифференциалдық теңдеулер курсы». Алматы.: Рауан,1991, 360 б.
6 Сулейменов Ж.С. «Дифференциалдық теңдеулер». 2-ші этап. Алматы.: Білім, 1996, 256 б.
7 Степанов В.В. «Курс дифференциальных уравнений». М., Физ.мат.гиз, 1959, 468 б.
8 Филлиппов А.Ф. «Сборник задач по дифференциальным уравнениям». М.: Наука, 1984, 128 б.
9 Пономарев К.К. «Составление дифференциальных уравнений». М., Наука, 1974.
10 Федорюк М.В. «Обыкновенные дифференциальные уравнения». М.: Наука, 1985,448 б.

УДК 002
ГРНТИ 05.25.00; 05.13.17

А.Ә. Айнабекова[1]

[1]*магистрантка 2 курса по специальности 6М060200 Информатика КазНУ им.Аль-Фараби*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМА

Аннотация

Химический состав нефтешламов зависит от их происхождения, специфики применяемых на предприятиях технологий добычи и переработки. Вместе с тем в состав любого нефтешлама всегда входят нефтяная часть, вода и механические примеси, при этом процентное содержание каждого из составляющих может варьироваться в широких пределах и требуют индивидуального подхода. Выявление опасности нефтеотходов позволяет оценить, степень воздействия, которые они оказывают или могут оказать на биогеоциноз, будучи размещены в биотопах.

В данной статье математическое моделирование термической переработки нефтешлама заключается в построении адэкватной математической модели с учетом протекания процессов переноса вещества и процессов теплообмена. Математическая модель включает дифференциальные уравнения в частных производных, решается система нестационарных уравнений тепло-и массопереноса и поскольку рассматривается движение нагретого газа через нефтешлам, присутствует конвективные члены.

Ключевые слова: Нефтешламы, термической переработки нефтешлама, математическая модель, численное моделирование, начальные условия, граничные условия

Аңдатпа

А.Ә. Айнабекова[1]

МҰНАЙ ШЛАМДАРЫН ҚАЙТА ӨҢДЕУДІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

[1]*Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ 6М060200-информатика мамандығының 2 курс магистранты*

Мұнай шыламдарының химиялық құрамы олардың шығу тегіне, өндіріс орындарында қолданылатын өндіру және қайта өңдеу ерекшелігіне байланысты. Сонымен қатар кез-келген мұнай шыламдарының құрамына әрқашан мұнай бөлігі, су және механикалық қоспалар кіреді, бұл ретте құрамындағы бұл заттардың пайыздық құрамы кең көлемде өзгеріп тұруы мүмкін, және де ол дербес көзқарасты қажет етеді. Мұнай қалдықтарының қауіптілігін анықтау олардың болашақта биотопта орналасуына байланысты биогеоценозға әсер етуі немесе әсер етуі мүмкіндігінің дәрежесін бағалауға көмектеседі.

Мақалада Мұнай шыламдарының термиялық өңделуін математикалық модельдеу ондағы жылу алмасуы мен заттың тасымалдану әрекетінің өтуіне байланысты барабар математикалық модель құрастырылады.

Математикалық модель дербес туындылардағы дифферинциалдық теңдеулерді қосады, жылу және массатасымалдануының тұрақсыз теңдеулерінің жүйесі шешіледі, және де мұнай шыламдары арқылы жылытылған газдың қозғалысы қарастырылып жатқандығынан конвекциялық мүшелер бар болады.

Түйін сөздер: Мұнай қалдықтары, мұнай қалдықтарын термиялық өңдеу, математикалық модель, сандық модельдеу, бастапқы шарт, шекаралық шарт.

Abstract

MODELING OF THE THERMAL METHOD OF OIL SLUDGE PROCESSING

Ainabekova A.A[1]

[1] 2th- course master specialty of computer science of KazNU named after Al-Farabi

The chemical composition of oil sludge depends on their origin, specificity of production and processing technologies used at enterprises. At the same time, the composition of any oil sludge always includes the oil part, water and mechanical impurities, while the percentage of each component can vary widely and require an individual approach. The identification of the danger of oil waste can be estimated. The degree of impact that they have or can have on biogeocenosis, being placed in biotopes.

This article Mathematical modeling of thermal processing of oil sludge consists in constructing an adequate mathematical model taking into account the course of material transport processes and heat exchange processes. The mathematical model includes partial differential equations, the system of non-stationary heat and mass transfer equations is solved, and since the motion of heated gas through oil sills is considered, convective terms are present.

Key words: Oil sludge, thermal processing of oil sludge, mathematical model, numerical modeling, initial conditions, boundary conditions

Нефтешламы (нефтяные шламы) - это сложные физико-химические смеси, которые состоят из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. Соотношение составляющих нефтешлам элементов может быть самым различным.

Химический состав нефтешламов зависит от их происхождения, специфики применяемых на предприятиях технологий добычи и переработки. Термические методы переработки нефтешламов основаны на процессах термического разложения нефтепродуктов. В итоге полного термического разложения нефтепродуктов образуются конечные продукты деструкции – CO_2 и H_2O. Наиболее распространен метод обезвреживания нефтезагрязненных грунтов – организованное сжигание в печах. Однако это дорогой процесс, при котором ценная углеводородная составляющая безвозвратно уничтожается. Поэтому на практике применяется еще так называемый пиролиз – высокотемпературный процесс глубокого бескислородного термического превращения нефтяного или газового сырья, заключающийся в деструкции исходных веществ с образованием продуктов меньшей молекулярной массы (в т. ч. простых веществ CO_2 и H_2O). В процессе бескислородного термического разложения образуются жидкие (смола пиролиза) и газообразные (пирогаз) продукты. Пиролиз более экологичен, чем сжигание, т. к. позволяет органическую часть отходов не превращать в токсичные продукты сгорания, а использовать как дополнительное топливо для сжигания отходов или конденсировать с получением побочных продуктов.

Способ переработки нефтешламов, состоящий в отделении нефтепродуктов от воды, с помощью перегретого пара и фильтрационной очистки, отличающийся тем, что:

1) подготовленный в зоне транспортировки нефтешлам, подогревают до температуры 22-47°C, перегретым паром, подаваемым под давлением от 0,3 до 0,5 МПа со скоростью расхода от 80 до 300 кг/ч при рабочей температуре пара от 105 до 170°C,

2) подогретый нефтешлам направляют в смеситель, где с помощью дозатора насыщают его реагентами;

3) в количестве 2,5-3,75 кг/м^3 нефтешлама, из смесителя, подготовленный нефтешлам сливают в технологическую емкость, производят его подогрев барботаж, обессоливание, удаление механических примесей;

4) полученный нефтешлам подвергают дренажу и направляют полученную смесь для отстоя;

5) отстаивают нефть с содержанием 0,1-1% воды, 40-160 мг/л хлорных солей, 0,01-0,05% механических примесей и сливают в автоцистерны;

6) производят нейтрализацию отходов нефтешлама в виде влажного загрязненного слоя кека в сыпучее инертное вещество;

Вместе с ростом добычи нефти, увеличением объемов ее переработки и транспортировки обостряются проблемы утилизации постоянно увеличивающихся нефтяных загрязнений и других токсичных отходов. Почему решение таких проблем важно для мирового сообщества? Главная причина тому − нефтеперерабатывающие заводы и предприятия наносят огромный ущерб окружающей среде и тем самым нарушают экологическую систему всей нашей планеты. [1]

Математическая модель

Уравнение параболического типа. Поскольку происходит движение нагретого газа через нефтешлам, присутствует конвективные члены. Поскольку прокалывание происходит с течением времени, уравнение является нестационарным. [2]

$$\begin{cases} \dfrac{\partial T}{\partial t} = -u\dfrac{\partial T}{\partial x} - u\dfrac{\partial T}{\partial y} + \dfrac{1}{\mathrm{Re}\,\mathrm{Pr}}\left(\dfrac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right) \\ \dfrac{\partial C}{\partial t} = -u\dfrac{\partial C}{\partial x} + \dfrac{1}{\mathrm{Re}\,Sc}\left(\dfrac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 C}{\partial y^2}\right) \end{cases}$$

Начальные и граничные условия

$$u\big|_{x=0} = u_0 \qquad \left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=L} = 0 \qquad u\big|_{y=H} = 0$$

$$u\big|_{y=0} = 0$$

$$u\big|_{t=0} = 0$$

$$v\big|_{x=0} = 0$$

$$v\big|_{y=0} = 0 \qquad T\big|_{t=0} = t_{01}$$

$$v\big|_{y=H} = 0 \qquad T\big|_{x=0} = t_{02}$$

$$v\big|_{t=0} = 0$$

$$v\big|_{x=L} = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial y}\right|_{y=0} = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial x}\right|_{x=L} = 0 \qquad \left.\frac{\partial T}{\partial y}\right|_{y=H} = 0$$

$$C\big|_{t=0} = C_{01}$$

$$\frac{\partial C}{\partial x}\,\big|_{x=L} = 0$$

$$C\,\big|_{x=0} = C_{02}$$

$$Sc = 0.2 \qquad \left.\frac{\partial C}{\partial y}\right|_{y=0} = 0 \qquad \left.\frac{\partial C}{\partial y}\right|_{y=H} = 0$$

Обезразмеривание уравнение

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial T}{\partial x} + a\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$$T=\frac{T}{T_0};\quad t=\frac{t}{(\frac{L}{u_0})};\quad x=\frac{x}{L};\quad u=\frac{u}{u_0}$$

$$\frac{u_0T_0}{L}\times\frac{\partial T}{\partial t}=-\frac{T_0u_0u}{L}\times\frac{\partial T}{\partial x}+\frac{T_0a}{L^2}\times\frac{\partial^2T}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t}=-u\frac{\partial T}{\partial x}+\frac{a}{Lu_0}\times\frac{\partial^2T}{\partial x^2}$$

$$\frac{a}{Lu_0}=\frac{a\nu}{Lu_0\nu}=\frac{1}{\mathrm{Re}\times\mathrm{Pr}},\text{ где }\quad \mathrm{Re}=\frac{u_0L}{\nu};\quad \mathrm{Pr}=\frac{\nu}{a}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t}=-u\frac{\partial T}{\partial x}+\frac{1}{\mathrm{Re}\,\mathrm{Pr}}\times\frac{\partial^2T}{\partial x^2}$$

Начальные и граничные условия. Значения параметров

$$T\big|_{i=0}=350$$

$$\frac{\partial T}{\partial x}\big|_{i=l}=0$$

$$T\big|_{n=0}=0$$

$$\nu=5\times10^6$$

$$\mathrm{Pr}=0.7$$

Аппроксимация уравнения

В моделируемой задаче нет возмущений, поэтому свойство транспортивности можем не проверять.

Конвективный член аппроксимируем центральной разностью, поэтому появление искусственной схемной вязкости также не учитываем.

Явная схема

$$\frac{T_i^{n+1}+T_i^n}{\Delta t}=-u\frac{T_{i+1}^n-T_{i-1}^n}{\Delta x}+\frac{1}{\mathrm{Re}\times\mathrm{Pr}}?\frac{T_{i+1}^n-2T_i^n+T_{i-1}^n}{\Delta x^2}$$

$$T_i^{n+1}=T_{i-1}^n(\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2}+\frac{u\Delta t}{\Delta x})-T_i^n(1+2\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2})+T_{i+1}^n(\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2}-\frac{u\Delta t}{\Delta x}),$$

где $\lambda=\frac{1}{\mathrm{Re}\times\mathrm{Pr}},\quad \frac{\Delta t\lambda}{x^2}\le\frac{1}{2},\quad \frac{u\Delta t}{x}\le1$

Неявная схема

$$\frac{T_i^{n+1}-T_i^n}{\Delta t}=-u\frac{T_{i+1}^{n+1}-T_{i-1}^{n+1}}{\Delta x}+\frac{1}{\mathrm{Re}\times\mathrm{Pr}}\times\frac{T_{i+1}^{n+1}-2T_i^{n+1}+T_{i-1}^{n+1}}{\Delta x^2}$$

$$T_i^n=T_{i-1}^{n+1}(\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2}+\frac{u\Delta t}{\Delta x})-T_i^{n+1}(1+2\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2})+T_{i+1}^{n+1}(\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2})+T_{i+1}^{n+1}(\frac{\Delta t\lambda}{\Delta x^2}-\frac{u\Delta t}{\Delta x}),$$

где $\lambda = \frac{1}{\mathrm{Re}\times \mathrm{Pr}}$

Задача потери концентрации

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -u\frac{\partial C}{\partial x} + D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

$$C = \frac{C}{C_0}; \quad t = \frac{t}{(\frac{L}{u_0})}; \quad x = \frac{x}{L}; \quad u = \frac{u}{u_0}$$

$$\frac{u_0 C_0}{L}\times\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{C_0 u_0 u}{L}\times\frac{\partial C}{\partial x} + \frac{C_0 D}{L^2}\times\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -u\frac{\partial C}{\partial x} + \frac{D}{Lu_0}\times\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

$$\frac{D}{Lu_0} = \frac{D\nu}{Lu_0\nu} = \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}, \text{ где } \mathrm{Re} = \frac{u_0 L}{\nu}; \quad Sc = \frac{\nu}{D}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -u\frac{\partial C}{\partial x} + \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}\times\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Начальные и граничные условия
Значения параметров

$$C\big|_{i=0} = 1$$

$$\frac{\partial C}{\partial x}\Big|_{i=l} = 0$$

$$C\,\big|_{n=0} = 1$$

$$Sc = 0.2$$

Аппроксимация уравнения
Явная схема

$$\frac{C_i^{n+1} - C_i^n}{\Delta C} = -u\frac{C_{i+1}^n - C_{i-1}^n}{\Delta x} + \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}\times\frac{C_{i+1}^n - 2C_i^n + C_{i-1}^n}{\Delta x^2}$$

$$C_i^{n+1} = C_{i-1}^n\left(\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2} + \frac{u\Delta C}{\Delta x}\right) - C_i^n\left(1 + 2\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2}\right) + C_{i-1}^n\left(\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2} - \frac{u\Delta C}{\Delta x}\right),$$

где $\lambda = \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}, \quad \frac{\Delta C\alpha}{x^2} \le \frac{1}{2}$

Неявная схема

$$\frac{C_i^{n+1} - C_i^n}{\Delta C} = -u\frac{C_{i-1}^{n+1} - C_{i-1}^{n+1}}{\Delta x} + \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}\times\frac{C_{i+1}^{n+1} - 2C_i^{n+1} + C_{i-1}^{n+1}}{\Delta x^2}$$

$$C_i^n = C_{i-1}^{n+1}(\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2}+\frac{u\Delta C}{\Delta x}) - C_i^{n+1}(1+2\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2}) + C_{i+1}^{n+1}(\frac{\Delta C\alpha}{\Delta x^2}-\frac{u\Delta C}{\Delta x}),$$

где $\alpha = \frac{1}{\mathrm{Re}\times Sc}$

Список использованной литературы

1 Мазлова Е.А., Мещеряков С.В. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. Москва, 2001.

2 Балакаева Г.Т., Микебаева Э., Онгарбаев Е., Сафонов М. Численное моделирование тепло- и массопереноса в реакторе непрерывного перемешивания низкотемпературного окисления нефтешламов. Вестник КазГУ, серия химическая, №3, 2001г.

3 Карабалин, У.С. Эксплуатация морских нефтегазовых месторождений/ У.С. Карабалин, М.М. Ермеков. - Алматы: Эверо,2004.

4 Джиембаев, К.И. Сбор и подготовка скважинной продукции на нефтяных месторождениях / К.И. Джиембаев -Алматы, 2000.

5 Калешева, Г.Е. Курс лекции по дисциплине: Разработка нефтяных месторождений / сост. Г.Е. Калешева. - Уральск: ЗКЦНТИ, 2006. – 35с.

УДК 517.958: 532.5
ГРНТИ 27.35.25

Ж.Д. Байшемиров[1], *А.С. Бердышев*[2]

[1]*PhD доктор, старший преподаватель Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете, г.Алматы, Казахстан*
[2]*д.ф.-м.н., профессор Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете, г.Алматы, Казахстан*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УПРУГИХ ГОРНЫХ ПОРОД НА МАКРОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЕ

Аннотация

В данной работе рассматривается процесс выщелачивания неизотермических упругих горных пород на макроскопическом уровне. Выбирается более точный путь от точного описания в масштабе пор к макроскопическому описанию через усреднение. Все методы усреднения предполагают наличие малого параметра $\varepsilon > 0$. Процесс усреднения состоит из двух частей: изучение семейства решений математической задачи, которая зависит от малого параметра ε и предельный переход когда малый параметр ε стремится к нулю. Любая физическая задача содержит безразмерные параметры, которые характеризуют эту задачу. Некоторые из них могут быть малыми, некоторые большими, но все они фиксированы и мы не можем их менять. С другой стороны, когда физическая проблема была сформулирована как математическая задача, мы можем рассмотреть семейство математических задач с переменным малым параметром и рассматривать приближенные математические задачи (усреднения), при стремлении малого параметра к нулю.

Ключевые слова: математическое моделирование, выщелачивание, закон Дарси, уравнения диффузии, уравнение теплопроводности, концентрация.

Аңдатпа

Ж.Д. Байшемиров[1], *А.С. Бердышев*[2]

МАКРОСКОПИЯЛЫҚ ДЕҢГЕЙДЕ ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ЕМЕС СЕРПІМДІ ЖЫНЫСТАРДЫ ШАЙМАЛАУДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

[1]*PhD доктор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*ф.-м.ғ.д., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының профессоры, Алматы қ., Қазақстан*

Осы мақалада макроскопиялық деңгейде изотермиялық емес серпімді жыныстарды шаймалау үдерісі қарастырылады. Макроскопиялық сипаттамаға орташалау арқылы дәлірек сипаттамалардан бастап, кеуектік масштабтағы дәлірек нұсқадан дәлірек жол таңдалады. Барлық орташаланған әдістер шағын параметр болуын болжайды. орташаланған процесі екі бөліктен тұрады: мәселенің математикалық шешімдер отбасы зерттеу, шағын параметр байланысты, сондай-ақ шағын параметр нөлге ұмтылады кезде шегіне қойылатын көшетін. Кез келген физикалық мәселе бұл мәселені сипаттайтын өлшемсіз параметрлерді қамтиды. Олардың кейбіреулері кішкентай болуы мүмкін, кейбіреулері үлкен, бірақ бәрі бекітілген, біз оларды өзгерте алмаймыз. физикалық проблема математикалық проблема ретінде тұжырымдалған болатын кезде, екінші жағынан, біз шағын параметр нөлге ұмтылады кезде, шағын параметр айнымалылар математикалық проблемаларды қарастыру және шамамен математикалық есептерді (құрайды) қарастыруға болады.

Түйін сөздер: математикалық модельдеу, шаймалау, Дарси заңы, диффузиялық теңдеулер, жылу өткізгіштік теңдеуі, концентрация.

Abstract

MATHEMATICAL MODELING OF LEASING OF NON-ISOTHERMAL ELASTIC ROCKS AT THE MICROSCOPIC LEVEL

Baishemirov Zh.D. [1], Berdyshev A.S. [2]
[1]PhD, Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
[2]Dr.Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

In this paper, the process of leaching non-isothermal elastic rocks at a macroscopic level is considered. A more accurate way is chosen from an accurate description on a pore scale to a macroscopic description through averaging. All averaging methods assume the presence of a small parameter. The averaging process consists of two parts: the study of the family of solutions of the mathematical problem, which depends on the small parameter and the limiting transition when the small parameter tends to zero. Any physical problem contains dimensionless parameters that characterize this problem. Some of them may be small, some large, but they are all fixed and we can not change them. On the other hand, when the physical problem was formulated as a mathematical problem, we can consider a family of mathematical problems with a variable small parameter and consider approximate mathematical problems (averaging) when the small parameter tends to zero.

Key words: mathematical modeling, leaching, Darcy law, diffusion equations, heat equation, concentration.

Математическая модель. Пусть $\chi(x,t)$ характеристическая функция порового пространства $\chi=1$ в $\Omega^f(t)$ и $\chi=0$ в $\Omega^s(t)$. В начале рассмотрим давление $q=p-p^0(x,t),$ где $p^0(x,t)=p^{\pm}(x,t)$ при $x\in S^{\pm}$. С этим давлением динамическое уравнение и граничное условие примут вид

$$\nabla\cdot(\alpha_\mu \mathsf{D}(v,x))-\nabla q=f\equiv\nabla p^0, x\in\Omega^f(t), 0<t<t_0, \tag{1}$$

$$(\alpha_\mu \mathsf{D}(v,x)-q\mathsf{I})\cdot n=0, x\in S^{\pm}, 0<t<t_0. \tag{2}$$

Для того чтобы получить интегральное тождество для скорости, умножим уравнение Стокса на гладкую функцию $\varphi(x,t)$, равной нулю на $\Gamma(t)$ и проинтегрируем по области $\Omega^f(t)$

$$\int_{\Omega^f(t)}(\alpha_\mu \mathsf{D}(v,x):\mathsf{D}(\varphi,x)-q\nabla\cdot\varphi+f\cdot\varphi)dx=0. \ (3)$$

$$\int_{\Omega_{t_0}}((\chi\rho_f+(1-\chi)\rho_s)\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\rho_f v\cdot\nabla\varphi)dxdt=0, (4)$$

с произвольной гладкой функцией φ на S^+ и S^-, при $t=0$ и $t=t_0$. В (2) $\Omega_{t_0}=\Omega\times(0,T)\subset\mathsf{R}^4$.

Уравнение диффузии, транспортное уравнение и уравнение теплопроводности эквивалентны интегральному тождеству с гладкой функцией равной нулю при $t=t_0$ и на границах $S^{\pm}$:

$$\int_{\Omega_T}\chi((c+\frac{1}{\gamma})\frac{\partial\xi}{\partial t}-(\alpha_c\nabla c-\mathbf{v}c)\cdot\nabla\xi)dxdt=-\int_{\Omega}\chi_0(\mathbf{x})(c_0(\mathbf{x})+\delta)\xi(\mathbf{x},0)dx, \tag{5}$$

$$\int_{\Omega_{t_0}}\chi(c_i\frac{\partial\psi}{\partial t}+(c_i-\frac{\rho_s c_i^0}{(\rho_s-\rho_f)})v\cdot\nabla\psi)dxdt=0, i=1,...,n \tag{6}$$

$$\int_{\Omega_{t_0}} \chi(\theta\frac{\partial\xi}{\partial t} - \kappa\nabla\theta\cdot\nabla\xi)dxdt = -\int_{\Omega}\chi_0(x)\theta_0(x)\xi(x,0)dx, \qquad (7)$$

Как известно из [2], некоторые пределы интегрального тождества (3) в результате дают закон Дарси $v = -\dfrac{1}{\mu_1}\mathrm{B}(\nabla q + f)$.

Для всех физических задача в скальных породах есть естественный физический параметр, отношение $\varepsilon_0 = l/L$, где l средний размер пор. Основное предположение - это поведение безразмерных параметров

$$\alpha_\mu = \mu_1\varepsilon^2 + \mathrm{o}(\varepsilon^2), \alpha_c = D_0 + \mathrm{o}(\varepsilon), \qquad (8)$$

где μ_1 и D_0 некие положительные константы.

После рассмотрим начально - краевую задачу (3) - (6) с функцией

$$\chi = \chi^\varepsilon(x,t) = \chi(x,t,\frac{x}{\varepsilon}) \equiv \chi(x,t,y),$$

которая 1- периодическая по $y \in Y = (0,1)^3$, характеризует связное поровое пространство $\Omega^f(t)$,и пусть $v^\varepsilon(x,t)$, $q^\varepsilon(x,t)$, $c^\varepsilon(x,t)$ и $c_i^\varepsilon(x,t), i = 1,...,n$, являются решением этой задачи.

Теперь воспользуемся известной формулой [3] для 1 – периодической по y и τ функции $\Phi(x,t,y,\tau)$

$$\lim_{\varepsilon\to 0}\int_{\Omega_{t_0}}\Phi(x,t,\frac{x}{\varepsilon})dxdt = \int_{\Omega_{t_0}}(\int_Y\Phi(x,t,y)dy)dxdt, \qquad (9)$$

которая выражает понятие двухмасштабной сходимости [4-6], и переходим к пределу при $\varepsilon \to 0$ в интегральных тождествах (3)-(6).

Выберем сходящиеся двухмасштабные подпоследовательности $\{v^{\varepsilon_k}(x,t)\}$, $\{q^{\varepsilon_k})\})$, $\{c^{\varepsilon_k}(x,t)\}$ и $\{c_i^{\varepsilon_k}(x,t)\}$, $i = 1,...,n$, при $\varepsilon_k \to 0$ следующим образом

$$v^{\varepsilon_k}(x,t) = V(x,t,\frac{x}{\varepsilon_k}) + \mathrm{o}(\varepsilon_k), q^{\varepsilon_k}(x,t) = q(x,t) + \mathrm{o}(\varepsilon_k),$$

$$c^{\varepsilon_k}(x,t) = c(x,t) + \mathrm{o}(\varepsilon_k),\ \theta^{\varepsilon_k}(x,t) = \theta(x,t) + \mathrm{o}(\varepsilon_k),\ c_i^{\varepsilon_k}(x,t) = c_i(x,t) + \mathrm{o}(\varepsilon_k),$$

$$\nabla c^{\varepsilon_k}(x,t) = \nabla c(x,t) + \nabla_y C(x,t,x/\varepsilon_k) + \mathrm{o}(\varepsilon_k), \qquad (10)$$

где $V(x,t,y)$, $C(x,t,y)$ 1-периодические по y функции.

Для того чтобы получить (7) выберем в интегральном тождестве (3) в качестве пробной функции $\varphi = \zeta(x,t)\varphi_0(\dfrac{x}{\varepsilon})$, где $\varphi_0(y)$ соленоидальная гладкая функция, равная нулю на $\gamma(t)$.

После использования представления (8) и (10), получим интегральное тождество

$$0 = \int_{\Omega_{t_0}}\zeta(x,t)\chi^\varepsilon(\alpha_\mu\mathrm{D}(v^\varepsilon,x):\mathrm{D}(\varphi_0,x)) + (\nabla q^\varepsilon + f)\cdot\varphi_0(\frac{x}{\varepsilon}))dxdt + \mathrm{o}(\varepsilon) =$$

$$\int_{\Omega_{t_0}}\zeta(x,t)\chi^\varepsilon(\varepsilon^2\mu_1\mathrm{D}(V(x,t,\frac{x}{\varepsilon}),x):\mathrm{D}(\zeta(x,t)\varphi_0(\frac{x}{\varepsilon})) + f\cdot\varphi_0(\frac{x}{\varepsilon}))dxdt +$$

$$\int_{\Omega_{t_0}}\zeta(x,t)\chi^\varepsilon\nabla q\cdot\varphi_0(\frac{x}{\varepsilon})dxdt + \mathrm{o}(\varepsilon) = I_1 + I_2 + \mathrm{o}(\varepsilon).$$

В силу произвольного выбора функций $\zeta(x,t)$ и $\varphi_0(y)$ последнее тождество представим в виде дифференциального уравнения в области Π_f :

$$-\frac{\mu_1}{2}\Delta_y V+\nabla_y Q+\nabla q+f=0 \tag{11}$$

Граничное условие $V=0$ следует из тождества $V(x,t,y)(1-\chi(x,t,y))=0,\quad (y\in Y)$, которое является двухмасштабным пределом тождества $v^\varepsilon(x,t)(1-\chi(x,t,\frac{x}{\varepsilon}))=0,\quad x\in Y.$ Произвольный выбор функций φ_0 и φ_1 в результате дают $\nabla\cdot V=0$ микроскопическое уравнение неразрывности в Y_f

Пусть $v(x,t)=\langle V\rangle=\int_Y V(x,t,y,\tau)dy,$ и $\frac{2}{\mu_1}(\nabla q+f)=\sum_{i=1}^{3}z_i(x,t)e_i,$ где $\{e_1,e_2,e_3\}$ стандартный ортогональный декартов базис в R^3. Возвращаясь (7) получим следующее, $v=\sum_{i=1}^{3}\langle V^i\rangle_Y z_i=-\frac{1}{\mu_1}\mathrm{B}\cdot(\nabla q+f)$, где $\mathrm{B}=2\sum_{i=1}^{3}\langle V^i\rangle_Y\otimes e_i$.

В силу произвольного выбора $\varphi(x,t)$ последнее равенство эквивалентно дифференциальному уравнения в области Ω_{t_0} :

$$\frac{\partial m}{\partial t}=\frac{\rho_f}{\rho_s-\rho_f}\nabla\cdot v \tag{12}$$

Функции $C^{(i)}(x,t,y)$ и $\Theta^{(i)}(x,t,y)$ являются решениями периодических граничных задач [6]

$$\nabla_y\cdot(\chi(x,t,y)(\nabla_y C^{(i)}(x,t,y)+e_i))=0,y\in Y. \tag{13}$$

$$\nabla_y\cdot(\chi(x,t,y)(\nabla_y\Theta^{(i)}(x,t,y)+e_i))=0,y\in Y. \tag{14}$$

Проведя аналогичные рассуждения, что и выше для уравнения теплопроводности получим, тогда

$$\frac{\partial}{\partial t}(m\theta)=\kappa\nabla\cdot(\mathrm{A}\cdot\nabla\theta), \tag{15}$$

Для получения макроскопического транспортного уравнения для концентраций продуктов химической реакции используем представление (10) и после перейдем к пределу при $\varepsilon\to 0$ в интегральном тождестве для концентраций продуктов химической реакции

$$I_i^\varepsilon\equiv\int_{\Omega_{t_0}}\chi^\varepsilon(c_i^\varepsilon\frac{\partial\psi}{\partial t}+(c_i^\varepsilon-\frac{\rho_s c_i^0}{(\rho_s-\rho_f)})v^\varepsilon\cdot\nabla\psi)dxdt=0,i=1,...,n, \tag{16}$$

которое выполняется для произвольной гладкой функции ψ, равной нулю на границе S^-, и при $t=t_0$

Используя уравнение неразрывности (12) получим следующее транспортное уравнение

$$m\frac{\partial c_i}{\partial t}+v\cdot\nabla c_i=\frac{\rho_s}{\rho_f}(c_i-c_i^0) \tag{17}$$

для концентраций продуктов химической c_i $i=1,...,n$ в области Ω_{t_0}.

Окончательно получим систему дифференциальных уравнений описывающих физический процесс на макроскопическом уровне. Эта система состоит из закона Дарси (1.а); неоднородного уравнения неразрывности (1.b); для скорости и давления жидкости, конвективного уравнения диффузии (1.c); для кислоты уравнения теплопроводности (1.d); для температуры и транспортных уравнений (1.e):

$$v = -\frac{1}{\mu_1}\mathrm{B}(\nabla q + f) \tag{1.a}$$

$$\nabla \cdot v = \delta\frac{\partial m}{\partial t},\ \delta = \frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f}, \tag{1.b}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(m(c + \frac{1}{\gamma})) = \nabla \cdot (\alpha_c \mathrm{A} \cdot \nabla c - cv) \tag{1.c}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(m\theta) = \kappa\nabla \cdot (\mathrm{A} \cdot \nabla\theta), \tag{1.d}$$

$$m\frac{\partial c_i}{\partial t} + v \cdot \nabla, c_i = \frac{\rho_s}{\rho_f}(c_i - c_i^0) \tag{1.e}$$

Задача замыкается следующими начальными и граничными условиями.

На закачивающей скважине $S^+ \subset \partial\Omega$ при $0 < t < t_0$ давление жидкости и концентрации кислоты и продуктов химической реакции известные функции

$$p = p^+(x,t),\ c_i = 0, i = 1,...,n,\ c = c^+(x,t). \tag{2.a}$$

На добывающей скважине $S^- \subset \partial\Omega$ при $0 < t < t_0$

$$p = p^-(x,t),\ \nabla\theta \cdot n = 0,\ c = c^+(x,t). \tag{2.b}$$

На непроницаемой границе $S^0 \subset \partial\Omega$ при $0 < t < t_0$

$$\nabla c \cdot n = 0,\ \nabla\theta \cdot n = 0,\ v \cdot n = 0. \tag{2.c}$$

Список использованной литературы

1 *Golfier F., Zarcone C., Bazin B., Lenormand R., Lasseux D. and Quintard M. On the ability of a Darcy-scale model to capture wormhole formation during the dissolution of a porous medium // Journal of Fluid Mechanics. – 2002. –Vol. 457. -P. 213 -- 254.*

2 *Kalia N., Balakotaiah V. Effect of medium heterogeneities on reactive dissolution of carbonates // Chemical Engineering Science. -2009. Vol. 64. – P. 376 -- 390.*

3 *Cohen C. E., Ding D., Quintard M., Bazin B. From pore scale to wellbore scale: Impact of geometry on wormhole growth in carbonate acidization // Chemical Engineering Science. -2008. –Vol.63. –P. 3088 -- 3099.*

4 *Panga M.K.R.,Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes incarbonate acidization // A.I.Ch.E.Journal. -2005. – Vol. 51. –P. 3231 -- 3248.*

5 *Burridge R., Keller J. B. Poroelasticity equations derived from microstructure // Journal of Acoustic Society of America. -1981. –Vol. 70. -P.1140 -- 1146.*

6 *Sanchez-Palencia E. 1980 Non-Homogeneous Media and Vibration Theory. Lecture Notes in Physics, Springer-Verlag, New York 129.*

УДК 620.27
ГРНТИ 30.51.31

Ж.Д. Байшемиров[1], А.Б. Жанбырбаев[2], Т. Фархадов [2]

[1]PhD доктор, старший преподаватель Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете имени Абая, г.Алматы, Казахстан
[2,3] к.ф.-м.н., старший преподаватель Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ЧИСЛЕННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СМАЧИВАЕМОСТИ

Аннотация

В данной работе рассматриваются сравнительные анализы полученных результатов химической композиционной модели. В ходе исследования было обнаружено, что широко используемый подход в существующих химических композиционных симуляторах пласта оценивает влияние адсорбции на перенос компонента достаточно хорошо, но не удовлетворяет закону сохранения компонентов. Уравнение сохранения энергии не учитывает каких-либо изменений объема пор из-за адсорбции вовсе. В представленный новый подход к моделированию сокращения объема пор из-за адсорбции, который более точно удовлетворяет законам сохранения массы и энергии и позволяет применять последовательный неявный подход к решению. В некоторых ситуациях, таких как существенного изменения эффективного размера пор из-за адсорбции, эти улучшения в модели важны, чтобы должным образом моделировать физические явления, происходящие в нефтяных пластах.

Ключевые слова: математическое моделирование, химическая композиционная модель, насыщенность, адсорбция, пористость.

Аңдатпа

Ж.Д. Байшемиров[1]*, А.Б. Жаңбырбаев*[2]*, Т. Фархадов*[2]

ДЫМҚЫЛДАНУ ӨЗГЕРІСТЕРІ ҮРДІСТЕРІ ҮШІН ХИМИЯЛЫҚ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІН САНДЫҚ ТЕСТІЛЕУ

[1]*PhD доктор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан*

[2,3]*ф.-м.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан*

Бұл мақалада химиялық композициялық моделінің нәтижелеріне салыстырмалы талдау қарастырылады. Зерттеу барысында қолданыстағы мұнай қабаттарының химиялық композициялық симуляторларында кеңінен қолданылатын әдіс адсорбцияның компонент ауысуына әсерін өте жақсы бағалайтыныдығы, бірақ компоненттердің сақталу заңын қанағаттандырмайтындығы анықталды. Энергияны сақтау теңдеуі адсорбция әсерінен кеуектік көлемнің өзгеруін ескермейді. Адсорбция әсерінен кеуектердің көлемінің азаюын модельдеуге ұсынылған жаңа тәсіл массаның және энергияның сақталу заңдылықтарын неғұрлым дәл қанағаттандырады және шешімге дәйекті жабық көзқарас қолдануға мүмкіндік береді. Адсорбция әсерінен кеуектер мөлшерінің өзгеріуі сияқты кейбір жағдайларда модельдегі осындай жақсартулар мұнай қабаттарында кездесетін физикалық құбылыстарды дұрыс модельдеу үшін маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: математикалық модельдеу, химиялық композициялық модель, қаныққандық, адсорбция, кеуектілік.

Abstract

Baishemirov Zh.D. [1]*, Zhanbyrbaev A.B. 2, Farhadov T.* [2]

NUMERICAL TESTING OF A CHEMICAL COMPOSITE MODEL FOR THE PROCESSES OF CHANGES OF WEAVING

[1]*PhD, Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

[2,3] *Cand.Sci. (Phys.-Math.), Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

In this paper, comparative analyzes of the results of the chemical composition model are considered. In the course of the study, it was found that the widely used approach in existing chemical composite formation simulators assesses the effect of adsorption on the transfer of the component fairly well, but does not satisfy the law of conservation of components. The equation of conservation of energy does not take into account any changes in the pore volume due to adsorption at all. In the presented new approach to modeling the reduction in pore volume due to adsorption, which more accurately satisfies the laws of conservation of mass and energy and allows us to apply a consistent implicit approach to the solution. In some situations, such as a significant change in the effective pore size due to adsorption, these improvements in the model are important to properly model physical phenomena occurring in oil strata.

Key words: mathematical modeling, chemical composition model, saturation, adsorption, porosity.

Рассматриваем вычисление поведения фазы для смеси воды, нефти и сурфактанта [1]. Эффект щелочи на поведении фазы раскрыт в этом пункте. Присутствие щелочи затрагивает эффективную соленость и вызывает изменение в границах фазы. Влияние щелочи на растворимость учитывается путем сдвига максимальной высоты бинодали. Количество спирта, что в перегородке избыточной фазы моделируется либо постоянными коэффициентами разбиения, как в модели Hirasaki [2], или в зависимости от общей массы композиции с концепцией пвесдокомпонента и псевдофазе как в модели Provoust [3]. Фазовое поведение моделируется как в тетраэдрической диаграмме при фиксированной солености. Псевдо компоненты являются поверхностно-активными веществами: спирт, нефть, и вода. Параметры фазового поведения, такие как бинодали, точка косы и инвариантной точки вычисляются как функция эффективной солености с использованием правила Hand [4].

Два варианта доступных в UTCHEM для расчета разбиения щелочи основаны на моделях Hirasaki и Prouvost. Модель Hirasaki принимает постоянный коэффициент раздела, тогда как результаты эксперимента показывают, что коэффициенты раздела щелочи меняются в зависимости от общего состава. Следующие интенсивные параметры состава определены в модели:

$$\lambda_j = \frac{C_K^1}{C_1}, \quad \gamma_j = \frac{C_K^2}{C_2}, \quad \sigma_j = \frac{C_K^3}{C_3}, \tag{1}$$

где для $k = 7$, значение индекса $j = 1$ и для $k = 8$, $j = 2$. C_1, C_2, и C_3 - полная вода, нефть, и фракции объема сурфактанта. Верхние индексы 1,2,3 представляют ассоциацию щелочи.

Поэтому, C_7^1 является объемом щелочи 7 (в Utchem) в водной фазе, и C_8^1 является объемом щелочи 8 в водной фазе. Коэффициенты распределения используемые в модели Hirasaki могут быть определены, пользуясь вышеупомянутыми параметрами:

$$K_K^2 = \frac{\gamma_j}{\lambda_j}, \quad K_K^3 = \frac{\sigma_j}{\lambda_j} \tag{2}$$

Следующие термодинамические константы используемые в модели: $w1$ - коэффициент раздела многомерного щелочи; k_1 - самоассоциация константы мономерного спирта 7 в олеиновой псевдофазе; A - отношение молярного объема мономерного спирта 7 до эквивалентного молярного объема поверхностно-активного вещества; k_{W1}, k_{W2}, k_2 и b - аналогичные константы для спирта 8.

Вышеупомянутые параметры введены к симулятору. Существенный баланс дает следующие отношения:

$$C_K = \frac{A_j C_1}{D_j + \gamma_j C_2} + \frac{B_j C_3}{E_j} \quad \text{при } k = 7,\ j = 1,\ k = 8,\ j = 2, \tag{3}$$

где

$$A_1 = \gamma_1 k_{W1}[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)], \ \ B_1 = a\gamma_1 k_{m1}[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)]$$
$$D_1 = \{[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)][1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2 - k_{w2})] - \gamma_1 k_{W1}[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)]\}$$
(4)
$$E_1 = \{[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)][1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2 - k_{w2})] - \gamma_1 k_{m1}[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)]\}$$

$$A_2 = \gamma_2 k_{W2}[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)], \ B_2 = b\gamma_2 k_{m2}[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)]$$
$$D_2 = \{[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)][1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1 - k_{w1})] - \gamma_2 k_{W2}[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)]\}$$
(5)
$$E_2 = \{[1 + \gamma_1 + \gamma_2(1 + k_2)][1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1 - k_{w1})] - \gamma_2 k_{m2}[1 + \gamma_2 + \gamma_1(1 + k_1)]\}$$

C_7 и C_8 в целом объемная доля спирта 7 и 8 в сеточном блоке и известны значения от решения сохранения вида уравнений. Используя итерационный метод Ньютона Рэфсона, и остальные четыре интенсивные параметры рассчитываются:

$$\lambda_j = \frac{A_j}{D_j} \quad \text{для } \mathrm{j} = 1,2$$

и $$\sigma_j = \frac{B_j}{E_j} \quad \text{для } \mathrm{j} = 1,2 \tag{6}$$

После того, определяется коэффициент спирта K_K^2 и K_K^3 в точках λ_j, γ_j и σ_j по (2). Если использован только один щелочь, то уравнение (3) сокращается к следующему кубическому уравнению:

$$A'\gamma^3 + B'\gamma^2 + C'\gamma + D' = 0 \tag{7}$$

где

$$A' = (1 + k - k_m)(1 + k - k_w)$$
$$B' = k_w(1 + k - k_m)\frac{C_1}{C_2} + ak_m(1 + k - k_m)\frac{C_3}{C_2} - (1 + k - k_m)\frac{C_1}{C_2} + 2 + 2k - k_m - k_w)$$

$$C' = k_w \frac{C_1}{C_2} + ak_m \frac{C_3}{C_2} - (2 + 2k - k_m - k_w)\frac{C_1}{C_2} + 1,$$

$$D' = \frac{C_7}{C_2} \qquad (8)$$

Затем коэффициенты распределения вычисляются, используя:

$$K_7^2 = \frac{1+\gamma(1+k-k_w)}{k_w},\ K_7^3 = \frac{ak_m[1+g(1+k-k_w)]}{k_w[1+g(1+k-k_m)]} \qquad (9)$$

Для двух видов ПАВ, общие объемы щелочи связаны с общими объемами воды (C_1), нефть (C_2) и сурфактанта (C_3) псевдо компоненты:

$$C_K = \lambda_j C_1 + \gamma_j C_2 + \sigma_j C_3 \quad \text{для} \ \ \mathrm{k}=7,\mathrm{j}=1;\mathrm{k}=8,\mathrm{j}=2$$

(10)

Вышеупомянутые уравнения, могут быть записаны коэффициентов раздела щелочи как:

$$C_K = \lambda_j C_1 + \lambda_j K_K^2 C_2 + \lambda_j K_K^3 C_3 \quad \text{для} \ \ \mathrm{k}=7,\mathrm{j}=1;\mathrm{k}=8,\mathrm{j}=2$$

(11)

вышеупомянутых уравнений параметры λ_j определены как:

$$\lambda_j = \frac{C_K}{C_1 + K_K^2 C_2 + K_K^3 C_3} \quad \text{для} \ \ \mathrm{j}=1,2$$

(12)

λ_j используется в вычислении псевдокомпонентов, которые являются вершинами псевдотроичной диаграммы.

C_{P1} = (*объем воды*)+(*объемы щелочи связанная с водой*)= $C_1\left(1+\lambda_1+\lambda_2\right)$ (13)

C_{P2} = (*объем нефти*) + (*объем щелочи связанная с нефтью*) =

$$\mathrm{C}_2(1+\gamma_1+\gamma_2) = \mathrm{C}_3(1+\gamma_1 K_7^2 + \gamma_2 K_8^2) \qquad (14)$$

C_{P3} = (*объем воды*) + (*объем щелочи связались с водой*)=

$$\mathrm{C}_3(1+\sigma_1+\sigma_2) = \mathrm{C}_3(1+\gamma_1 K_7^3 + \gamma_2 K_8^3) \qquad (15)$$

Расчет объемов псевдокомпонентов приводится ниже:

1. Используя итерацию Ньютона-Рафсона, вычислить γ_1 и γ_2 из уравнений (1) и (2).

2. Расчет λ_j и σ_j с помощью уравнения (6).

3. a) расчет K_K^2 и K_K^3 с помощью уравнения (2). Если существует один спирт. Использовать уравнение (7) для расчета γ. Затем рассчитать коэффициенты распределения с помощью уравнений (9); b) если использован коэффициент постоянного распределения, K_K^2 и K_K^3 являются входными параметрами; c) расчет λ_j с помощью (12).

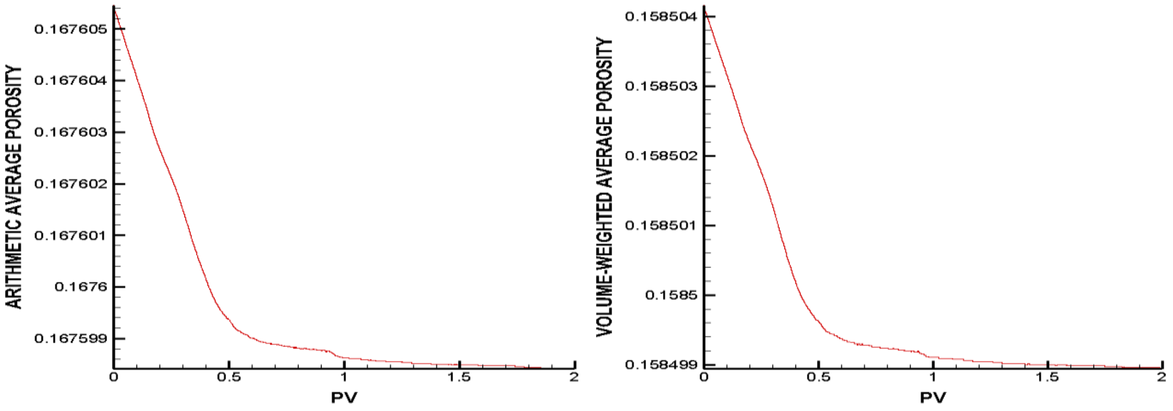
4. Вычислить объем псевдо компонентов, C_{P1}, C_{P2}, и C_{P3}, с помощью (13)-(15).

Продемонстрируем эффект изменения пористости, сравнивающий результаты для случая, когда изменение пористости из-за адсорбции существенно влияет на процесс [5].

Кроме того, чтобы повысить устойчивость и надежность в численном моделировании, в отличие от того, что обычно используется в литературе, мы не пренебрегаем членами более высокого порядка непрерывностью или сохранением общей массы (уравнением давления) и общим балансом уравнения.

На рисунке 1 можно заметить, что изменение объема пор в резервуаре вызванное адсорбцией довольно мало (1a - среднеарифметическое изменение пористости коллектора по нагнетенным поровым объемом, где абсолютное изменение средней арифметической пористости приблизительно 7.05×10^{-6}; 1b-объемная пористость коллектора по нагнетенным поровым объемом, где абсолютное изменение усредненной по объему пористости приблизительно 5.2×10^{-6}).

На рисунке 2 показано, что хотя изменение пористости, вызванное адсорбцией, и члены более высокого порядка в уравнениях сохранения относительно малы, их влияние на процесс не является незначительным.



a) b)

Рисунок 1. Пространственные средние значения пористости по сравнению с нагнетенным поровым объемом

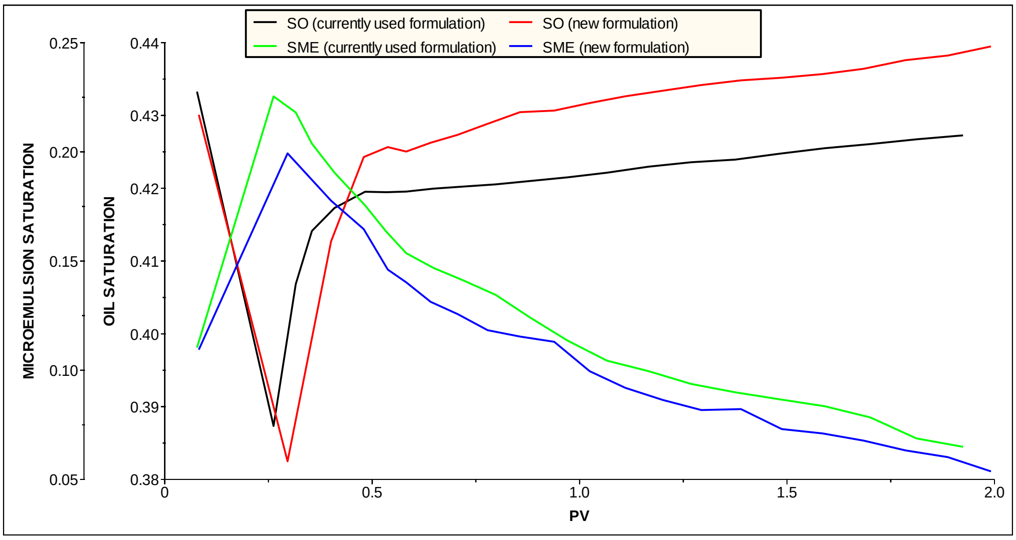


Рисунок 2. Нефтенасыщенность и насыщение микроэмульсией по сравнению с нагнетенным поровым объемом

Сравнительные исследования показывают, что результаты, полученные в результате внедрения IMPEC недавно предложенной новой формулировки, хорошо согласуются с результатами моделирования UTCHEM.

Список использованной литературы

1 Saad N. Field scale studies with a 3-D chemical flooding simulator: Ph.D. dissertation // The University of Texas at Austin. – Austin, 1989. – P.214.

2 Hirasaki G.J. Interpretation of the change in optimal salinity with overall surfactant concentration // The Society of Petroleum Engineers Journal. – 1982. – P. 971-982.

3 Prouvost L.G., Pope B.A., Rouse A. Microemulsion phase behavior: A thermodynamic modeling of the phase partitioning of amphiphilic species // Soc. Pet. Eng. J. – 1985. –P.693-703.

4 Hand D.B., Dineric Distribution: I. The distribution of a consolute liquid between two immiscible liquids // J. of Physics and Chem. – 1939. – №34. – P.1961-2000.

5 Bekbauov B.B., Berdyshev A.S., Baishemirov Zh.D. Numerical simulation of chemical enhanced oil recovery processes // Workshop Proceeding DOOR, -2016. –.Vol. 1623. –P. 664-676.

УДК 517 (519)
ГРНТИ 28.15

П.Б. Бейсебай[1], Г.Х. Мухамедиев[2]

[1] к.ф.-м.н., доцент, Казахский агротехнический университет
имени С.Сейфулллина, г.Астана, Казахстан
[2] к.ф.-м.н., доцент, Восточно-Казахстанский государственный университет
имени С. Аманжолова, г.Усть-Каменогорск, Казахстан

О ПОСТРОЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНОГО ОДНОРОДНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА

Аннотация

В работе предлагается одна методика изложения темы «Построение фундаментальной системы решений линейного однородного дифференциального уравнения произвольного порядка с постоянными коэффициентами». Предлагаемая методика отличается от традиционного изложения данной темы тем, что в ней схема нахождения линейно независимых частных решений однородного линейного уравнения с постоянными коэффициентами строится на основе свойств дифференциальной формы, соответствующей левой части уравнения, не используя при этом элементы теории комплексных чисел и комплекснозначных функций. В случае неоднородного уравнения с правой частью в виде произведения экспоненциальной функции и линейной комбинации косинуса и синуса с постоянными коэффициентами, частное решение уравнения определяется вне связи с корнями характеристического уравнения.

Ключевые слова: дифференциальная форма, характеристический многочлен, однородное уравнение, частное решение.

Аңдатпа

П.Б. Бейсебай[1], Ғ.Х. Мұхамедиев[2]

ЕРІКТІ РЕТТІ ТҰРАҚТЫ КОЭФФИЦИЕНТТІ СЫЗЫҚТЫҚ БІРТЕКТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІҢ ШЕШІМДЕРІНІҢ ФУНДАМЕНТАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ТУРАЛЫ

[1] ф.-м.ғ.к, доцент, С.Сейфулллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., Қазақстан
[2] ф.-м.ғ.к, доцент, С. Аманжолов атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік университеті,
Өскемен қ., Қазақстан

Жұмыста «Ерікті ретті тұрақты коэффициентті сызықтық біртекті дифференциалдық теңдеулердің фундаментальды шешімдер жүйелерінің құрылуы» тақырыбын баяндаудың бір әдістемесі ұсынылады. Берілген тақырыпты баяндаудағы ұсынылған әдістеменің дәстүрлі әдістен ерекшелігі - тұрақты коэффициенті біртекті сызықтық теңдеулердің сызықтық тәуелсіз дербес шешімдерінің табылу сұлбасының теңдеудің сол жақ бөлігіне сәйкес дифференциалдық форманың қасиеті негізінде, комлекс сандар мен комплекс мәнді функциялар теориясының элементтерін қолданбай құрылуы. Сонымен қатар, оң жағы экспоненциалдық функция мен косинус пен синустың тұрақты коэффициентті сызықтық комбинациясының көбейтіндісі түрінде берілген біртексіз теңдеудің дербес шешімі сипаттамалық теңдеудің түбірлеріне байланыссыз анықталады.

Түйін сөздер: дифференциалдық форма, сипаттамалық көпмүшелік, біртекті теңдеу дербес шешім.

Abstract

ON THE CONSTRUCTION OF A FUNDAMENTAL SYSTEM OF SOLUTIONS OF A LINEAR HOMOGENEOUS DIFFERENTIAL EQUATION WITH CONSTANT COEFFICIENTS OF AN ARBITRARY ORDER

Beisebay P.B.[1]*, Mukhamediev G.H.*[2]
[1] *Cand. Sci/ (Phys-Math), Associate Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan*
[2] *Cand. Sci/ (Phys-Math), Associate Professor, C. Amanzholov East Kazakhstan State University,*
Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

The paper suggests one method of presenting the topic «On the construction of a fundamental system of solutions of a linear homogeneous differential equation with constant coefficients of an arbitrary order». The proposed methodology differs from the traditional presentation of this topic, that in it the scheme for finding linearly independent particular solutions of a homogeneous linear equation with constant coefficients is constructed on the basis of the properties of the differential form, corresponding to the right-hand side of the equation, without using the notion of a complex number. In the event of lumpy equation with right part in the manner of making the exponential function and linear combination of the cosine and sine with constant factor, quotient decision equations is defined outside of relationship with root of the indicative equation.

Key words: differential form, partial solution, characteristic polynomial, homogeneous equation.

Рассматривается вопрос о построении фундаментальной системы решений линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами

$$y^{(n)} + p_{n-1}y^{(n-1)} + ... + p_1 y' + p_0 y = 0, n = 1,2,.... \qquad (1)$$

Выражение в правой части уравнения (1) назовем дифференциальной формой n - го порядка и обозначим символом $L_n(y)$:

$$L_n(y) \equiv y^{(n)} + p_{n-1}y^{(n-1)} + ... + p_1 y' + p_0 y \,. \qquad (2)$$

Полагая $p_n = 1$, дифференциальную форму $L_n(y)$ можно записать в виде

$$L_n(y) = \sum_{i=0}^{n} p_{n-i} y^{n-i} .$$

Дифференциальное уравнение (1) равносильно уравнению

$$L_n(y) = 0$$

Многочлен

$$k^n + p_{n-1}k^{n-1} + ... + p_1 k + p_0 ,$$

соответствующий дифференциальной форме (2), называется характеристическим многочленом и обозначается символом $P_{L_n}(k)$:

$$P_{L_n}(k) = k^n + p_{n-1}k^{n-1} + ... + p_1 k + p_0 . \qquad (3)$$

Уравнение

$$k^n + p_{n-1}k^{n-1} + ... + p_1 k + p_0 = 0 \qquad (4)$$

называется характеристическим уравнением дифференциального уравнения (1).

Характеристическое уравнение (4) равносильно уравнению

$$P_{L_n}(k) = 0 .$$

Естественно, каждой дифференциальной форме вида (2) соответствует единственный многочлен вида (4) и каждому многочлену вида (4) соответствует единственная дифференциальная форма вида (2).

Дифференциальную форму, соответствующую многочлену $P(k)$ обозначим в виде $L_{P(k)}(y)$.

Приведем, применяемые в дальнейшем, свойства дифференциальной формы.

Свойство 1. Если для характеристического многочлена (3) дифференциального уравнения (1) имеет место разложение

$$P_{L_n}(k) = Q_s(k)G_l(k), \qquad (5)$$

где $Q_s(k) = k^s + a_{s-1}k^{s-1} + ... + a_1 k + a_0$, $G_l(k) = k^l + b_{l-1}k^{l-1} + ... + b_1 k + b_0$ - многочлены степени s и l соответственно $(s + l = n)$, то дифференциальная форма (2) представима в виде

$L_n(y) = L_{Qs}(L_{Gl}(y))$.

Свойство 2. $L_n(\lambda_1 y_1 + \lambda_2 y_2) = \lambda_1 L_n(y_1) + \lambda_2 L_n(y_2)$ при любых постоянных λ_1, λ_2 и функций y_1, y_2.

Свойство 3. $L_n^m(0) = 0$ для любых $n, m = 1,2,...,$ где $L_n^m(w) = \underbrace{L_n(L_n...L_n(w))}_{m \text{ раз}}$.

Свойство 4. Если $L_n(w) = 0$, то $L_n^m(w) = 0$. (6)

Свойство 5. $L_n^m\left(w^{(s)}\right) = \left(L_n^m(w)\right)^{(s)}, m = 1,2,...$.

Свойство 6. $L_n(xw) = xL_n(w) + \sum_{i=0}^{n-1}(n-i)p_{n-i}w^{(n-i-1)}$ (7)

Свойства 1 – 6 следуют из определения дифференциальной формы и правил дифференцирования.

Свойство 7. Если $L_n(w) = 0$, то $L_n^m\left(x^{m-1}w\right) = 0$ для любого $m = 2,3,...$. (8)

Доказательство: Воспользуемся методом математической индукции.

Пусть $L_n(w) = 0$. Покажем справедливость равенства $L_n^m(w) = 0$ при $m = 2$.

Воспользовавшись свойствами 6, 2, 5, 3 и условием $L_n(w) = 0$ имеем:

$$L_n^2(xw) = L_n(L_n(xw)) = L_n\left(xL_n(w) + \sum_{i=0}^{n-1}(n-i)p_{n-i}w^{(n-i-1)}\right) = L_n(xL_n(w)) + \sum_{i=0}^{n-1}(n-i)p_{n-i}(L_n(w))^{(n-i-1)} =$$

$$= 0 + 0 = 0.$$

Справедливость утверждении (8) при $m = 2$ доказана.

Покажем теперь, что из справедливости утверждении (8) при $m = s$ следует его справедливость при $m = s+1$, для любого $s = 2,3,...$.

Пусть при $L_n(w) = 0$ имеет место равенство $L_n^s\left(x^{s-1}w\right) = 0$.

Преобразуем $L_n^{s+1}(x^s w)$:

$$L_n^{s+1}(x^s w) = L_n^s\left(L_n\left(x\left(x^{s-1}w\right)\right)\right).$$

Отсюда, преобразуя выражение $L_n\left(x\left(x^{s-1}w\right)\right)$ по формуле (7), принимая в ней за w функцию $x^{s-1}w$, и учитывая свойства 2 и 5 имеем:

$$L_n^{s+1}(x^s w) = L_n^s\left(xL_n\left(x^{s-1}w\right)\right) + L_n^s\left(\sum_{i=0}^{n-1}(n-i)p_{n-i}\left(x^{s-1}w\right)^{(n-i-1)}\right) = L_n^s\left(xL_n\left(x^{s-1}w\right)\right) + \sum_{i=0}^{n-1}(n-i)p_{n-i}\left(L_n^s\left(x^{s-1}w\right)\right)^{(n-i-1)}.$$

Отсюда, учитывая условие $L_n^s\left(x^{s-1}w\right) = 0$, получим

$$L_n^{s+1}(x^s w) = L_n^s\left(xL_n\left(x^{s-1}w\right)\right).$$

Преобразуя $L_n\left(x^{s-1}w\right)$, применяя те же преобразования примененные на $L_n\left(x\left(x^{s-1}w\right)\right)$, принимая, в этот раз, за w функцию $x^{s-2}w$, имеем:

$$L_n^{s+1}(x^s w) = L_n^s\left(xL_n\left(x^{s-2}w\right)\right).$$

Продолжая данный процесс через s шагов придем к равенству

$$L_n^{s+1}(x^s w) = L_n^s\left(xL_n\left(x^{s-s}w\right)\right) = L_n^s(xL_n(w)).$$

Откуда, с учетом условия $L_n(w) = 0$, имеем

$$L_n^{s+1}(x^s w) = 0.$$

Таким образом, получили, что утверждение (8) справедливо при $m = 2$ и из равенства $L_n^s\left(x^{s-1}w\right) = 0$ следует равенство $L_n^{s+1}(x^s w) = 0$ при любом $s = 2,3,...$. Тогда по принципу математической индукции утверждение (8) будет справедливым.

Свойство 8. Если $L_n(w) = 0$, то $L_n^m\left(x^{s-1}w\right) = 0$ для любого $m = 1,2,...$ и $s = 1,2,...,m$. (9)

Данное свойство следует из равенства $L_n^m\left(x^{s-1}w\right) = L_n^{m-s}\left(L_n^s\left(x^{s-1}w\right)\right)$ и свойства 7.

Теперь переходим к построению фундаментальной системы частных решений уравнении (1).

Известно, что характеристический многочлен $P_{L_n}(k)$ можно представить в виде

$$P_{L_n}(k)=(k-k_1)^{m_1}\cdot(k-k_2)^{m_2}\cdot\ldots\cdot(k-k_\vartheta)^{m_\vartheta}(k^2+p_1k+q_1)^{l_1}\cdot(k^2+p_2k+q_2)^{l_2}\cdot\ldots\cdot(k^2+p_\mu k+q_\mu)^{l_\mu} \tag{10}$$

где m_i, l_j - натуральные числа, k_i, p_j, q_j – действительные числа, $i=1,2,\ldots,\vartheta$, j=1,2, …, μ, $m_1+m_2+\ldots+m_\vartheta+2(l_1+l_2+\cdots+l_\mu)=n$, k_i - корень кратности m_i характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$, квадратный трехчлен $k^2+p_jk+q_j$ имеет отрицательный дискриминант $D_j=p_j^2-4q_j<0$ при любом j=1,2, …, μ (данный факт студентам известен по теме «Интегрирование рациональных дробей»).

Пусть разложение (10) содержит множителя вида $(k-k_i)^{m_i}$.

В этом случае характеристический многочлен $P_{L_n}(k)$ можно записать в виде

$$P_{L_n}(k)=P_{n-m_i}(k)(k-k_i)^{m_i}, \tag{11}$$

где $P_{n-m_i}(k)$ - многочлен степени $n-m_i$ вида (3).

По свойству 1 представлению (11) характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$ соответствует следующее представление дифференциальной формы $L_n(y)$:

$$L_n(y)=L_{n-m_i}\left(L_1^{m_i}(y)\right), \tag{12}$$

где $L_1(y)=y'-k_iy.$

Так как функция $y=e^{k_ix}$ является решением уравнения $y'-k_iy=0$, то есть $L_n\left(e^{k_ix}\right)=0$, то из равенства (12) и свойств 8, 3 следует, что

$$L_n\left(x^{s-1}e^x\right)=L_{n-m_i}\left(L_1^{m_i}\left(x^{s-1}e^x\right)\right)=0,\ \text{при}\ s=1,2,\ldots,m_i,$$

то есть m_i линейно независимые функций

$$e^{k_i x}, xe^{k_ix},\ldots., x^{m_i-1}e^{k_ix} \tag{13}$$

будут решениями уравнении (1).

Если разложение (10) содержит множитель вида $(k^2+p_jk+q_j)^{l_j}$, то характеристический многочлен $P_{L_n}(k)$ можно записать в виде

$$P_{L_n}(k)=P_{n-2l_j}(k)\cdot(k^2+p_jk+q_j)^{l_j}, \tag{14}$$

где $P_{n-2l_j}(k)$ – многочлен степени $m-2l_j$ вида (3).

По свойству 1 к разложению (14) характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$ соответствует следующее представление дифференциальной формы $L_n(y)$:

$$L_n(y)=L_{n-2l_i}\left(L_2^{l_j}(y)\right), \tag{15}$$

где $L_2(y)=y''+p_jy'+q_jy.$

Если $L_n(y)=0,$ то есть если y является решением уравнения

$$y''+p_jy'+q_jy=0, \tag{16}$$

то ему соответствует, как показано в предыдущем случае, l_j линейно независимых частных решений

$$y, xy,\ldots, x^{l_j-1}y \tag{17}$$

уравнении (1).

Фундаментальная система решений уравнении (16) состоит из его двух линейно независимых решений.

Решение y уравнения (16) будем искать в виде произведения двух неизвестных дважды дифференцируемых функций $u(x)$ и $v(x)$:

$$y = u(x)v(x). \tag{18}$$

Подставляя (18) в уравнение (16) получим:

$$u''v + \left(2v' + p_j v\right)u' + \left(v'' + p_j v' + q_j v\right)u = 0 \tag{19}$$

Выберем за функцию $v(x)$ решение $v(x) = e^{-\frac{p_j}{2}x}$ уравнении

$$2v' + p_j v = 0\ . \tag{20}$$

Подставляя найденное значение $v(x)$ в (18) и в (19), получим, что решение уравнении (16) имеет вид

$$y = u(x)e^{-\frac{p_j}{2}x}, \tag{21}$$

где функция $u(x)$ является ненулевым решением уравнении

$$u'' - \frac{p_j^{\ 2} - 4q_j}{4}u = 0.$$

Понижением порядка данное уравнение приводится к уравнению

$$u'^2 - \frac{D_j}{4}u^2 = c,$$

так как по условию $D_j = p_j^{\ 2} - 4q_j < 0$, то последнее уравнение можно записать в виде

$$u'^2 + \left(\frac{\sqrt{-D_j}}{2}u\right)^2 = c. \tag{22}$$

В силу того, что левая часть уравнения (22) неотрицательна, полагаем $c \geq 0.$ Но при $c = 0$ уравнение имеет только нулевое решение $u \equiv 0$, поэтому полагая $c = c_1^2 > 0,$ придем к уравнениям:

$$u' = \sqrt{c_1^2 - \left(\frac{\sqrt{-D_j}}{2}u\right)^2}\ ,\ u' = -\sqrt{c_1^2 - \left(\frac{\sqrt{-D_j}}{2}u\right)^2}\ .$$

Здесь в качестве u_1 и u_2 можно взять линейно независимые частные решения первого и второго уравнений, соответственно или двух линейно независимых решений одного из этих уравнений [1]-[8].

Решая первое уравнение, получим

$$u = \frac{c_1}{\frac{\sqrt{-D_j}}{2}}\sin\left(\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x + c_2\right),$$

где c_2 - произвольная постоянная.

Полагая, для простоты, сначала

$$c_1 = \frac{\sqrt{-D_j}}{2},\quad c_2 = 0,$$

затем

$$c_1 = \frac{\sqrt{-D_j}}{2},\quad c_2 = \frac{\pi}{2},$$

получим

$$u_1(x)=\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\quad u_2(x)=\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x.$$

Подставляя их, поочередно, в (21) получим два линейно незвисимых решений

$$y_1=e^{-\frac{p_j}{2}}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\quad y_2=e^{-\frac{p_j}{2}}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x$$

уравнении (1).

Полагая в (17) с начала $y=y_1$, затем $y=y_2$ получим следующие $2l_j$ линейно независимых частных решений

$$\begin{aligned}&e^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\ xe^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\dots,\ x^{l_j-1}e^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\\&e^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\ xe^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\dots,\ x^{l_j-1}e^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x\end{aligned}\tag{23}$$

уравнений (1).

Таким образом, получили, что каждому множителю вида $(k-k_i)^{m_i}$, $i=1,2,\dots,\vartheta$, разложения (10) характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$ соответствуют m_i линейно независимые решения вида (13) и каждому множителю вида $\left(k^2+p_jk+q_j\right)^{l_j}$, $j=1,2,\dots,\mu$, разложения (10) характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$ соответствуют $2l_j$ линейно независимые решения вида (23) уравнения (1). В результате имеем всего $m_1+m_2+\ \dots+\ m_\vartheta+2(l_1+l_2+\dots+\ l_\mu)=n$ линейно независимых решений, то есть фундаментальную систему решений уравнении (1).

Резюмируя вышеизложенное, приходим к следующей схеме нахождения линейно независимых частных решений однородного линейного уравнения с постоянными коэффициентами (1):

Схема 1:

$y^{(n)}+p_{n-1}y^{(n-1)}+\dots.+p_1y'+p_0y=0$ - однородное уравнение с постоянными коэффициентами;

$P_{L_n}(k)=k^n+p_{n-1}k^{n-1}+\dots.+p_1k+p_0$ - характеристический многочлен;

$P_{L_n}(k)=(k-k_1)^{m_1}\cdot(k-k_2)^{m_2}\cdot\dots\cdot(k-k_\vartheta)^{m_\vartheta}\left(k^2+p_1k+q_1\right)^{l_1}\cdot\left(k^2+p_2k+q_2\right)^{l_2}\cdot\dots\cdot\left(k^2+p_\mu k+q_\mu\right)^{l_\mu}$ - разложение характеристического многочлена на элементарные множители:

$m_1+m_2+\ \dots+\ m_\vartheta+2(l_1+l_2+\dots+\ l_\mu)=n;$

дискриминант $D_j=p_j^2-4q_j<0$ для любого $j=1,2,\dots,\mu$.

Вид множителя разложении характеристического многочлена $P_{L_n}(k)$	Соответствующие линейно независимые частные решения уранении $y^{(n)}+p_{n-1}y^{(n-1)}+\dots.+p_1y'+p_0y=0$
$(k-k_i)^{m_i}$, $i=1,2,\dots,\vartheta$	$e^{k_i x}, xe^{k_i x},\dots., x^{m_i-1}e^{k_i x}$
$\left(k^2+p_jk+q_j\right)^{l_j}$, $(k^2+\ p_jk+q_j)^{l_j}$ $i=1,2,\dots,\mu.$	$e^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\ xe^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\dots,\ x^{l_j-1}e^{-\frac{p_j}{2}x}\sin\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,$ $e^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\ xe^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x,\dots,\ x^{l_j-1}e^{-\frac{p_j}{2}x}\cos\frac{\sqrt{-D_j}}{2}x$

Список использованной литературы

1 Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. Екінші ретті тұрақты коэффициентті сызықтық дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімін құру тақырыбын оқытудың бір әдістемесі // Вестник Казахского национального педагогического университета имени Абая. Серия «Физико-математические науки». - 2011.-№3(35).-С.71-77.

2 Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. Об одном подходе к построению частных решений линейного дифференциального уравнения // Вестник Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова. «Физико-математическая серия». - 4'2011.-С.32-40.

3 Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. Об одной методике изложения темы «Построение частных решений линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами» // Вестник Казахского национального педагогического университета имени Абая. Серия «Физико-математические науки». - 2012.-№2(38).-С.47-53.

4 Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. О построении решений линейно дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и их систем // Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева Серия «Физико-математические науки». - 2015. - №1 (107) .-С. 378-385.

5 Бейсебай П.Б., Мухамедиев Г.Х. О построении решений линейно дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и их систем // Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева Серия «Физико-математические науки». - 2015. - №1 (107) .-С. 378-385.

6 Түнғатаров Ә. Жоғары математика. Экономикалық мамандықтарға арналған курс. 2-бөлім. Оқу құралы.-Алматы, 2000.-104 б.

7 Высшая математика для экономистов. *Под ред. Н.Ш. Кремера Н.Ш. 3-е изд.- М.: 2007. - 479 с.*

8 Клюшин В.Л.. Высшая математика для экономистов. 2-изд. – ЮРАЙТ: 2016.- 448 с.

УДК 681.51.011
ГРНТИ 28.15

Ж.Ж. Бектемир [1]

[1]*магистрант Казахского Национального Университета имени аль-Фараби,*
г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ С НЕТОЧНЫМИ ДАННЫМИ

Аннотация

В настоящее время в теории автоматического управления существует направление, в рамках которого решаются задачи исследования и построения систем управления не полностью известными объектами или объектами в условиях ограниченной неопределенности. Неопределенность подобного рода может быть обусловлена наличием неконтролируемых возмущений, действующих на объекты управления, по причине незнания истинных значений параметров объекта управления, из-за сложности технологического процесса, а иногда и непредсказуемым изменением их во времени. Из-за невозможности их точного описания та или иная степень неопределенности присуща любому виду объектов. Учет фактора неопределенности при решении задач во многом изменяет методы принятия решения, меняется принцип представления исходных данных и параметров модели, становятся неоднозначными понятия решения задачи и оптимальности решения. Наличие неопределенности может быть учтено непосредственно в моделях соответствующего типа с представлением недетерминированных параметров как интервальных величин с фиксированными интервалами изменения.

В данной статье рассмотрены разработка концепций и принципы построения динамических систем управления с неточными данными, функционирующие в условиях неопределенности для развития теории автоматического управления. Также представление ряда ограничений на нечетких и интервальных параметрах, которые дает получать устойчивое решение.

Ключевые слова: неопределенность, параметр, анализ, неточные данные, объект, процесс, метод.

Аңдатпа

Ж.Ж. Бектемір[1]

БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ОБЪЕКТІНІҢ НАҚТЫ ЕМЕС ДЕРЕКТЕРІ БАР ДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

[1] *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің магистранты,*
Алматы қ., Қазақстан

Қазіргі уақытта, автоматты басқару теориянның бір бағыты бар, онда басқару жүйелерін зерттеу және дамыту мәселесі төмендетілген белгісіздік толығымен белгілі немесе шектеулі белгісіз болып табылатын объектімен шешіледі. Белгісіздіктің осындай болуы мүмкіндігі бақылаусыз ұйытқулардан туындаған, бақылау объектісіне әсер етеді, өйткені бақылау объектісінің параметрлерін шынайы құндылықтарын білмегендіктен, технологиялық процесінің күрделі болғанын, ал кейде уақыттың күтпеген жерден өзгеруі. Олардың нақты сипаттау мүмкін еместігі сол немесе өзге дәрежедегі белгісіздікке тән кез келген түрі. Белгісіздікті есепке алу факторы мәселелерді шешу кезенінде кобінесе шешім қабылдау әдісін өзгертеді, бастапқы ұсынылған деректер мен моделі параметрлерін принципі өзгереді, шешім қабылдау мағынасы және оптималдық шешім мағыналы ұғымға айналады. Белгісіздіктің бар болуы аралықтардың аралығын өзгертуге бекітілген емес детерминирленген параметр мәндері ретінде өкілдік бар модельдер тиісті түріне тікелей есепке алынуы мүмкін.

Бұл мақалада автоматты басқару теориясын дамыту үшін белгісіз ортада жұмыс істейтін, тұжырымдамалар мен дәл деректермен динамикалық басқару жүйелерін принциптерін дамыту сипатталады. Сондай-ақ, тұрақты шешім алуға мүмкіндігін беретін анық емес және аралық параметрлер бойынша бірқатар шектеулер көрсетілген.

Түйін сөздер: белгісіздік, мән, талдау, дәл емес дерек, нысан, процес, әдіс.

Abstract

INVESTIGATION OF DYNAMIC PROPERTIES OF CONTROL SYSTEMS OF OBJECTS WITH INACCURATE DATA

Bektemir J.J.[1]

[1] Student of Master Programme, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

At the present time, in the theory of automatic control, there is a direction within which problems of research and construction of control systems of not completely known objects or objects are solved in conditions of limited uncertainty. Uncertainty of this kind can be caused by the presence of uncontrolled disturbances that act on control objects, because of ignorance of the true values of the parameters of the control object, because of the complexity of the technological process, and sometimes unpredictable changes in their time. Because of the impossibility of their exact description, this or that degree of uncertainty is inherent in any kind of objects. Accounting for the uncertainty factor in solving problems in many ways changes the methods of decision making the principle of representation of initial data and model parameters changes, the concepts of solving the problem and optimality of the solution become ambiguous. The presence of uncertainty can be taken into account directly in models of the corresponding type with the representation of nondeterministic parameters as interval values with fixed intervals of variation.

This article describes the development of concepts and principles for constructing dynamic control systems with inaccurate data that operate under uncertainty for the development of the theory of automatic control. In addition, presentation of row of limits on unclear and interval parameters gives that to get a steady decision.

Key words: uncertainty, parameter, analysis, inaccurate data, object, process, method.

Для исследования динамических свойств систем управления объектами с неточными данными, рассмотрим процедуру построения интервальной матрицы, где степень устойчивости равна α. Геометрически эта величина характеризует расстояние от мнимой оси плоскости комплексного переменного λ до ближайшего собственного значения матрицы $[D]$. Пусть R_1 - радиус круга, в котором локализованы все собственные значения матрицы $D \in [D]$.

Для построения интервально матрицы необходимо отобразить круг, расположенный в левой части плоскости комплексного переменного λ с центром на вещественной отрицательной полуоси в точке $(-R_1-\alpha,0)$ на единичный круг с центром в начале координат плоскости комплексного переменного ρ при помощи функции следующего вида:

$$\lambda = (\rho - 1)R_1 + \alpha \tag{1}$$

где R_1- радиус круга, охватывающего все собственные значения $\lambda_i, i=\overline{1,n}$ матриц $D \in [D]$.

Подстановкой значения $\lambda = (\rho - 1)R_1 + \alpha$ в характеристическое уравнение замкнутой системы управления $\det(D - \lambda E) = 0$ для матрицы D получим:

$$\det\big(D - (\alpha - R_1 + \rho R_1)E\big) = 0 \quad \text{или}$$

$$\det\big(D - \alpha I + R_1 E - \rho R_1 E\big) = 0 \tag{2}$$

Опуская промежуточные вычисления, запишем:

$$\det\left(\left(\frac{D - \alpha E}{R_1} + E\right) - \rho E\right) = 0 \quad \text{или}$$

$$\det\big(Z - \rho E\big) = 0, \tag{3}$$

где $Z=\dfrac{D-\alpha E}{R_1}+E$ преобразованная матрица, собственные значения которой расположены в круге единичного радиуса плоскости комплексного переменного ρ.

Естественным интервальным расширением полученной вещественной матрицы Z будет интервальная матрица, получаемая путем замены вещественной матрицы и арифметических операций соответственно интервальными:

$$[Z]=\left[\frac{[D]-\alpha I}{R_1}+I\right],\ [Z]=\left\{\left[z_{ij}\right],\ i,j=\overline{1,n}\right\};\ \left[z_{ij}\right]=\left[\underline{z_{ij}},\overline{z_{ij}}\right],\ i,j=\overline{1,n}, \qquad (4)$$

Если все собственные значения интервальной матрицы $\left[D\right]$ замкнутой системы управления локализованы внутри круга радиуса R_1 с центром в точке $m=\alpha-R_1$ в левой части плоскости комплексного переменного λ, то все собственные значения преобразованной интервальной матрицы $[Z]$ будут локализованы внутри круга единичного радиуса. Данное утверждение имеет место тогда и только тогда, когда хотя бы одна из матричных норм вещественной матрицы

$$G=(g_{ij}),\ i,j=\overline{1,n},\quad G=\|[Z]\|,\ g_{ij}=\max\left\{\left|\underline{z_{ij}}\right|,\left|\overline{z_{ij}}\right|\right\}, \qquad (5)$$

где $\|[Z]\|$ - модуль интервальной матрицы, удовлетворяет следующему неравенству:

$$\min\{\|G\|_i\}<1,\ i=\overline{1,4}. \qquad (6)$$

В (5) нормы вещественной матрицы G вычисляются по следующим соотношения:

$$\|G\|_1=\max_{i=1,n}\sum_{j=1}^{n}\left|g_{ij}\right|; \qquad (7)$$

$$\|G\|_2=\max_{j=1,n}\sum_{i=1}^{n}\left|g_{ij}\right|; \qquad (8)$$

$$\|G\|_3=\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left|g_{ij}\right|\right)^{\frac{1}{2}}; \qquad (9)$$

$$\|G\|_4=n\cdot\max_{i,j=1,n}\left|g_{ij}\right|. \qquad (10)$$

Выполнение условий (9)-(10) для интервальной матрицы $\left[D\right]$ позволяет сделать вывод о локализации собственных значений интервальной матрицы $\left[D\right]$ замкнутой системы управления внутри круга радиуса R_1 с центром в точке $m=\alpha-R_1$. В противном случае дополнительно исследуется матричные степени, $[Z]^l,\ l=2^k,\ k=0,1,2,\ldots$ Для этого вводится в рассмотрение вещественная матрица следующего вида:

$$G^l=(g_{ij})^l,\ i,j=\overline{1,n},\quad G^l=\|[Z]\|^l,\ l=2^k,\ k=0,1,2,\ldots \qquad (11)$$

$$\left\|G^l\right\|_1=\max_{i=1,n}\sum_{j=1}^{n}\left|g_{ij}^l\right| \qquad (12)$$

$$\left\|G^l\right\|_2=\max_{j=1,n}\sum_{i=1}^{n}\left|g_{ij}^l\right| \qquad (13)$$

$$\left\|G^l\right\|_3=\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left|g_{ij}^l\right|\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (14)$$

$$\left\|G^l\right\|_4=n\cdot\max_{i,j=1,n}\left|g_{ij}^l\right| \qquad (15)$$

Выберем минимальную из норм:

$$\left\|G^l\right\| = \min\left\{\left\|G^l\right\|_1, \left\|G^l\right\|_2, \left\|G^l\right\|_3, \left\|G^l\right\|_4\right\}$$

Тогда, если неравенство $\left\|G^l\right\| < 1$ выполняется для какого-нибудь l, то собственные значения интервальной матрицы $\left[D\right]$ замкнутой системы управления будут локализованы в области. Где степень устойчивости не ниже заданной.

Процедура вычисления радиуса R, внутри которого локализованы собственные значения матрицы замкнутой системы управления, осуществленная на основе обобщения результатов Гершгорина С.А. на случай интервальной матрицы следующим образом:

Для интервальной матрицы $\left[D\right]$ замкнутой системы управления определяются следующие интервалы:

$$\left[U_i\right] = \left[\underline{d_{ii}} - R_i,\ \overline{d_{ii}} + R_i\right],\ i = \overline{1,n}, \tag{16}$$

которые являются отрезками оси абсцисс, заключенными в ее кругах Гершгорина, радиусы которых определяются из следующего выражения:

$$R_i = \sum_{j=1, j\neq i}^{n} \left\|\left[d_{ij}\right]\right\|,\ i = \overline{1,n}; \left\|\left[d_{ij}\right]\right\| = \max\left\{\left|\underline{d_{ij}}\right|, \left|\left[\overline{d_{ij}}\right]\right|\right\} \tag{17}$$

Затем формируется интервал $\left[V\right]$, содержащий объединение полученных интервалов $\left[U_i\right],\ i = \overline{1,n}$ или совпадающий с ним

$$\left[V\right] \supseteq \bigcup_{i=1}^{n}\left[U_i\right] \tag{18}$$

Аналогичным образом для транспонированной матрицы $\left[D^T\right]$ определяются интервалы

$$\left[U_i^T\right],\ i = \overline{1,n} \tag{19}$$

и находится интервал

$$\left[V^T\right] \supseteq \bigcup_{i=1}^{n}\left[U_i^T\right] \tag{20}$$

Далее формируется пересечение интервалов

$$\left[\Psi\right] = \left[V\right] \cap \left[V^T\right], \tag{21}$$

а его ширина - R используется в качестве радиуса круга, охватывающего все собственные значения матриц $D \in \left[D\right]$.

$$\dot{X}(t) = \left[A\right]X(t) + \left[B\right]U(t),\ t \geq t_0, \tag{22}$$

где t - независимая переменная (время), определенная на множестве

$J, J = [t_0, \infty),\ t_0$ - начальное значение;

$X(t) \in R^n$ - вектор состояний системы;

$U(t) \in R^1$ - скалярное управление;

$[A] \in M_{n,n}(I(R))$ - вещественная интервальная матрица объекта управления размерности $(n \times n)$, $[A] = \left\{\left[a_{ij}\right],\ i,j = \overline{1,n}\right\}$, $[a_{ij}] = [\underline{a_{ij}}; \overline{a_{ij}}]$, $i,j = \overline{1,n}$; $[B] \in M_{n,1}(I(R))$ - вещественный интервальный вектор объекта управления размерности $(n \times 1)$, $[B] = \left\{\left[b_j\right], j = \overline{1,n}\right\}$, , $b_j = [\underline{b_j}; \overline{b_j}]$, $j = \overline{1,n}$;

$M_{n,n}(I(R)),\ M_{n,1}(I(R))$ - соответственно множества матриц и векторов, элементами которых являются вещественные интервалы $\left[\underline{a}, \overline{a}\right] \overset{\Delta}{=} \left\{a \in R \wedge \underline{a} \le a \le \overline{a}\right\}$;

$I(R)$ - множества всех вещественных интервалов; $\underline{a_{ij}}, \underline{b_j}$, $\overline{a_{ij}}$, $\overline{b_j}$ - нижние и верхние границы значений элементов матрицы $[A]$ и вектора $[B]$.

Управление $U(t) = U\left(t, X(t)\right)$ в (1) выбирается таким образом, чтобы обеспечить желаемую динамику в замкнутой системе управления:

$$\dot{X}(t) = [D]X(t), \tag{23}$$

где $[D] \in M_{n,n}(I(R))$, $[D] = \left\{\left[d_{ij}\right],\ i,j = \overline{1,n}\right\}$, $[d_{ij}] = [\underline{d_{ij}}; \overline{d_{ij}}]$, $i,j = \overline{1,n}$ - интервальная матрица замкнутой системы управления.

Для решения поставленной задачи управления из эвристических соображений выбран пропорциональный закон управления из класса линейных управляющих воздействий $U(t)$ следующего вида:

$$U(t) = -[K]^T X(t), \tag{24}$$

для которого необходимо определить интервальный вектор $[K] \in M_{n,1}I(R\ )$ настраиваемых параметров, обеспечивающий в интервальной замкнутой системе управления, желаемые динамические свойства.

Для разработки процедуры формализации желаемых динамических свойств и построения интервальных матриц, обеспечивающих, эти свойства в замкнутой системе управления будет использовано следующее определение и понятия:

Определение: Интервальная матрица замкнутой системы управления $[D]$ асимптотически устойчива, если асимптотически устойчивы все точечные матрицы $D \in [D]$.

Под характеристическим полиномом замкнутой системы управления для интервальной матрицы $[D]$ будем понимать естественное интервальное расширение функции $\det(\lambda E - D),\ D \in [D]$ вида:

$$[d(\lambda)] = \det(\lambda E - [D]) = \lambda^n + [d_1]\lambda^{n-1} + [d_2]\lambda^{n-2} + \cdots + [d_n], \tag{25}$$

где $[d_i] = [\underline{d_i}, \overline{d_i}]$, $i = \overline{1,n}$ - интервальные коэффициенты характеристического полинома замкнутой системы управления.

Список использованной литературы

1 *Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. – ИВТ СО РАН. – Новосибирск: Изд-во XYZ, 2013. - 605 с.*

2 *Юничева Н.Р. Математическая модель системы управления плазменной технологией стабилизации горения пылеугольного факела // Новости науки Казахстана. – Алматы, 2009. № 3. – С.94-99.*

3 *Жолен Л., Кифер М., Дидри О., Вальтер Э. Прикладной интервальный анализ. М.: Институт компьютерных исследований, 2007. – 467с.*

4 *Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия - Телеком. 2004. – 452с.*

5 *Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. – Москва: Изд-во Финансы и статистика, 2004. – 320с.*

УДК 51:37.016 : 374.02
ГРНТИ 27.01.45 : 14.27.09

Б.Г. Бостанов[1]*, И.Т. Сәлғожа*[2]*, Б. Себепбаева*[3]

[1] *п.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 3 курс, 6D011100-информатика мамандығының PhD докторанты, Алматы қ., Қазақстан*
[3] *Алматы қаласы химия-биология бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебінің математика пәнінің мұғалімі, Қазақстан*

ӘЛ-ФАРАБИДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МҰРАСЫ БОЙЫНША СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру әдістері, әл-Фарабидің математикалық мұрасы бойынша сыныптан тыс жұмыстардың ұйымдастыру мәселелері қарастырылған. Сыныптан тыс жұмыстар оқыту жұмысын ұйымдастырудың қосымша түрі, сабақтан тыс уақытта оқушылармен мектеп пәндерінен ұйымдастырылатын, оқушылардың жеке дара қабілеттері мен қасиеттерін қалыптастыру шарттарын қанағаттандыратын оқыту мен тәрбиелеудің құрамдас бөлігі болып табылады. Мектеп оқушыларымен әр пән бойынша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстардың түрлері өте көп, алайда кез келген сыныптан тыс жұмыстың мақсат-міндеттері заман талабына сай келуі тиіс. Бұл мақалада Алматы қаласы химия-биология бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебімен Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Информатика және білімді ақпараттандыру кафедрасымен өзара жасалынған келісім-шарт негізінде өткізілген «Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» атты сыныптан тыс жұмыстар жайлы баяндалады.

Түйіні сөздер: сыныптан тыс жұмыс, әл-Фараби, Әл-Фарабидің математикалық мұрасы.

Аннотация

Б.Г. Бостанов[1]*, И.Т. Сәлғожа*[2]*, Б. Себепбаева*[3]
[1] *к.п.н., старший преподаватель Института Математики, физики и информатики при КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казахстан*
[2] *PhD докторант 3 курса по специальности 6D011100-информатика КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казахстан*
[3] *учитель математики Назарбаев Интеллектуальной школы химико-биологического направления в г. Алматы, Казахстан*

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕКЛАССНЫХ РАБОТ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НАСЛЕДИИ АЛЬ-ФАРАБИ

В статье рассматриваются организация внеклассной работы и внеклассных мероприятий по математическому наследию Аль-Фараби. Внеклассная работа является дополнительным видом организации обучения, и составной частью учебно-воспитательных работ, которые организуются вместе с учениками по школьным предметам, и которые направлены на развитие личных качеств и способностей учащихся. Существует очень много видов внесклассных работ организуемых вместе с учениками по каждому предмету, однако цель и задачи любой внеклассной работы должны соответствовать требованию времени. В статье также рассказывается о проведенной внеклассной работе «Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» на основании договора, заключенном между кафедрой информатики и информатизации образования Казахского национального педагогического университета имени Абая и Назарбаев Интеллектуальной школой химико-биологического направления в городе Алматы.

Ключевые слова: внеклассная работа, аль-Фараби, математическое наследие аль-Фараби.

Abstract

METHODS OF ORGANIZING EXTRACURRICULAR WORK ON THE MATHEMATICAL HERITAGE OF AL-FARABI

Bostanov B.G.[1]*, Salgozha I.T.*[2]*, Sebepbayeva B.*[3]
[1] *Cand. Sci. (Pedagogical), Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at the Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*
[2] *PhD doctoral student in Computer Science of the Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*
[3] *Math Teacher of the School of Chemistry and Biology in Almaty, Kazakhstan*

The article is about the organization of extracurricular activities and events on the topic of the mathematical heritage of Al-Farabi. Extra-curricular work is an additional kind of organization of education process, and an integral part of teaching and educational work, which are organized together with pupils on school subjects, and which are aimed at developing the personal qualities and abilities of pupils. There are a lot of types of classroom works organized with students for each subject, however the purpose and tasks of any extracurricular work should correspond to the demand of the time. The article also tells about the conducted extra-curricular work "Әл-Фарабидің математикалық мұрасы - рухани құндылық" on the basis of the agreement concluded between the chair of informatics and informatization of education of the Kazakh National Pedagogical University named after Abay and Nazarbayev Intellectual school of the chemical-biological direction in the city of Almaty.

Key words*:* extracurricular work, al-Farabi, mathematical heritage of al-Farabi.

Сыныптан тыс жұмысты “Педагогикалық энциклопедиада» - «мектептегі оқу-тәрбие жұмысының құрама бөлігі, оқушылардың бос уақытын ұйымдастыру. Оқушылардың жан-жақты дамуына және өмірге дайындауға зор мүмкіндіктер береді» деп берген. Сыныптан тыс жұмыстарға оқытудың әртүрлі тәрбиелік сабақтары жатады, сыныптан тыс жұмыстар сабақтан тыс уақытта ұйымдастырылып, өткізіледі [1].

Сыныптан тыс жұмыс - бұл педагогтардың мектеп оқушыларының сабақтан тыс уақыттағы әртүрлі іс-әрекеттері мен іс-шараларын ұйымдастыру. Сыныптан тыс жұмыс – сабақтан тыс уақыттағы мектепте өткізілетін және оқу жоспарына кіретін әртүрлі оқу-тәрбиелік іс-шаралар [2].

Сабақтан тыс жұмыс – мақсаты, мазмұны және әдісі жағынан оқу үдерісіне жатады және сабақтан бос уақыттағы оның жалғасы іспеттес. Оны мұғалім мен оқушылар ұйымдастырып, жоспарлайды. Оған мысал ретінде мұғалімнің дарынды оқушылармен және үлгермейтін оқушылармен атқаратын жұмыстарын айтуға болады.

Оқытудың мақсаты информатика және қазіргі заманғы ақпараттық технологиялардың теориялық негіздері бойынша базалық білімін жүйелеу арқылы ақпараттық құзіреттілікті қалыптастыру, әр түрлі ақпараттарды өңдеудің қарапайым программаларымен жұмыс істеу дағдылары, алгоритмдік және операциялық ойлау қабілеттерін дамыту, программалау тілімен, модельдеу қағидаларымен танысу болып табылады. Оқыту жұмысын ұйымдастыру тек сабақпен шектелмейді, ол оқытудың қосымша сыныптан тыс немесе мектептен тыс деп аталатын түрлерімен толықтырылып отырады. Оқушылардың сыныптық-сабақтағы танымдық әрекетін дамыту, толықтыру және оқушылардың өзіндік шығармашылық белсенділіктерін, қабілеттерін арттыру мақсатында оқыту жұмысын ұйымдастырудың қосымша сыныптан тыс жұмыстардың түрлері қолданылатыны белгілі.

Сыныптан тыс жұмыстар оқыту жұмысын ұйымдастырудың қосымша түрі, сабақтан тыс уақытта оқушылармен мектеп пәндерінен ұйымдастырылатын, оқушылардың жеке дара қабілеттерін дамыту, қасиеттерін қалыптастыру шарттарын қанағаттандыратын, оқыту мен тәрбиелеудің құрамдас бөлігі. Мектеп оқушыларымен әр пән бойынша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстардың түрлері өте көп. Оны алуан түрлі етіп, әр кез жаңа мазмұнда өткізуге болады. Ол әрине білім сапасын арттыру, оның деңгейін әлемдік білім кеңістігіндегі стандарттарға сай келтіру, түптеп келегенде, пән мұғаліміне, оның кәсіби құзырлығына, әдістемелік біліктілігі мен шеберлігіне тікелей байланысты. Бірақ сыныптан тыс жұмыстың қандай түрі болмасын ол сыныптан тыс жұмыстың мақсат, міндеттері заман талабына сай, білім беру саласының алдына қойылған мақсат-міндеттеріне сай келуі тиіс. Қазіргі білім беру жүйесінің алдына қойылып отырған мәселенің бірі – оқушылардың ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастыру, яғни оқушыларға тек теориялық білім беру емес, алған білімдерін практикада пайдалана алуға дағдыландыру, жылдам дамымалы ақпараттық қоғамда алған білімдерімен еркін самғай алатын, тұлға тәрбиелеу. Бұл аталғандар оқушының біліміне қойылып отырған талаптар, ал тәрбие мәселесіне келсек, қазіргі таңда оқушылардың бойында елін, жерін сүюге, өз елінің тарихын біліп, ата-баба мұрасына құрметпен қарауға үйрету, яғни патриоттық тәрбие беру өзекті тақырыптардың бірі. Ал, ол адамның интелектуалды дамуы және адамдық қасиеттердің қалыптасуы тәрбиеге тікелей байланысты. Бұдан әрбір педагогтың білім мен тәрбие беруді бір-бірінен бөліп қарауы мүмкін емес екендігін көреміз.

Оқыту барысында оқушылардың тәрбие мәселесіне айтарлықтай көңіл бөліне алмайды. Олай дейтініміз, әр пән оқытудың білім беру бағдарламалары бойынша алдын ала анықталып қойған жоспар бойынша жүргізіледі. Ал, сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру барысында тақырып таңдауға, жоспарын құруға, мақсат-міндеттерін анықтауда еркіндік бар, бір сөзбен айтқанда оқу мен тәрбие мәселесін қатар алып жүруге мүмкіндік бар. Мұндай сыныптан тыс жұмыстың бірі ретінде Алматы қаласы химия-биология бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебімен Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Информатика және білімді ақпараттандыру кафедрасымен өзара жасалынған келісім-шарт негізінде жүргізіліп жүрген «Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» атты сыныптан тыс жұмысын айтуға болады. Бұл сыныптан тыс жұмыс «Әл-

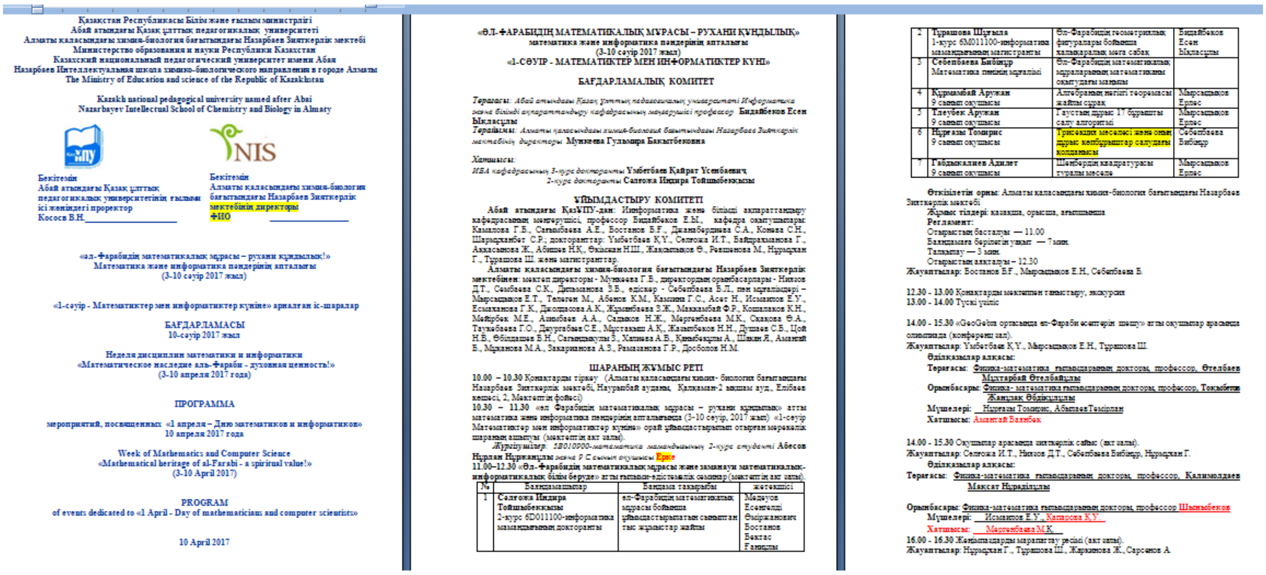
Фарабидің математикалық мұралары заманауи білім беру жағдайында» атты ғылыми жоба ауқымында ұйымдастырылып жүр[3].

Дәстүрге айналып келе жатқан бұл сыныптан тыс жұмыстарда оқушылар:

- «әл-Фараби әлемі» атты ғылыми-практикалык семинарда баяндама жасау;
- «әл-Фараби әлемі» атты газет шығару;
- Кездесу; математика-информатика ғылымдарының майталман мамандары – атақты академик, профессорларымен кездесу;
- «әл-Фараби» атты веб сайт құру;
- әл-Фараби есептерін Geogebra ортасында шешуден олимпиада;
- әл-Фараби мұрасы мен математика, информатика пәндерінен алған білімдерін көрсету үшін топтар арасында интеллектуалдық сайыстар;
- викториналық сұрақтарға жауап беру;
- әртүрлі танымдық ойындар (ребус, сөзжұмбақтар) шешу;
- әл-Фараби есептеріне программалау тілдерінің бірінде программа құру;
- видео сұрақтарға жауап беру т.б. тапсырмалар орындайды.

Мұнда сыныптан тыс жұмыстардың келесі түрлері қарастырылған: кездесу, конференция, олимпиада, баспа ісі, сайыстар, факультативтік курс, үйірме.

«Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық!» атты сыныптан тыс жұмыс математика-информатика пәндерінің апталығында өтіп келеді. Бұл апталықта оқушылар жыл бойы тақырып бойынша жасаған жұмыстарына есеп береді. Бұл күнгі шара алдын ала жасалған программа бойынша өтеді.



Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі
Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Алматы қаласындағы химия-биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі
Министерство образования и науки Республики Казахстан
Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления в городе Алматы
The Ministry of Education and science of the Republic of Kazakhstan

Kazakh national pedagogical university named after Abai
Nazarbayev Intellectual School of Chemistry and Biology in Almaty

Бекітемін
Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің ғылыми ісі жөніндегі проректор
Косов В.Н.____________________

Бекітемін
Алматы қаласындағы химия-биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінің директоры
ФИО ____________________

«әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық!»
Математика және информатика пәндерінің апталығы
(3-10 сәуір 2017 жыл)

«1-сәуір - Математиктер мен информатиктер күніне» арналған іс-шаралар

БАҒДАРЛАМАСЫ
10-сәуір 2017 жыл

Неделя дисциплин математики и информатики
«Математическое наследие аль-Фараби - духовная ценность!»
(3-10 апреля 2017 года)

ПРОГРАММА

мероприятий, посвященных «1 апреля – Дню математиков и информатиков»
10 апреля 2017 года

Week of Mathematics and Computer Science
«Mathematical heritage of al-Farabi - a spiritual value!»
(3-10 April 2017)

PROGRAM
of events dedicated to «1 April - Day of mathematicians and computer scientists»

10 April 2017

«ӘЛ-ФАРАБИДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МҰРАСЫ – РУХАНИ ҚҰНДЫЛЫҚ»
математика және информатика пәндерінің апталығы
(3-10 сәуір 2017 жыл)
«1-СӘУІР - МАТЕМАТИКТЕР МЕН ИНФОРМАТИКТЕР КҮНІ»

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КОМИТЕТ

Төрағасы: Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Информатика және білімді ақпараттандыру кафедрасының меңгерушісі профессор **Бидайбеков Есен Ықласұлы**
Төрайымы: Алматы қаласындағы химия-биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінің директоры **Мукеева Гульмира Бакытбековна**

Хатшысы:
ИБА кафедрасының 3-курс докторанты **Умбетбаев Қайрат Усенбаевич**
2-курс докторанты **Салгожа Индира Тойшыбекқызы**

ҰЙЫМДАСТЫРУ КОМИТЕТІ

Абай атындағы ҚазҰПУ-дан: Информатика және білімді ақпараттандыру кафедрасының меңгерушісі, профессор Бидайбеков Е.Ы., кафедра оқытушылары: Камалова Г.Б., Сағымбаева А.Е., Бостанов Б.Ғ., Джанабердиева С.А., Конева С.Н., Шармұханбет С.Р.; докторанттар: Умбетбаев Қ.У., Салгожа И.Т., Байдрахманова Г., Аққасынова Ж., Абишев Н.Қ., Өкілхан Н.Ш., Жақсылықов Ө., Ревшенова М., Нұрадхан Г., Тұрашова Ш. және магистранттар.

Алматы қаласындағы химия-биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінен: мектеп директоры - Мукеева Г.Б., директордың орынбасарлары - Ниязов Д.Т., Сәмбаева С.К., Дильманова З.Б., әдіскер - Сәбепбаева Б.Л, пән мұғалімдері – Мырсыдықов Е.Т., Телеген М., Абенов К.М., Камина Г.С., Асет Н., Исмаилов Е.У., Есмаханова Г.К., Джолдасова А.К., Жұмабаева З.Ж., Маккамбай Ф.Р., Кошалаков К.Н., Мейірбек М.Е., Алимбаев А.А., Садыков Н.Ж., Мергенбаева М.К., Сқақова Ө.А., Таукебаева Г.О., Джургабаев С.Е., Мұстақыш А.Қ., Жалынбеков Н.Н., Душаев С.Б., Цой Н.В., Әбілдашев Б.Н., Сағындықұлы З., Халиева А.В., Қамбекұлы А., Шакин Я., Амангай Б., Мұқанова М.А., Закарианова А.З., Рамазанова Г.Р., Дособолов Н.М.

ШАРАНЫҢ ЖҰМЫС РЕТІ

10.00 – 10.30 Қонақтарды тіркеу (Алматы қаласындағы химия- биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі, Наурызбай ауданы, Қалқаман-2 шағын ауд., Елібаев көшесі, 2, Мектептің фойесі)

10.30 – 11.30 «әл Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» атты математика және информатика пәндерінің апталығында (3-10 сәуір, 2017 жыл) «1-сәуір Математиктер мен информатиктер күніне» орай ұйымдастырылып отырған мерекелік шараның ашылуы (мектептің акт залы).

Жүргізушілер: 5В010900-математика мамандығының 2-курс студенті **Абесов Нұрлан Нұржанұлы** *және 9 С сынып оқушысы* Ерке

11.00–12.30 «Әл-Фарабидің математикалық мұрасы және заманауи математикалық-информатикалық білім беруде» атты ғылыми-әдістемелік семинар (мектептің акт залы).

№	Баяндамашылар	Баяндама тақырыбы	жетекшісі
1	**Салгожа Индира Тойшыбекқызы** 2-курс 6D011100-информатика мамандығының докторанты	әл-Фарабидің математикалық мұрасы бойынша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстар жайлы	Медеуов Есенгелді Өміржанович Бостанов Бектас Ғаниұлы
2	**Тұрашова Шұғыла** 1-курс 6М011100-информатика мамандығының магистранты	Әл-Фарабидің геометриялық фигуралары бойынша халықаралық мега сабақ	Бидайбеков Есен Ықласұлы
3	**Сәбепбаева Бибінұр** Математика пәнінің мұғалімі	Әл-Фарабидің математикалық мұраларының математиканы оқытудағы маңызы	
4	**Құрмамбай Аружан** 9 сынып оқушысы	Алгебраның негізгі теоремасы жайлы сұрақ	Мырсыдықов Ерлес
5	**Тлеубек Аружан** 9 сынып оқушысы	Гаусстың дұрыс 17 бұрышты салу алгоритмі	Мырсыдықов Ерлес
6	**Нұрғазы Томирис** 9 сынып оқушысы	Трисекция мәселесі және оның дұрыс көпбұрыштар салудағы қолданысы	Сәбепбаева Бибінұр
7	**Ғабдықалиев Адилет** 9 сынып оқушысы	Шеңбердің квадратурасы туралы мәселе	Мырсыдықов Ерлес

Өткізілетін орны: Алматы қаласындағы химия-биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі
Жұмыс тілдері: қазақша, орысша, ағылшынша
Регламент:
Отырыстың басталуы — 11.00
Баяндамаға берілетін уақыт — 7 мин.
Талқылау — 3 мин.
Отырыстың аяқталуы – 12.30
Жауаптылар: Бостанов Б.Ғ., Мырсыдықов Е.Н., Сәбепбаева Б.

12.30 - 13.00 Қонақтарды мектеппен таныстыру, экскурсия
13.00 - 14.00 Түскі үзіліс

14.00 - 15.30 «GeoGebra ортасында әл-Фараби есептерін шешу» атты оқушылар арасында олимпиада (конференц зал).
Жауаптылар: Умбетбаев Қ.У., Мырсыдықов Е.Н., Тұрашова Ш.
Әділқазылар алқасы:
Төрағасы: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, **Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы**
Орынбасары: Физика- математика ғылымдарының докторы, профессор, **Тоқыбетов Жаңұзақ Әбдіқұлұлы**
Мүшелері: Нұрғазы Томирис, АбылаевТемірлан
Хатшысы: Амантай Балнбек

14.00 - 15.30 Оқушылар арасында зияткерлік сайыс (акт залы).
Жауаптылар: Салгожа И.Т., Ниязов Д.Т., Сәбепбаева Бибінұр, Нұрадхан Г.
Әділқазылар алқасы:
Төрағасы: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, **Қалимолдаев Мақсат Нұрәділұлы**

Орынбасары: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Шыныбеков
Мүшелері: Исмаилов Е.У., Қапарова Қ.У.
Хатшысы: Мергенбаева М.Қ.
16.00 - 16.30 Жеңімпаздарды марапаттау рәсімі (акт залы).
Жауаптылар: Нұрадхан Г., Тұрашова Ш., Жарқынова Ж., Сарсенов А.

Сурет 1. «Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» атты сыныптан тыс жұмысты өткізу программасы

«Әл-Фарабидің математикалық мұрасы – рухани құндылық» атты сыныптан тыс жұмысы негізгі үш бөлімнен тұрады: «*Әл-Фарабидің математикалық мұрасы және заманауи математикалық-информатикалық білім беруде*» атты ғылыми-әдістемелік семинар; «*Дарындылар додасы*» интеллектуалдық сайысы; «GeoGebra ортасында әл-Фараби есептерін шешу» атты оқушылар арасында олимпиада.

Бұл шараға математика, информатика ғылымдарының майталман мамандары қонаққа шақырылды: Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы, Ауданбекұлы Нұржан Көбесов, Қалимолдаев Мақсат Нұрәділұлы, Бектемесов Мақтағали Әбдімәжитұлы, Дженалиев Мувашархан Танабайұлы, Джумабаев Дулат Сыздықбекұлы, Ақыш Әбдіғали Шойынбайұлы, Шыныбеков Абдухали Насырович, Дюсенбаев Ануар Ермуханұлы, Білəл Шерəлі, Кангужин Балтабек Есматұлы, Мухамбетжанов Салтанбек Талапеденович, Асанова Анар Тұрмағанбетқызы, Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы, Біргебаев Ахтай Біргебайұлы, Хамраев Шерипидин Итахунұлы, Бекпатшаев Мұрат Жүсіпəліұлы, Сыдықов Бақыт Диханбайұлы,Медеуов Есенгелді Өміржанұлы, Шуақаев Марат Қапезұлы, Камалова Гульдина Большевиккызы, Сағымбаева Айнұр Есенғазықызы, Бостанов Бектас Ғаниұлы, Конева Светлана Николаевна, Шолпанбаев Бақыткерей Бақтұрұлы, Шармұханбет Салтанат Русланқызы, Ошанова Нұржамал Тұрашқызы.

Келген қонақтар өз кезегінде әл-Фарабидің математикалық мұрасы туралы, қазіргі ғылым жетістіктері туралы өздерінің ой-пікірлерімен бөлісіп, оқушыларды өз елінің патриоты болуға, білімді, қоғам талабына сай, бәсекелестікке қабілетті болуға ұмтылу қажеттігін т.б. оқу мен тәрбие туралы ойларымен бөлісті. Оқушыларға мұндай кездесулер, өз елінің ғалымдарымен танысу ұнайды. Мұндай кездесулер арқылы оқушылардың мамандық таңдауына көмектеіп, кездесуге келген ғалымдар секілді болуға ұмтылып, ғылымға деген қызығушылықтары оянады.

Одан әрі, *«Әл-Фарабидің математикалық мұрасы және заманауи математикалық-информатикалық білім беруде»* атты ғылыми-әдістемелік семинар жалғасын тапты. Ғылыми-әдістемелік семинарда жасалынған баяндамалар:

Кесте 1

№	Баяндамашылар	Бандама тақырыбы	жетекшісі
1	*Сәлғожа Индира Тойшыбекқызы* 2-курс 6D011100-информатика мамандығының докторанты	әл-Фарабидің математикалық мұрасы бойынша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстар жайлы	Медеуов Есенгелді Өміржанович Бостанов Бектас Ғаниұлы
2	*Тұрашова Шұғыла* 1-курс 6М011100-информатика мамандығының магистранты	Әл-Фарабидің геометриялық фигуралары бойынша халықаралық мега сабақ	Бидайбеков Есен Ықласұлы Ошанова Нұржамал
3	*Себепбаева Бибінұр* Математика пәнінің мұғалімі	Әл-Фарабидің математикалық мұраларының математиканы оқытудағы маңызы	
4	*Құрмамбай Аружан* 9 сынып оқушысы	Алгебраның негізгі теоремасы жайлы сұрақ	Мырсыдықов Ерлес
5	*Тлеубек Аружан* 9 сынып оқушысы	Гаустың дұрыс 17 бұрышты салу алгоритмі	Мырсыдықов Ерлес
6	*Нұрғазы Томирис* 9 сынып оқушысы	Трисекция мәселесі және оның дұрыс көпбұрыштар салудағы қолданысы	Себепбаева Бибінұр
7	*Габдыкалиев Адилет* 9 сынып оқушысы	Шеңбердің квадратурасы туралы мәселе	Мырсыдықов Ерлес

«GeoGebra ортасында әл-Фараби есептерін шешу» атты оқушылар арасында олимпиада мектептің конференц залында өтті.

Жауаптылар: Үмбетбаев Қ.Ү., Мырсыдықов Е.Н., Тұрашова Ш.

Әділқазылар алқасы:

Төрағасы: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы

Орынбасары: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессорДженалиев Мувашархан Танабайұлы

Мүшелері: Нұрғазы Томирис, АбылаевТемірлан

Хатшысы: Әсет Насихат

Оқушылар арасында «*Дарындылар додасы*» интеллектуалдық сайысы мектептің акт залында өтті.

Жауаптылар: Сәлғожа И.Т., Ниязов Д.Т., Себепбаева Б., Нұрмұхан Г.

Әділқазылар алқасы:

Төрағасы: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Қалимолдаев Мақсат Нұраділұлы

Орынбасары: Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Біләл Шерәлі

Мүшелері: Исмаилов Е.У., Қапарова Қ.У.

Хатшысы: Мергенбаева М.Қ.

16.00 - 16.30 Жеңімпаздарды марапаттау рәсімі (акт залы).

Жауаптылар: Нұрмұхан Г., Тұрашова Ш., Жаркинова Ж., Сарсенов А.

Сыныптан тыс жұмыстарда әртүрлі сайыстарды ұйымдастыру оқушыларды ұжымда жұмыс жасай алуға, бәсекелестікке қабілетті бола алуға үйретеді.

«ДАРЫНДЫЛАР ДОДАСЫ» интеллектуалдық сайысының сценариі

Сайысқа мектептің 9 сынып оқушыларынан құралған екі топ қатысты.

1-топ «Фараби»

2-топ «Отырар»

Зияткерлер сайысына қатысқан екі топ 8 бөлім бойынша додаға түседі:

1-бөлім. «Тарихтан тағылым» әл-Фараби өмірі мен еңбектеріне шолу;

2-бөлім. «Ғалымның хаты өлмейді» синквейн жазу /үш тілде/;

3-бөлім. «X&Y» математикалық лото ойыны;

4-бөлім. «Миға шабуыл» логикалық тапсырмалар;

5-бөлім. «Білім пирамидасы»сайысы;

6-бөлім.«әл Фараби және математика» үй тапсырмасы;

7-бөлім. «Фарабише ойлан!»топтық жұмыс;

8-бөлім. «Данамен тілдесу» шығармашылық жұмыс.

1-бөлім. «Тарихтан тағылым» әл-Фараби өмірі мен еңбектеріне шолу.

«Тарихтан тағылым» деп аталатын бұл бөлімде сіздер экрандағы суреттерді басшылыққа ала отырып әл-Фарабидің өмірі мен еңбектеріне қысқаша шолу жасау. «Біз үшін қалған мұра......» ойды аяқтап, өз қорытындыларын беруДайындалуға 5 минут уақыт беріледі. Сайыстың бұл бөлімінде берілетін ең жоғарғы ұпай - 5 ұпай.

/оқушылар 5 минут дайындалады/

Біздің сайысымыздың 2-бөлімі «Ғалымның хаты өлмейді» деген тақырыпта үш тілде синквейн жазу. Дайындалуға берілетін уақыт - 3 минут. Берілетін ең жоғарғы ұпай – 5 ұпай.

Сайыстың 3-кезеңі «X&Y» математикалық лото ойыны.

Сайыскерлердің назарына ұсынылып тұрған шаршыларға «Математика», «Информатика» және «әл-Фараби» тақырыптары бойынша сұрақтар жасырынған. Сайыстың алдыңғы бөлімдері бойынша ең жоғары ұпай жинаған топ осы тақырыптар бойынша қалаған сұрақты таңдау мүмкіндігін иеленеді. Келесі таңдау кезегі екінші топқа беріледі. Егер сұраққа дұрыс жауап берсеңіздер, сол сұрақтың орынына өз белгілеріңізді қоясыздар. Егер жауаптарыңыз қате болса, келесі топтың белгісі қойылады. Егер тік, көлденең және диагональ бойымен бірдей белгілер шығатын болса, онда сол топ жеңіске жатады де, қалған тапсырмаларды екінші топ орындап шығады, бірақ олардың жинаған ұпайлары есептелмейді.

Әрбір дұрыс жауап 1 ұпаймен бағаланады.

Айтылуында қанша әріп болса, сонша цифрдан құралған екі санды атаңыз

/Топтар берілген тапсырмалар аяқталғанға дейін ойнайды. Тапсырмалар:

Математика

1. Айтылуында қанша әріп болса, сонша цифрдан құралған екі санды атаңыздар. Жауабы: 100, 1000000 /жүз, миллион/

2. 1-ден 100-ге дейінгі сандар арасында қанша 9 цифры кездеседі? /20/

Информатика.

1. Ақпаратты кері кодтау қалай аталады?

*Жауабы:***Декодтау**

2. Ең алғаш программа жасаған әйел ғалым кім?

*Жауабы:***Августа Ада Лавлейс**

3. Бірмезгілде қатар басылған осы екі перне терезені жабады

*Жауабы:***ALT+F4**

Әл Фараби.

1. Әл-Фарабиді Аристотельден кейінгі екінші ұстаз деп атайды. Себебі?

Жауабы: Көп тілдерді жетік білген әл-Фараби Аристотель шығармаларына араб тілінде түсіндірме жазып, өзінің бірінші ұстазға деген ғылым саласындағы үлкен адамгершілік, азаматтық, іс-әрекетін таныта білген. Сондықтан да шығыс философтары оны "Ал муаллим ас-сани"— екінші ұстаз деп атаған.

2. Бұрышты теңдей үш бөлікке бөлуге бола ма?

Жауабы: Болады. Тек қана циркуль мен сызғыштың көмегімен сала алмаймыз. Ал, осыларға қосымша басқа құралдардың (мысалы, сағат цифрблатының көмегімен, қосымша сызғыш, оригами және т.б.) көмегімен бөлуге болады.

3. Әл-Фараби математиканы неше тарауға бөлді? /7 тарау: арифметика, геометрия, оптика, астраномия, музыка, статика, механика/

Сайыстың 4- бөлімі – «Миға шабуыл» деп аталады.

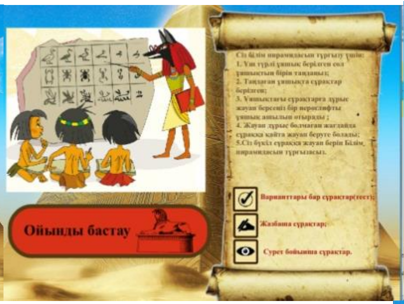
Экранда сандар қатары көрсетілген. Осы қатардың жасалу заңдылығын анықтап, келесі жолды жазыңыздар. Ойлануға 5 минут уақыт беріледі.

Толық, дұрыс жауап 5 ұпаймен бағаланады. Әділқазы алқасының шешімімен толық емес жауаптың идеялары да бағаланады.

Сайыстың 5-бөлімі«Білім пирамидасы» деп аталады.

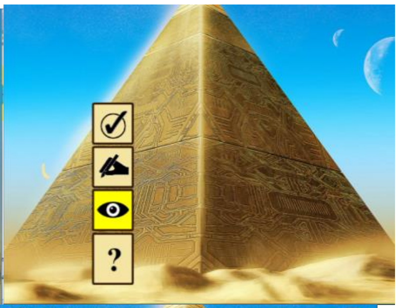
Бұл бөлім «әл-Фараби», «Ғалымдар», «Информатика» атты бөлімдер бойынша сұрақтардан тұрады.

Бұл сайысты ұпай саны аз топ бастайды. Сұрақтарға топ мүшелері кезектесе отырып жауап береді. Егер жауап қате болса, осы сұраққа келесі топ жауап береді. Әрбір дұрыс жауап 1 ұпаймен бағаланады.



Сіз білім пирамидасын тұрғызу үшін:
1. Үш түрлі ұяшық берілген сол ұяшықтың бірін таңдаңыз;
2. Таңдаған ұяшықта сұрақтар берілген;
3. Ұяшықтағы сұрақтарға дұрыс жауап берсеңіз бір иероглифты ұяшық ашылып отырады ;
4. Жауап дұрыс болмаған жағдайда сұраққа қайта жауап беруге болады;
5.Сіз бүкіл сұраққа жауап беріп Білім пирамидасын тұрғызасыз.

☑ Варианттары бар сұрақтар(тест);
✍ Жазбаша сұрақтар;
👁 Сурет бойынша сұрақтар.

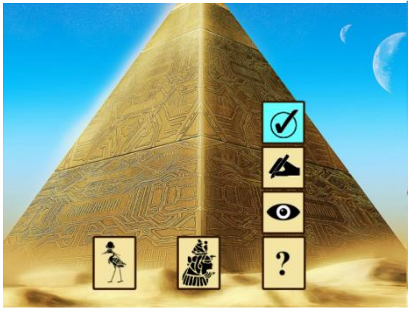


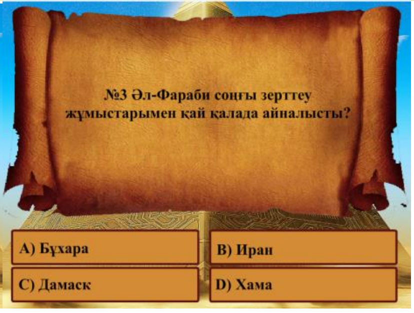
№1 Циркуль мен сызғыштың көмегімен дұрыс жетібұрышты жуықтап салған кім?

№2 Жүйелік блоктың "миы"?
П*О***С**

№2 Жүйелік блоктың "миы"?
П*О***С**

Жауап дұрыс! Келесі сұрақ





№3 Әл-Фараби соңғы зерттеу жұмыстарымен қай қалада айналысты?

A) Бұхара
B) Иран
C) Дамаск
D) Хама

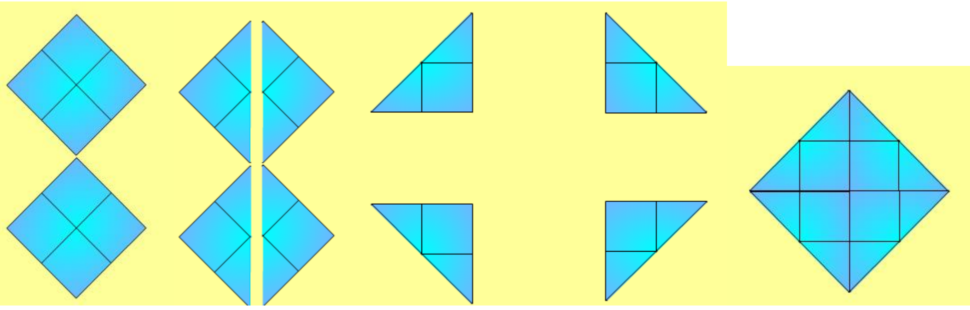
Сайыстың келесі бөлімі –«әл Фараби және математика» үй тапсырмасын тексеру;

«әл Фараби және математика» деген тақырыппен веббеттер, презентациялар дайындау тапсырылған болатын. Берілетін ең жоғарғы ұпай - 5 ұпай. Таныстыруға берілетін уақыт 3 минут.

1-топ үй тапсырмасын таныстырып өтеді

2-топ үй тапсырмасын таныстырып өтеді

Сайыстың 7-ші кезеңінде зияткерлер әл Фарабидің есептерінің бірін шығару арқылы сайысқа түседі. Экранда «сегіз шаршыдан бір шаршы құрастыру» есебінің шығарылу жолы көрсетіледі. Мұнда, алдымен сегіз шаршыдан екі шаршы құрайды, содан соң осы шаршыларды дигональ бойымен екі бөлікке бөліп, бір шаршы құрайды.



Берілетін тапсырма: ұсынылып отырған өзара тең 13 шаршыдан бір шаршы құрастыру. Ол үшін қайшы және сызғышты ғана қолдана алады. Тапсырманы орындауға 5 минут уақыт беріледі. Дұрыс орындалған тапсырма 5 ұпаймен бағаланады.

/Ойыншыларға екі топқа қызыл және көк түсті 13 шаршышаршылар, қайшылар, сызғыштар беріледі. Топ мүшелері бірігіп жұмыс жасайды/.

Сайыстың ақтық 8-бөлімінде «Данамен тілдесу» деп аталады. Бұл шығармашылық бөлімде біздің сайыскерлеріміздің бірі әл-Фарабиден өсиет хат алса, екіншісі әл-Фарабиге хат жазады.

Тапсырманы орындауға 5 минут уақыт беріледі.

Әділқазылар алқасы сайыстың әр кезеңіндегі топтардың бағаларын «Бағалау парағына» белгілеп отырды. Әр сайысқа берілген уақытта көрермендермен ойындар ұйымдастырылды, мектеп өнерпаздарының өнерін тамашалады.

Кесте 2. Бағалау парағы

Топ	Сайыс бөлімдері								Жалпы ұпай
	1-бөлім	2-бөлім	3-бөлім	4-бөлім	5-бөлім	6-бөлім	7-бөлім	8-бөлім	
	«Тарихтан тағылым» әл-Фараби өмірі мен еңбектеріне шолу	«Ғалымның хаты өлмейді» синквейн жазу /үш тілде/	«X&Y» математикалық лото ойыны	«Миға шабуыл» логикалық тапсырмалар	«Білім пирамидасы» сайысы	«әл Фараби және математика» үй тапсырмасы	«Фарабише ойлан!» топтық жұмыс	«Данамен тілдесу» шығармашылық жұмыс	
	5 ұпай	5 ұпай	1 сұрақ-1 ұпай	5 ұпай	1 сұрақ-1 ұпай	5 ұпай	5 ұпай	5 ұпай	56
1-топ									
2-топ									

Ал, әл-Фарабидің математикалық мұраларымен таныстырып, есептерін оқушыларға шештіру оқушылардың пәнге деген қызығушылын арттырып, білімдерін шыңдауға, информатика-математика пәндерінен алған білімдерін тәжірибеде қолдана білуге үйретеді, яғни ақпараттық құзырлылықтарын қалыптастыру мүмкіндігі мол [4].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Педагогика. Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті-дәрістер. Алматы-2008

2 Малев В.В. Общая методика преподавания информатики. Воронеж. 2005 г. 270 с.

3 Бидайбеков Е.Ы., Камалова Г.Б., Бостанов Б.Г., Умбетбаев К.У., Салгожа И.Т. Об организации и проведении внеклассного мероприятия по информатике «Математическое наследие аль-Фараби – духовная ценность» // Современные информационные технологии и ИТ-образование. - Москва, 2016. - № 1. – Т.12. - С. 147-159.

4 Бидайбеков Е.Ы., Камалова Г.Б., Бостанов Б.Г., Умбетбаев К.У., Салгожа И.Т., Торебекова Р.К. Формирование ИКТ - компетенции во внеклассной работе математическому наследию аль-Фараби // Материалы I Международной научно-практической конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения - 2016». - Красноярск, 2016. - С.172-176.

УДК 517.958:534
ГРНТИ 27.35.16

Gusmanova F.R.[1], Tyulepberdinova G.A.[2], Gaziz G.G.[3], Adilzhanova S.A.[4]

[1,2] Cand.Sci. (Phys.-Math), Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[3,4] Senior Lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

INVERSE ACOUSTIC PROBLEM AND DIFFERENCE METOD OF SOLVING

Abstract

This article discusses the non-linear one-dimensional inverse problem of acoustics. In acoustics for inverse problems meant the restoration of sound sources or performance irregularities, scattering the primary field, by measuring the primary or scattered acoustic field. The goal is to find the acoustic stiffness. The object of the study are acoustic stiffness - factor in the equation of acoustics, of the rate of convergence of approximate solutions to the exact gradient methods. To solve the problem of the finite difference method is applied. To analyze the results, usually we consider a discrete system of equations and that digital operator for the inverse problem of acoustics, but in this case we consider the inverse problem of acoustic equivalent in finite-difference form. Showing algorithms for solution of the problem and the results of the calculation.

Key words: algorithm, inverse problem, acoustics, stiffness, nonlinear, finite difference method, the results of the calculation.

Аңдатпа

Ф.Р. Гусманова[1] , Г.А. Тулепбердинова[2], Г.Г. Газиз[3], С.А.Адильжанова[4]

АЙЫРЫМДЫҚ ӘДІС ЖӘНЕ АКУСТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІНІҢ ШЕШІМІ

[1,2] ф.-м.ғ.к., доцент, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3,4] аға оқытушы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Бұл мақалада акустиканың бір өлшемді кері есебі қарастырылған. Акустикады кері есебі ретінде бастапқы дыбысты қалпына келтіру немесе бастапқы акустикалық өріс өлшемі негізінде бастапқы өрістің шашырауының біртекті емес мінездемесі түсіндіріледі. Акустикалық тығыздықты табу мақсатында есептеулер жүргізілген. Есептің шешімін табу үшін ақырлы айырымдар әдісі пайдаланылды. Сандық есептеулер нәтижесінде алынған қорытынды мәлімет көрсетілген. Зерттеу нысаны ретінде акустикалық тығыздықты аламыз, яғни акустика теңдеуіндегі коэффициентті, ол тура градиенттік әдістер шешіміне жуықтайтын жинақтылық жылдамдығының бағалауы. Есепті шешу үшін ақырлы айырымдар әдісін пайдаланамыз. Шешімдерге талдау жасау үшін теңдеудің дискретті жүйесін және оған сәйкес акустиканың кері есебі үшін дискретті оператор қарастыратын болсақ, бұл мақалада ақырлы айырымдық түрдегі акустиканың кері есебіне эквивалентті есепті қарастыратын боламыз. Есептеу алгоритмі және нәтижелеріне талдау жасалып көрсетілген.

Кілттік сөздер: алгоритм, кері есеп, акустика, тығыздық, сызықты емес, ақырлы айырымдар әдісі, сандық есептеу.

Аннотация

Ф.Р. Гусманова[1] *, Г.А. Тулепбердинова*[2]*, Г.Г. Газиз*[3]*, С.А.Адильжанова*[4]
[1,2] *к.ф.м.н., доцент Казахского национального университета им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*
[3,4] *старший преподаватель Казахского национального университета им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

РАЗНОСТНЫЙ МЕТОД И РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ АКУСТИКИ

В этой статье рассматривается нелинейная одномерная обратная задача акустики. В акустике под обратными задачами понимается восстановление источников звука или характеристик неоднородностей, рассеивающих первичное поле, на основе измерения первичного или рассеянного акустического поля. Цель состоит в том, чтобы найти акустическую жесткость. Объектом исследования является акустическая жесткость - коэффициент в уравнении акустики, оценки скорости сходимости приближенных решений к точным градиентным методам. Для решения задачи применен метод конечной разности. Для анализа результатов, обычно рассматриваем дискретную систему уравнений и соответствующий дискретный оператор для обратной задачи акустики, а в данном случае рассмотрим эквивалентную обратную задачу акустики, в конечно-разностном виде. Показаны алгоритмы решения задачи и результаты вычислений.

Ключевые слова: алгоритм, обратная задача, акустика, жесткость, нелинейная, метод конечной разности, результаты вычислении.

1. Statement of the problem

One-dimensional inverse acoustic problem is considered [1]

$$u_{tt} = u_{xx} - 2\frac{s'(x)}{s(x)}u_x, \quad t > x > 0, \qquad u_{tt} = u_{xx} - 2\frac{\sigma'(x)}{\sigma(x)}u_x, \quad x > 0, t > 0, \tag{1}$$

$$u_{x|x=0} = 0, \quad t > 0, \qquad u|_{t<0} \equiv 0, \quad x > 0, \tag{2}$$

$$u(x,x+0) = s(x), \quad x > 0, \qquad u_x(+0,t) = \gamma\delta(t), \quad t > 0, \tag{3}$$

$$u_{|x=+0} = g(t), \quad t > 0, \qquad u(+0,t) = g(t), \quad t > 0. \tag{4}$$

Where $\sigma(x) > 0, x > 0, \sigma \in H^1[0,\infty)$. The aim is to find the solution to the direct problem (1)-(3) $u(x,t)$ and the acoustic impedance $\sigma(x)$ given the additional information [2].

It is known [3], that the soltion to the direct problem (1)-(3) is represented in as next

$$u(x,t) = s(x)\theta(t-x) + \tilde{u}(x,t), \tag{5}$$

Where $\tilde{u}(x,t)$ - is continuous for $x \geq 0$ and sufficiently smooth for $t > x > 0$ function,

$s(x) = -\gamma\sqrt{\sigma(x)/\sigma(+0)}$, θ - is Heaviside function.

Substitute (3) in the system (1)-(4), we recieve the following equivalent inverse problem $u(x,t)$ and $s(x)$

$$u_{tt} = u_{xx} - 2\frac{s'(x)}{s(x)}u_x, \quad t > x > 0, \qquad u_{tt} = u_{xx} - 2\frac{s'(x)}{s(x)}u_x, \quad t > x > 0 \tag{6}$$

$$u_{x|x=0} = 0, \quad t > 0, \qquad u_x|_{x=0} = 0, \quad t > 0, \tag{7}$$

$$u(x,x+0) = s(x), \quad x > 0, \qquad u(x,x+0) = s(x), \quad x > 0, \tag{8}$$

$$u_{|x=+0} = g(t), \quad t > 0, \qquad u|_{x=+0} = g(t), \quad t > 0. \tag{9}$$

2. Finite difference scheme for solving to the problem

Let $l>0$ be the «depth» of our interval for x. We consider the grid $x=ih, \quad t=kh$, where $i=\overline{1,N}, \quad k=\overline{1,2N-i}, \quad N=l/h.$

The finite difference approximation for the equation (6) is as follows [4]

$$\frac{(u_i^{k+1}-2u_i^k+u_i^{k-1}}{h^2}=\frac{(u_{i+1}^k-2u_i^k+u_{i-1}^k}{h^2}-2\frac{(s_{i+1}-s_{i-1})}{h(s_{i+1}-s_{i-1})}\cdot\frac{s_{i+1}^k-s_{i-1}^k}{2h}, \tag{14}$$

whence we have for u_{i+1}^k

$$u_{i+1}^k=\frac{(u_i^{k+1}+2u_i^{k-1})(s_{i+1}+s_{i-1})-2u_{i-1}^k s_{i+1}}{2s_{i-1}} \tag{11}$$

The finite difference approximation for the boundary condition (7) [5] is as follows

$$u_1^k=u_0^k+h\frac{\partial u}{\partial x}\bigg|_{x=0}+\frac{h^2}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\bigg|_{x=0}+0(h^3)$$

$$=u_0^k+\frac{h^2}{2}\left(\frac{u_0^{k+1}-2u_0^k+u_0^{k-1}}{h^2}+2\frac{s'(0)}{s(0)}\frac{\partial u}{\partial x}\bigg|_{x=0}\right)+0(h^3)=\frac{u_0^{k+1}+u_0^{k-1}}{2}+0(h^3).$$

Thus all functions under consideration are supposed sufficiently smooth the inverse problem (6)-(9) has the foolowing finite difference approximation [6]

$$u_{i+1}^k=\frac{\left(u_i^{k+1}+u_i^{k-1}\right)\left(s_{i+1}+s_{i-1}\right)-2u_{i-1}^k s_{i+1}}{2s_{i-1}} \tag{12}$$

$$u_1^k=\frac{{u_0}^{k+1}+{u_0}^{k-1}}{2}, \tag{13}$$

$$u_i^i=s_i, \tag{14}$$

$$u_0^k=g^k. \tag{15}$$

Substituting $k=i+1$ in (12) and taking into account (14), we receive the expression for unknown function

$$s_{i+1}=s_{i-1}\frac{u_i^{i+2}-s_i}{2s_{i-1}-s_i-u_i^{i+1}+2u_{i-1}^{i+1}}. \tag{16}$$

We calculate our scheme from the boundary $i=0$ in the line of characteristic as may be seen in Fig.1. Firstly we calculate s_0, then known the value of u_0^2, calculate s_1. Next calculating in the line of characteristic from u_0^4, we define s_2 and etc.

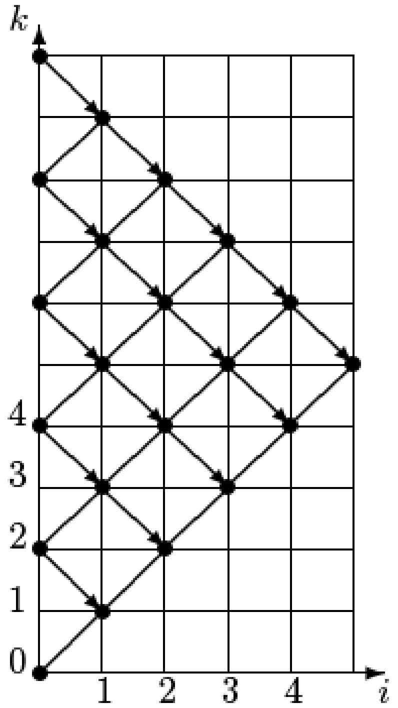


Figure 1. Return problem

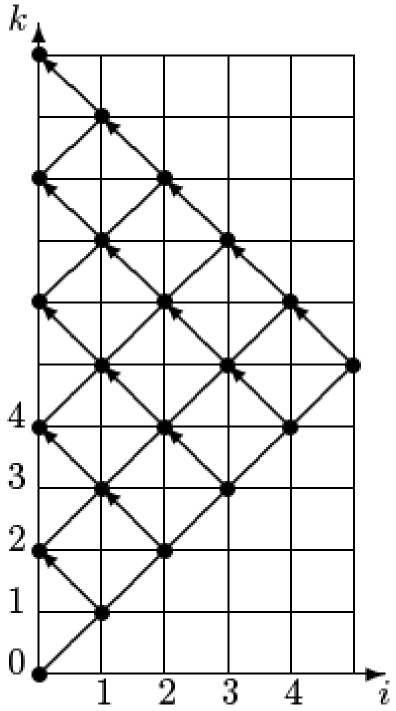


Figure 2. Direct problem

Algorithm of solving the discrete problem is:

1. Calculate by formula (15) the value of $s_0 = u_0^0 = g_0$..
2. Calculate s_1:

(a) By formula (15) obtain the value of $u_0^2 = g_2$;

(b) By formula (13) obtain the value of $s_1 = u_1^1 = \frac{u_0^2 + u_0^0}{2}$.

3. Calculate s_2:

(a) By formula (15) obtain the value of $u_0^4 = g_4$;

(b) By formula (13) obtain the value of $u_1^3 = \frac{u_0^4 + u_0^2}{2}$;

(c) By formula (16) obtain the value of s_2;

4. Calculate s_3:

(a) By formula (15) obtain the value of $u_0^6 = g_6$;

(b) By formula (13) obtain the value of $u_1^5 = \frac{u_0^6 + u_0^4}{2}$;

(c) By formula (12) obtain the value of u_2^4;

(d) By formula (16) obtain the value of s_3;

5. Similarly calculate $s_i, i = \overline{4, N}$:

(a) By formula (15) obtain the value of $u_0^{2i} = g_{2i}$;

(b) By formula (13) obtain the value of $u_1^{2i-1} = \frac{u_0^{2i} + u_0^{2i-2}}{2}$;

By formula (12) obtain in the line of the characteristic the values of

(a) function $u_2^{2i-2}, ..., u_{i-1}^{i+1}$;

(b) by formula (16) obtain the value of s_i.

3. Numerical experiment

To illustrate the work of our algorithm for solving to the inverse problem we solve the direct problem with an exact function $s(x)$, then take the trace of the solution for $x=0$, ther by we define the additional information function $g(t)$.

The scheme of solving the direct problem is as follows:

$$u_{i+1}^{k}=\frac{2u_{i+1}^{k}s_{i-1}+2u_{i-1}^{k}s_{i+1}}{s_{i+1}+s_{i-1}}-u_{i}^{k-1}, \tag{17}$$

$$u_{0}^{k+1}=2u_{1}^{k}-u_{0}^{k-1}, \tag{18}$$

$$u_{i}^{i}=s_{i}, \tag{19}$$

$$u_{0}^{k}=g_{k}. \tag{20}$$

Here calculating in the line of characteristic define g_i, given (Fig.2).

Below we describe numerical experiments for various functions s_i.

3.1. Piecewise constant function $s(x)$, noise parameter $\varepsilon \approx 0.002$

We take the parameters $N=200,\quad l=1,\quad h=l/N=0.005,$ Using the scheme (17)-(20) we solve the direct problem with function [7]

$$s(x)=\begin{cases}-1, & \text{если} \quad 0\le x<0.25;\\ -2, & \text{если} \quad 0{,}25\le x<0.5;\\ -3, & \text{если} \quad 0.5\le x<0.75;\\ -0.5, & \text{если} \quad 0.75\le x\le 1,\end{cases}$$

thus define the function g(t). Adding a random error the function g(t) is as may be seen in (Fig.3).

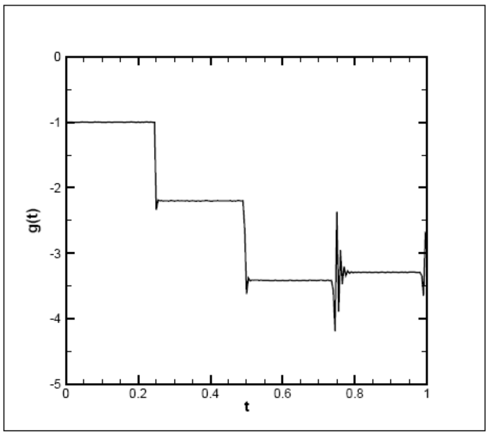


Figure 3: $\|\tilde{g}-g\| \approx 0.003$

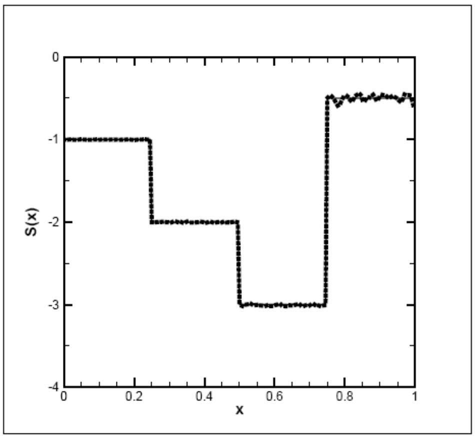


Figure 4: $\|\tilde{s}-s\| \cong 0.02$

Then using the scheme of solving the inverse problem (12)-(15), we obtain the function s(x). In Fig.4 are shown the exact and calculated functions s(x).

3.2. Piecewise constant function s(x), noise parameter

For parameters N=200, l=1, h=l/N=0.005, $\varepsilon \approx 0.01$, with function s(x) given by (21) numerical results are may be seen in Fig.5,6.

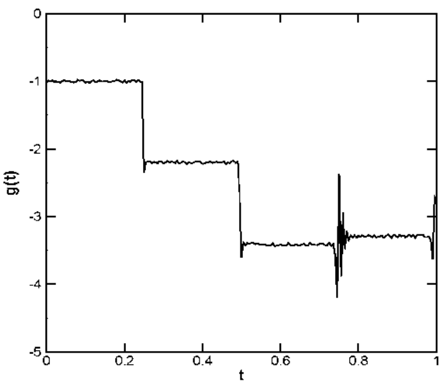


Figure 5: $\left\|\tilde{g} - g\right\| \cong 0.01$

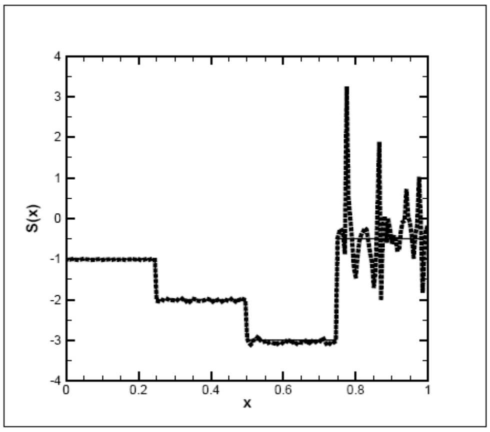


Figure 6: $\left\|\tilde{s} - s\right\| \approx 0.42$

References

1 Kabanikhin S.I., Bektemesov M.A., Nurseitova A.T. Iteration methods of solving inverse and ill-posed problems with data on part of boundaru. - Almaty: International fond of inverse problems, 2006 (in russian).

2 Romanov V.G. Inverse problems in differencial equations. - Novosibirsk: NSU, 1973 (in russian).

3 Kabanikhin S.I., Satybaev A.D., Shishlenin M.A. Direct methods of solving multidimensional inverse hyperbolic problems. //VSP, the Netherlands. -2004.

4 Samarsky A.A. Introduction of theory of difference schemas. -Moscow: Nauka, 1971 (in russian).

5 Тюлепбердинова Г.А. Аппроксимация метода итераций Ландвебера для сеточного уравнения акустики //Вестник КазНПУ им. Абая. Алматы - 2011. Т. 35, №3.- С.156-159. - Серия «Физико-математические науки».

6 Тюлепбердинова Г.А. Вывод дискретного аналога сопряженного оператора для обратной задачи акустики. Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. Жас ғалым. Ізденістер. Мәселелер. Зерттеулер сериясы. – Алматы, 2014. - № 1. - С. 50-56 б.

7 Tyulepberdinova G.A. Difference metod of solving ID inverse acoustic problem // Bulletin KazNPU series of "physical and mathematical sciences» №3 (39) 2012.- pp 146-150. - Series "Physics and mathematics".

ӘӨЖ 373.1.013
ҒТАМР 14.25.09

А.Ө. Даулетқұлова[1], А.Қ. Бекболғанова[2], М. Слямова[3]

[1]Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің математика кафедрасының қауымдастырылған проф.м.а., п.ғ.к. Алматы қ., Қазақстан
[2]Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің математика кафедрасының аға оқытушысы, п.ғ.к. Алматы қ., Қазақстан
[3]Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің математика кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ДАМЫТУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ӨНДІРІСТІК МАЗМҰНДАҒЫ ЕСЕПТЕРГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ДИДАКТИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Андатпа

Мақалада мектеп жағдайында қалыптасатын функционалдық дағды мәселесі қарастырылған. Бүгінгі таңда тұлғаның шығармашылық тұрғыда ойлай алуы және қалыптан тыс шешімдер қабылдай білуі, кәсіби жолын таңдай алуы, сонымен бірге өмір бойы білімін дамытуы оның басты функцияналдық сапасы болып табылады. Жоғарыда айтылған сапалық қасиеттердің барлығы негізінде мектеп қабырғасында қалыптастырылады. Функционалды сауаттылықты құраушыларының бірі – ол оқушылардың математикалық сауаттылығы болып табылады. Математикалық сауаттылық дегеніміз - ол адамның өмірдегі математиканың орнын таба білуі, яғни бізді қошаған ортадағы математиканың ролін анықтай алуы, негізделген математикалық тұжырымдарды білуі және математиканы қазіргі кезде және болашақта да орынды қолдануы болып табылады. Сонымен бірге мақалада дидактикалық талаптар мен өндірістік есептер және математикалық сауаттылық түсініктері анықталған.

Түйін сөздер: математикалық сауттылық, өндірістік есептер, білім, мектеп, дидактикалық талаптар, тұлға, қажеттілік.

Аннотация

А.У.Даулеткулова[1]*, А.К.Бекболганова*[2]*, М. Слямова*[3]
[1]*К.п.н., и.о.ассоц.проф.кафедры метататики Казахского государственного женского педагогического университета г.Алматы, Казахстан*
[2]*К.п.н., ст.преп.кафедры метататики Казахского государственного женского педагогического университета г.Алматы, Казахстан*
[3]*М.п.н., ст.преп.кафедры метататики Казахского государственного женского педагогического университета г.Алматы, Казахстан*

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В статье рассматриваются функциональные навыки, которые формируются в условиях школы. На сегодняшний день главными функциональными качествами личности являются инициативность, способность творчески мыслить и находить нестандартные решения, умение выбирать профессиональный путь, готовность обучаться в течение всей жизни. Все данные качества формируются в школе. Одной из составляющей функциональной грамотности – это математическая грамотность учащихся. Математическая грамотность – это способность человека определять и понимать роль математики в мире, в котором он живёт, высказывать обоснованные математические суждения и использовать математику так, чтобы удовлетворять в настоящем и будущем потребности, присущие созидательному, заинтересованному и мыслящему гражданину. В статье отражены такие понятия, как дидактические требования, производственные задачи и математическая грамотность.

Ключевые слова: математическая грамотность, производственные задачи, образование, школа, дидактические требование, личность, потребность.

Abstract

DIDACTICAL REQUIREMENTS OF PRODUCTION OBJECTIVES IN FORMING THE FUNCTIONAL MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS

Dauletkulova A.U.[1]*, Bekbolganova A.K.*[2]*, Slyamova M.*[3]
[1]*Cand. Sci.(Pedagogical), Associate Professor of the Department of Mathematics Kazakh State Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Cand. Sci.(Pedagogical), Senior Lecturer of the Department of Mathematics Kazakh State Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[3]*Senior lecturer of the Department of Mathematics Kazakh State Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article deals with the functional skills that are formed in the conditions of the school. To date, the main functional qualities of the individual are initiative, the ability to think creatively and find non-standard solutions, the ability to choose a professional path, the willingness to learn throughout life. All the given qualities are formed in the school. One of the leaving functional literacy is the mathematical literacy of students. Mathematical literacy is the ability of a person to define and understand the role of mathematics in the world in which he lives, to express sound mathematical judgments and to use mathematics in order to satisfy in the present and the future the needs inherent in a creative, interested and thinking citizen. The article reflects such concepts as didactic requirements, production tasks and mathematical literacy.

Key words: mathematical literacy, production problems, education, school, teaching requirement, personality, need.

Жалпы мектепте оқытудың мәселелеріне арналған ғылыми – педагогикалық әдебиеттерде оқушыларды дамытуға арналған өндірістік мазмұндағы есептердің орны мен мәні туралы кеңінен жеткілікті және тиянақты қарастырылған.

Орта мектепке қатысты еңбектерді талдау, мысалы В.И. Борячинский [1], Г.Д. Глейзер [2], А.М. Колдашев [3], А.С. Фомченко [4] және т.б. ғалымдардың осы оқу орындарында оқытудың әртүрлі аспектілеріне қатысты зерттеулерін талдау, дидактикалық мәселенің жеткіліксіз зерделенгендігін куәлендіреді.

Осыған байланысты бірінші кезеңде жаппай мектепке осы сала бойынша қалыптасқан тәжірбиеге сүйене отырып, орта мектеп оқушыларын оқытуда өндірістік мазмұндағы есептерді қолдану мәселесін зерттеу қажет. Атап айтқанда, бұл кезде біз, орта мектепте математиканы оқыту барысында оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамытудың ерекшеліктерін басты назарда ұстаймыз.

Біз зерттеу барысында оқытуда өндірістік мазмұндағы есептерді қолдану мәселесіне қатысты әртүрлі сұрақтарды қарастыратын көптеген еңберге талдау жүргіздік.

Сонымен, кейбір авторлар (Жунусов Е.Ж., Избештский И.Л., Колдашев А.М., Рудник Р.С., Садыков И.М. және т.б.), мұндай есептерді құрастыру мен қолдану оқушылардың болашақта еңбек жасайтын кәсіпорындарына және өндірістік үдерістерді оқып – үйрену негізінде жүзеге асырылуы тиіс деп есептейд деп есептейді.

М.С. Гельфанд пікірі бойынша, өндірістік мазмұндағы математикалық есептер мына негізгі талаптарды қанағаттандыруы қажет:

1) техникалық мазмұн тұрғысында оқушыларға қолжетімді, ыңғайлы болуы;

2) қазіргі заманғы техника мен технология жетістіктерінің көрініс табуы;

3) математикалық тұрғыда нақты, түсінікті (өрнектелген) тұжырымдалған болуы;

4) өндірістік жағдайларда немесе адамдардың күнделікті өмірінде қолданылатын әдістерін шешуге болатындай есептер.

Мұндай талаптар заңды, бірақ біздің көзқарасымыз бойынша неғұрлым жалпылама берілген, сондықтан сәйкесінше есептерді таңдау барысында тиімділігі аз болады.

Сонымен, мысалы И.М. Садыков [5] атап көрсеткендей, қолданбалы сипаттағы есептерді оқу материалын жақсы есте сақтау үшін, бекіту мақсатында өткенді қайталау барысында қолдану неғұрлым пайдалы болып табылады. Өндірістік мазмұндағы есептерді шешу әдістемесі В.М. Розентуллер [6] еңбегінде нақтырақ қарастырылады. Өмірлік – практикалық есептер мазмұнына талдау жасай отырып, автор оларды шешу нәтижесінде оқушылар кәсіпорынның өндірістік-шаруашылық іс-әрекетінің экономикалық заңдылықтарын түсінуге алып келеді, деп атап көрсетеді. Автордың ұсынған есептерінің мысалдарын шешу үшін, яғни тікелей өндірістік іс-әрекетке қатысты есептеулерді орындауда да синустар, косинустар, тангенстер мен котангенстердің натурал мәндерінің кестесін қолдану талап етіледі, бұл өте маңызды.

Қорытынды ретінде В.М. Розентуллер [6] былайша нақтылайды, мұндай есептерді шешу арқылы оқушы нақты мысалдар арқылы тригонометриялық функциялардың көмегімен берілген мәндері бойынша бұрыштарды салу туралы түсінік алады. В.М.Розентуллер оқушылардың өздері ұсынған қолданбалы есептердің мазмұнына талдау жүргізеді және оларды өндірістік іс-әрекеттің жекелген үдерістерін ой елегінен өткізудегі орнын сипаттайды. Бұл жұмыстың кемішілігі ретінде мынаны айтамыз, яғни автордың атап көрсетпегені мыналар: өндірістік есептердің мазмұны математикалық нақты теориялық курспен қалайша байланыстырылады? Қандай есептерді барлық оқушыларға ұсынуға болады? Қандай есептерді орта мектептің жекелеген оқушыларына ұсынуға болатындығы нақты атап көрсетілмеген. Сондай-ақ, біз техникалық мазмұндағы есептермен танысу жолдарына, қолданбалы есептерді шешуге сызбаларды пайдалану туралы нұсқауларды кездестірмедік.

Жалпы алғанда, өндірістік мазмұндағы есептерді шешуде математика қосымшаларын қолдануға арналған еңбектермен танысу, бұл жерде әлі де болса шешілмеген бірқатар мәселелердің бар екендігін куәлендіреді. Әсіресе бұл математиканы оқытуды оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамытумен байланыстыру формаларын анықтауға қатысты болып отыр.

Ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді талдау көрсеткендей өндірістік мазмұндағы есептерді қолданудың маңыздылығы мен тиімділігі оқушылардың өзіндік жұмыстарынан іскерліктер мен дағдыларды қалыптастыру құралы болып табылады, оны барлығы мойындайды. Бұл түсінікті де. Мұндай есептер құрылымына еңбектің математикалық ұстанымдарының компоненттерімен қатар, өндірістің құралдары туралы материалдарды, оқушылардың кәсіптік нақты іс-әрекеттерін қамтиды. Бұл математика мен өндірістің байланыстарының сипатын анықтайтын ұғымдардың көлемі мен мазмұнын неғұрлым терең және толық ашуды қамтамасыз етеді. Шындығында, мектеп оқушыларын математикаға оқытуда өндірістік мазмұндағы есептерді қолдану, оқытудың маңызды дидактикалық ұстанымдарының бірі – теорияның практикамен, өндірістік еңбекпен байланысына жауап береді.

Математиканы оқытуды оқушылардың өндірістік еңбегімен байланыстырудың мәнділігі мынада, болашақта олар математиканың жүйесін бірізді оқып-үйрену жағдайында, біріншіден, еңбекті математикалық заңдылықтарды тану құралы ретінде пайдаланады, екішіден, өндірістік еңбекке қатыса отырып өндірістің ғылыми негіздері туралы түсінік қалыптастырудағы математиканың маңыздылығына көз жеткізеді, математикалық білімдерді қолдану дағдыларын меңгереді.

Республиканың алдыңғы қатарлы мектептердегі жұмыс тәжірибелерімен танысу көрсеткендей, математиканы оқытуды қазіргі заманғы техника мен технология негіздерімен мақсатты түрде байланыстыру іске асырылса, онда оқыту үдерісі анағұрлым қарқынды болады, математикалық білімнің сапасы артады; политехникалық және кәсіптік – техникалық дайындық неғұрлым өнімді жүзеге асырылады.

Оқушылардың фунционалдық сауаттылығы сапалы басқа негізде қалыптасады; оқушылардың болашақтағы еңбегі анағұрлым мазмұнды және сапалы болады.

Математиканы оқытуды оқушылардың болашақ өндірістік еңбегімен өндірістік мазмұндағы есептер арқылы бұлайша байланыстыру есептерді тақырыптық таңдауды алдын-ала анықталады, орта мектептер орналасқан аймақтардың экономикалық бағытын қатаң ескеруді ұйғарады.

Мұғалім әртүрлі құралдардан сәйкесінше есептерді таңдау барысында немесе оларды өзі құрастырғанда сабақ жоспарлары мен бағдарламада ұсынылған негізгі математикалық мазмұнды есептің техникалық жағы өзгертпейтіндей дидактикалық талаптарды басшылыққа алуға міндетті болады.

Әдебиеттерді, алдыңғы қатарлы мұғалімдердің еңбек тәжірибесін талдау негізінде, эксперименттің қорытынды нәтижелерін педагогикалық негіздеу арқылы біз өндірістік мазмұндағы есептерге қойылатын талаптарды анықтадық. Біздің ойымызша есептердің мазмұнында төмендегі мәселелер қарастырылуы қажет:

- нақты техникалық немесе технологиялық фактілермен таныстыру;
- өндірісте орын алған жағдайларды енгізу;
- өндірістік еңбектің сапасын жақсарту бойынша ұсыныстарды енгізу;
- экономикалық есептерді ендіру;
- нақты фактілер мен сандарды қолданудағы ықшамдылық, таныс емес терминдердің санын саналы түрде мөлшерлеу;
- өндірістік ақпарат пен математикалық талаптардың ұтымды үйлесуі;
- шарттардың программалық материалмен логикалық байланысы;
- бағдарламада көрсетілген математикалық ұғымдар мен заңдылықтардың оқып-үйренген жүйесін бекіту және қолдану;
- техникалық құралдарды қолдану қажеттілігін қажет ететін есептеулер бөлімін күшейту;
- математика бойынша бағдарлама міндеттеріне, оқытудың дидактикалық мақсаттарына жауап беретін бірізділік.

Оқушылар өндірістік мазмұндағы есептерді мақсатты түрде қолдану жағдайында:

- танымның диалектикалық әдісінің талаптарына сүйене отырып, оларды өзара байланыста қарастыру іскерлігін игереді; ол соңғы мезетте оқушылардың фунционалдық математикалық сауаттылығының дамуына ықпал жасайды.
- сәйкесінше жаратылыстану-математикалық заңдылықтарды түсінуге алып келеді, оларды күнделікті өмірде қолдануға үйренеді, өздерінің математикадан теориялық білімдерін байытады;
- математикалық ұғымдардың көлемін және мазмұнын тереңірек және толығырақ ой елегінен өткізеді;
- кәсіпті меңгеру үшін математикалық білімнің қажеттілігіне практикалық тұрғыда көз жеткізеді;
- білімдерін жұмыспен өтейді, дамытады және есептеу техникасы саласынан практикалық дағдыларды игереді, әртүрлі есептеу құралдарын, мысалы, микрокалькуляторды қолдану іскерліктерін қалыптастырады.

Оқу іс-әрекетінде өндірістік материалдарды қолдану нәтижесінде оқушыларды заттар мен құбылыстардың маңызды белгілері мен қасиеттері туралы түсініктерін қалыптастыру үдерісі елеулі (қарқынға) белсенділікке ие болады.

Алғашқы білімдер, бізге белгілі болғандай, жаңа байланыстардың пайда болуы арқылы игеріледі. Дегенмен, олар көбінесе тұрақсыз болады, олардың бекуі үшін елеулі еңбектену талап етіледі. Білімдерді бекітудің жалпыға белгілі формасы оқып-білген материалды қосымша өңдеусіз қайта жаңғырту болып табылады.

Оқып-білген оқу материалдарды бекіту бойынша жұмыстардың нәтижелілігі, психологтар дәлелдеп бергендей, тек қана оның мазмұндылығымен байланысты болып қалмастан, оқып-үйренетін материалдың танымдық қызығушылығымен және оқушылардың білімді игеруіне түрткі болатын немесе керісінше қызығушылықтарын сөндіретін бекіту тәсілдерімен жүзеге асырылады.

Өндірістік мазмұндағы есептер, біздің көзқарасымыз бойынша, оқушылардың пәнге деген қызығушылықтарын дамыту және сүйемелдеудің, яғни математикалық білімдерді игерудің тиімді тәсілі болып табылады. Бақылау айғақтағандай, оқушылар күнделікті іс-әрекеттерімен байланысты мазмұндағы есептерді шешуге ерекше көңіл бөледі, себебі мұнда олар таныс техникалық және өндірістік терминдерімен іс-амалдар орындауына тура келеді. Бұл көптеген зерттеулермен де нақтылана түседі. Өндірістік мазмұндағы есептер қандай да бір басымдыққа ие бөлім ретінде ерекшеленбестен, мектеп математикасы есептерінің жалпы жүйесіне логикалық тұрғыда енуі тиіс. Оларды математикаға оқытудың барлық кезеңдерінде – түсіндіру барысында, материалдарды бекітуде, өткен тақырыптарды ағымдық және қорытынды қайталауда, өзіндік жұмыстар мен бақылау жұмыстарында белсенді түрде қолдану қажет.

Оқушылар үшін өндірістік мазмұндағы есептер – күнделікті өмірде математикалық білімдерді қолдану бойынша өзіндік жұмыс дағдыларын қалыптастырудың маңызды құралы. Біздің зерттеу жұмысымызда, оқушылардың алған математикалық білімдерін нақты жағдайларда қолдану бойынша дербестігінің деңгейін тексеру мақсатында біз өндірістік мазмұндағы есептерді математикадан бақылау жұмыстарына кеңінен өткердік. Бұл бір жағынан, өндірістік мазмұндағы есептерді шешу бойынша өзіндік жұмысты орындау барысында оқушылардың қызығушылығын арттыруға ықпал жасайды, ал екіншіден – өндірістік іс-әрекетте математикалық білімдердердің маңыздылығына дәлел ретінде қызмет етті.

Жаңа білімдерді игеру үдерісін қарқындату мақсатында біз, математика курсының барлық тақырыптары бойынша материалдарды мазмұндауға кірісе отырып, оқушылардың назарын мынаған аудардық, яғни қарастырылатын математикалық ұғымдар келешекте кез-келген есепті, соның ішінді өндірістік мазмұндағы есептерді де шешуде қажет болатын білімдердің негізі болып табылады. Оқу бағдарламасында қарастырылған математикалық курстарды оқып-білуді аяқтап болған соң біз, окушылар болашақта еңбек жасайтын кәсіпорындардығы өндірістік үдерістер технологиясы бойынша матемтикалық шығарма жазуды, еңбек өнімділігін және шығарылатын өнімнің сапасын арттыру, шикізатты үнемдеу және т.б. бойынша ұсыныстар ескерілген есептерді құрастыруды кеңінен қолға алдық.

Өндірістік мазмұндағы есептер кезең-кезеңмен шығарылады. Бірінші, дайындық кезеңінде есептің шарттары мен талаптары ұғындырылады, жады жүйесіне қажетті ақпаратты іздеу жүзеге асырылады, есептің шарттары мен нәтижесінің игерілген білім және тәжірибемен арақатынасы анықталады және тағы басқа. Есепті белгілі тәжірибеге икемдеу мүмкіндігі іздестіріледі, шешу стратегиясы анықталады, шешімді іздеу жүргізіледі, оның ұтымдылығы негізделеді, шешу схема түрінде жоспарланады, шешу үшін қажетті ережелерге, формулаларға, заңдылықтарға және т.б. талдау жүргізіледі.

Екінші кезеңде шешу жоспары практика жүзінде іске асырылады, шешім тексеріледі және жазбаша түрде нәтиже бекітіледі.

Үшінші кезеңде есепті шешудің соңғы нәтижесі, ерекше және дербес жағдайлары зерттелінеді, маңыздылары айқындалады, жаңа білімдер мен тәжірбелер бір жүйеге келтіреді және т.б. Осы айтылғандар мынаны нақтылай түседі, яғни өндірістік мазмұндағы есептерді шешуге кез-келген математикалық есепке қойылатын талаптар қойылады, дегенімен кейбір ерекшеліктер байқалады, ол математиканы өндірістік жағдайда колданумен және математикалық білімдердің өзгертілгеніне қойылатын талаптардың маңыздылығымен байланысты болып отыр. Өндірістік мазмұндағы математикалық мәтіндік есептер кезең-кезеңмен шешіледі. В.В. Фирсов осыған байланысты зерттеуінде келесі пікір айтады: «Кез-келген практикалық есепте математиканы қолдану үрдісі, - деп жазады ол, - табиғи түрде үш кезеңге бөлінеді: оның біріншісі шешулі тиіс ахуалдан, осы ахуалдың формальді математикалық моделіне – нақты қойылған математикалық есепке өту кезеңі – формальдау кезеңі болып табылады.

Қойылған математикалық есепті, осы түрдегі есептер үшін математиканың өзінде кемелденген әдістермен шешу, екінші кезеңнің мазмұнын – есепті құрылған математикалық модельдің ішінде шешу кезеңін құрайды.

Сонымен, үшінші кезең математикалық есептің алынған шешімін талдауға, бұл шешімді бастапқы ахуалға қолдану және оны салыстырып қарауға тіреледі» [7, б.224]. Өндірістік мазмұндағы есептерді жүйелеуге қойылатын негізгі талаптар оқыту жүйелігінің дидактикалық ұстанымынан келіп шығады.

Өндірістік мазмұндағы есептердің жинақтылығына біз белгілі бір педагогикалық талаптар қойдық, оның мәні келесіден тұрады.

- Бұл есптердің жинақтылығы басқа оқу есептері кешенімен бірлікте жеткілікті болуы қажет, яғни математикалық дамудың қажетті деңгейін қамтамасыз етуі және келешектегі өздігінен білім алуға даярлығын қалыптастыруға мүмкіндік беруі тиіс;
- Есептер жүйесі болашаққа бағытталуы тиіс, яғни оларды шешу үдерісінде оқушылар танымдық іс-әрекеттің неғұрлым жоғары деңгейін көрсетуіне мүмкіндік қамтамасыз етуі тиіс, (алдымен репродуктивті, сонан соң зерттеушілік, соңында шығармашылық);
- Есептер жүйесі спецификалық болуы тиіс, яғни оқушылардың әртүрлі кәсіби құрамын ескерген болуы қажет.

Бұл талаптар мағынасы бойынша, жоғарыда айтылған талаптармен қатар оқу үдерісінде біз қолданып жүрген практикалық мазмұндағы есептердің жүйелігін қамтамасыз етеді.

Сонымен, орта мектепте математиканы оқытуда қолданылатын өндірістік мазмұндағы есептер, еңбек операциялары мен математикалық білімдер арасында ассоцияциялар құруға ықпал етеді, әртүрлі өндірістік мәселелерді шешуде математиканы қолданудың берік және терең дағдыларын қалыптастыруға көмектеседі.

Пайданылған әдебиеттер тізімі

1 Борячинский В .И. Связь весерней (сменной) школы с производством. – М.: Изд-ва АПН РСФСР. – 1966. – 22б.

2 Глейзер Г. Д. Повышение эффективности обучения математике в школе: кн. для учителя: из опыта работ / құраст. Г. Д. Глейзер. – М.: Просвещение. – 1989. – 239 б.

3 Колдашев А .М. Связь обучения математике с производственным трудом учашихся старших классов вечерней (сменной) школы. – М.: Учпедгиз. – 1963. – 108б.

4 Фомченко А. С. Орсганизация и методика самостоятельной работы по математике учащихся 5-7 классов вечерной школы. – Автореферат дисс. канд.пед.наук. – Л. – 1971. – 21б.

5 Садыков Н. М. Задачи с производственным содержанием в ШРМ / Математика в школе. – 1961. – № 5.

6 Розентуллер В. М. Элементы политехнического обучения на уроках математики в школах рабочей молод ежы. – М.: Учпедгиз. – 1960. – 122 б.

7 Фирсов В. В. О прикладной ориентации курса математики. – В кн.: Углубленное изучение алгебры и начал. анализа. – М. – 1977. – 224 б.– 13-14б.

8 Бертаева К.С., Исаев С.А., Ахметова О.С. Влияние повышения уровня ИКТ-компетентности учителя на развитие функциональной грамотности учащихся //Казахский национальный педагогический университет имени Абая ВЕСТНИК серия “Физико-математические науки” -2016 -№ 1 (53) -С.180-185

9 Искакова М.Т., Кутумбаева А.Б. Оқушыларды есеп шығарғанда стандартты емес тәсілдермен шешуге баулу //Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті ХАБАРШЫ “Физика-математика ғылымдары” сериясы -2014 -№ 1 (45) - 83-87 бб

10 Ильясова Р.А., Баймуханов Б. Основы профессиональной компетентности будущего учителя по развитию функциональной грамотности школьников //Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті ХАБАРШЫ “Физика-математика ғылымдары” сериясы -2014 -№ 4 (48). -С. 43-47

УДК 517.927
ГРНТИ 27.29.19

М.Е. Ескалиев[1], *Ұ.Н. Аширбекова* [2]

[1] *д.тех.н., профессор Казахского государственного женского педагогического университета, г.Алматы, Казахстан*

[2] *магистрант по специальности 6М060200 Информатика Казахского государственного женского педагогического университета, г.Алматы, Казахстан*

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ, ВЫЗВАННОЙ ДЕЙСТВИЕМ ОДИНОЧНОГО НАГРУЖЕННОГО ЭЛЕМЕНТА

Аннотация

Суть метода граничных элементов (МГЭ) состоит в сведении краевой задачи для дифференциальных уравнений к интегральному уравнению по границе области,

В данной работе метод граничных элементов применен для решения плоской задачи теории упругости анизотропного тела. С использованием МГЭ был проведен расчет напряженно-деформированного состояния транстропного массива вблизи полости. Приведены упругие постоянные для случая плоской деформации, а упругие константы выражаются через технические константы. Использованы формулы преобразования упругих постоянных при повороте координатной систем. Комплексный.потенциал получается интегрированием вдоль одиночного элемента АВ соответствующих потенциалов для сосредоточенных сил.

Рассматривается приближенное решение об определении напряжений и перемещений, вызванных действием одиночного нагруженного элемента в анизотропном теле с цилиндрической полостью, ограниченную двумя замкнутыми кривыми.

В соответствии с методом граничных элементов (МГЭ) граница тела аппроксимируется ломаной линией, называемой граничными элементами. Выполнение контурных условий в серединах, указанных элементов, достигается прикладыванием к граничным элементам в сплошной плоскости некоторых фиктивных нагрузок. Напряжения и перемещения в произвольной точке плоскости, вызываемые таким элементом, выражается через два комплексных потенциала, а также подробно представлены механико-математические выражения этих потенциалов.

Ключевые слова: упругость, пластичность, параметр, потенциал, полость алгоритм, система. элемент

Аңдатпа

М.Е. Ескалиев[1], *Ұ.Н. Аширбекова* [2]
[1]*тех.ғ.д., Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің профессоры,*
Алматы қ., Қазақстан
[2]*Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, 6М060200 Информатика мамандығының магистранты, Алматы қ., Қазақстан*

ДАРА ЖҮКТЕЛГЕН ЭЛЕМЕНТ ӘСЕРІНЕН БОЛАТЫН ЖАЗЫҚ ЕСЕПТІ ЖУЫҚТАП ШЕШУ

Шекаралық элементтер әдісінің (ШЭӘ) мағнасы жиектік есептердегі дифференциалдық теңдеулер үшін, оларды аймақ шекарасы бойынша интегралдық теңдеулерге келтіру болып табылады. Қарастырылып отырған жұмы та шекаралық элементтер әдісі серпімді анизотропиялық денедегі жазық деформация есебі үшін қолданылған. ШЭӘ қолдана отырып транстропты дененің қуыс маңайындағы кернеулі-деформациялық күйіне есептеулер жүргізілген. Жазық деформация үшін серпімді тұрақтылары беріліп, олар техникалық тұрақтылар арқылы өрнектелген. серпімді тұрақтыларды координаттық жүйені бұрудағы түрлендіру формулалары пайдаланылған. Дара элемент *AB* бойында интегралдау арқылы комплексті потенциалдың өрнегі алынған.

Цилиндрлік қуысы бар екі қисық сызықтармен тұйықталған анизотропты денедегі дара жүктелген әсерден болған элементтегі кернеулер мен жылжуларды анықтаудың жуықтама жолдары көрсетілген. Шекаралық элементтер әдісіне(ШЭӘ) сәйкес дене шекарасы шекаралық элементтер деп аталатын сынық сызықтармен бейнеленеді. Көрсетілген элементтер ортасындағы пішіндік шарттардың орындалуы тұтас жазықтықта шекралық элементтерге кейбір жалған әсерлердің жүктелуімен орындалады. Жазықтықтың кезкелген нүктесінде осы элементтерден туындаған кернеулер мен жылжулар екі комплексті потенциалдар арқылы өрнктеліп, онымен қоса осы потенциалдардың механика-математикалық өрнегі келтірілген.

Түйін сөздер: Серпімділік, икемділік, әлеуетті қуысының алгоритм жүйесін орнату,элемент.

Abstract

APPROXIMATE SOLUTION OF A PLANE PROBLEM CAUSED BY ACTION OF A SINGLE LOADED ELEMENT

Yeskaliyev M.[1], *Ashirbekova U.*[2]
[1]*Dr.Sci. (Technical), Professor of the Kazakh State Women's Teacher Training, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Student of Master Programme in Computer Science, of the Kazakh State Women's Teacher Training, Almaty, Kazakhstan*

The essence of the boundary element method (BEM) is to reduce the boundary value problems for differential equations to integral equation on the boundary.

In this paper, the boundary element method is applied to the solution of the plane problem of the theory of anisotropic elasticity of the body. Using (BEM) was calculated tense-deformed condition of the vehicle near an array of cavities. Elastic constants are given for the case of plane strain, and elastic constants are expressed through the technical constant. We used the formula of transformation of the elastic constants at the turn of the coordinate system. The complex potential is obtained by integrating along the single element AB respective capacities for concentrated loads.

We consider the approximate solution of determining the stresses and displacements caused by the action of a single element in a loaded anisotropic body with a cylindrical cavity bounded by two closed curves.

According to the boundary element a broken line, called boundary elements, can approximate method (BEM) boundary of the body. Performing outline conditions at the centers of these elements is achieved by applying to the boundary elements in a continuous plane of some dummy loads.Stresses and displacements in any point of the plane caused an element, expressed in terms of two complex building, as well as detail the mechanics and mathematical expressions of these potentials.

Key words: upruhost, plasticity, parometer, bulding, cavity, algorithm, iterations, system.

Введение. Метод граничных элементов (МГЭ) может с успехом применяться для решения разнообразных инженерных задач – плоских и пространственных, стационарных, нестационарных. С помощью этого метода рассматриваись задачи, возникающие в теории упругости [1,2]. и пластичности [3-4], в механике разрушения [5], в механике горных пород, в гидродинамике, в теории теплопроводности, в сплошных средах [6].

Следует отметить, что математический аппарат метода граничных интегральных уравнений является полностью классическим и достаточно сильным. Выдающийся вклад в его развитие внесли советские ученые Н.П.Векуа, В.Д.Купрадзе, С.Г.Михлин [7], Н.И. Мусхелишвили [8], Д.И.Шерман. Вариант МГЭ используемый в данной статье позволяет определить напряжения и перемещения, вызванных действием одиночного нагруженного элемента.

Методы исследования. При решении указанных проблем в статье будут использовано физическое, математическое и компьютерное моделирование, основанное на точных уравнениях теории упругости анизотропного тела [9], теории пластичности [3], полуобратный метод П.И.Перлина [10] теории разрушения твердых тел, а также на современных геолого-геофизических данных горного массива слоистой структуры. Будут использованы классические и современные методы механики деформируемого твердого тела, теории упругости, механики разрушения и вычислительной математики.

В данной работе рассматривается слоистое анизотропное тело с протяженной цилиндрической полостью, поперечное сечение которого находятся в условиях плоской деформации. Плоскость поперечного сечения занимает область Ω, ограниченную замкнутыми кривыми Г1 и Г2 (Рис.1). Напряженное состояние плоскости двухосное. На поверхности тела задаются условия, соответствующие корректно поставленной граничной задаче. Требуется определить напряжения и перемещения в плоскости при заданных условиях. В соответствии с МГЭ граница тела аппроксимируется ломаной линией, состоящей из ***n*** прямых отрезков, называемых граничными элементами. Локальные оси каждого элемента (нормальная N и касательная L) проходят через середину элемента.

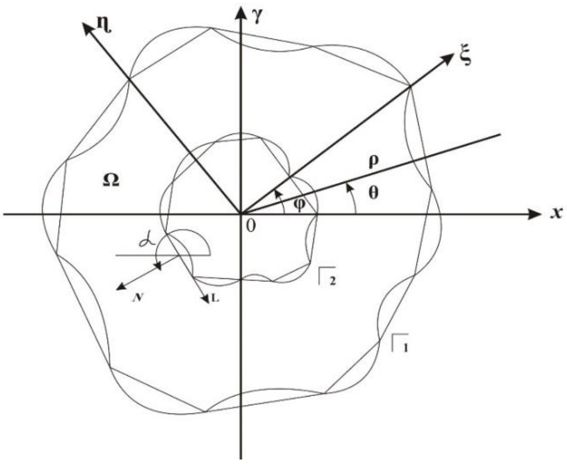


Рисунок 1. Плоскость поперечного сечения

Пусть на элемент *AB* действует равномерно распределенная нагрузка $\bar{g}_z$, которая приводится к главному вектору $\vec{P}_z = |AB|\bar{g}_z$ с проекциями P_x и P_y на осях *Ox* и *Oy* соответственно (Рис.2).

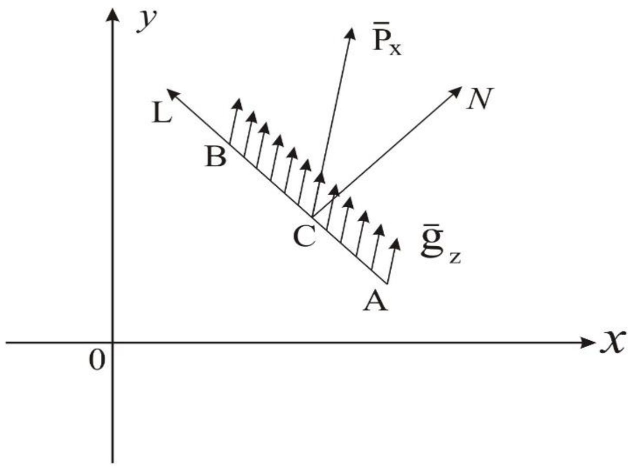


Рисунок 2.

Длина отрезка с крайными точками $A(x_1, x_2)$ и $B(x_2, y_2)$ равна

$$|AB| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \; .$$

Напряжения и перемещения в произвольной точке плоскости *D (x,y)*, вызываемые таким элементом, выражаются через две комплексных потенциала С.Г.Лехницкого

$\Phi_j(z_j)$ $(j=1,2)$ здесь $z_j = x + \mu_j y,$ μ_j - корни характеристического уравнения четвертой степени [9, 15]

$$\beta_{11}\mu^4 - 2\beta_{16}\mu^3 + \left(2\beta_{12} + \beta_{66}\right)\mu^2 - 2\beta_{26}\mu + \beta_{22} = 0 \tag{1}$$

Все корни этого уравнения комплексные.

μ_1 и μ_2 - это корни с полпжительны ми мнимыми частями;

$$\beta_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{i3}a_{j3}}{a_{33}},\ (i, j=1, 2, 4, 5, 6),$$

-приведенные упругие постоянные для случая плоской деформации;

a_{ij} – упругие постоянные, выражаются через технические константы[9] E_i, G_{ki}, ν_{mn} *(i, j,k,l,m,n=1,2,3)*

Здесь использовались формулы преобразования упругих постоянных при повороте координатной системы, так как технические константы заданы в осях $\xi o \eta$ (см. Рис1), где φ - угол наклона плоскости изотропии к оси *Ox*, α - угол наклона элемента ***AB*** к оси *Ox*.

Потенциалы $\Phi_j(z_j)$ получаются интегрированием вдоль ***AB*** соответствующих потенциалов для сосредоточенных сил. Потенциалы же для для сосредоточенной силы, приложенной в началО координат сплошной бесконечной анизотропной плоскости, имеет вид $\Phi_j(z_j) = A_j \ln z_j$, (*j*=1, 2).

Обе эти функции для анизотропной плоскости являются инвариантными при параллельном переносе начала координат в новую точку . Поэтому, если сила приложена в произвольной точке с координатами (*x*₀, *y*₀), то $\Phi_j(z_j) = A_j \ln(z_j - z_{0j})$, где $z_{0j} = x_0 + \mu_j y_0$ - точки, соответствующие точке $z_0 = x_0 + iy_0$ приложения силы в физической плоскости.

Теперь, если интегрировать сосредоточенные силы вдоль отрезка ***AB***, то для комплексных потенциалов от равномерно распределенных сил на этом отрезке согласно работ[1]:

$$\Phi_j(z_j) = \frac{A_j|AB|}{z_{2j} - z_{1j}}\Big[(z_j - z_{1j})(\ln(z_j - z_{1j}) - 1) - (z_j - z_{2j})(\ln(z_j - z_{2j}) - 1)\Big], \tag{2}$$

здесь $z_{1j} = x_1 + \mu_1 y_1,\ z_{2j} = x_2 + \mu_3 y_2,\ j = 1, 2$,

(x_1 , y_1), (x_2 , y_2) – координаты крайных точек отрезка *AB,* Коэффициенты A_j находятся из системы уравнений

$$\begin{aligned}
&A_1 + A_2 - \bar{A}_1 - \bar{A}_2 = \frac{P_y}{2\pi|AB|i},\\
&\mu_1 A_1 + \mu_2 A_2 - \bar{\mu}_1\bar{A}_1 - \bar{\mu}_2\bar{A}_2 = -\frac{P_x}{2\pi|AB|i},\\
&\mu_1^2 A_1 + \mu_2^2 A_2 - \bar{\mu}_1^2\bar{A}_1 - \bar{\mu}_2^2\bar{A}_2 = -\left(\frac{\beta_{16}}{\beta_{11}}\frac{P_x}{2\pi i} + \frac{\beta_{12}}{\beta_{11}}\frac{P_y}{2\pi i}\right)\frac{1}{|AB|},\\
&\frac{1}{\mu_1}A_1 + \frac{1}{\mu_2}A_2 - \frac{1}{\bar{\mu}_1}\bar{A}_1 - \frac{1}{\bar{\mu}_2}\bar{A}_2 = \left(\frac{\beta_{12}}{\beta_{22}}\frac{P_x}{2\pi i} + \frac{\beta_{26}}{\beta_{22}}\frac{P_y}{2\pi i}\right)\frac{1}{|AB|}
\end{aligned} \tag{3}$$

Напряжения и перемещения в произвольной точке плоскости с координатами (x, y), вызываемые одиночным нагруженным элементом, выражаются по формулам:

$$\begin{cases} \sigma_x = 2\operatorname{Re}\left[\Phi_1'(z_1)\mu_1^2 + \Phi_2'(z_2)\mu_2^2\right], \\ \sigma_y = 2\operatorname{Re}\left[\Phi_1'(z_1) + \Phi_2(z_2)\right] \\ \tau_{xy} = -2\operatorname{Re}\left[\Phi_1'(z_1)\mu_1 + \Phi_2'(z_2)\mu_2\right], \\ u = 2\operatorname{Re}\left[\Phi_1(z_1)p_1 + \Phi_2(z_2)p_2\right], \\ \vartheta = 2\operatorname{Re}\left[\Phi_1(z_1)q_1 + \Phi_2(z_2)q_2\right]. \end{cases} \tag{4}$$

Здесь

$$\begin{cases} p_1 = \beta_{11}\mu_1^2 + \beta_{12} - \beta_{16}\mu_1, \\ p_2 = \beta_{11}\mu_2^2 + \beta_{12} - \beta_{16}\mu_2, \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_1 = \beta_{12}\mu_1 + \dfrac{\beta_{22}}{\mu_1} - \beta_{26}, \\ q_2 = \beta_{12}\mu_2 + \dfrac{\beta_{22}}{\mu_2} - \beta_{26} \end{cases}$$

Используяприведенные выше выражения, можно найти в локальной системе координат *NCL* напряжения и перемещения в любой точке бесконечной анизотропной плоскости для равномерно распределенных вдоль отрезка *AB* нормальной нагрузок $\bar{g}_n$ и $\bar{g}_l$ (Рис.3).

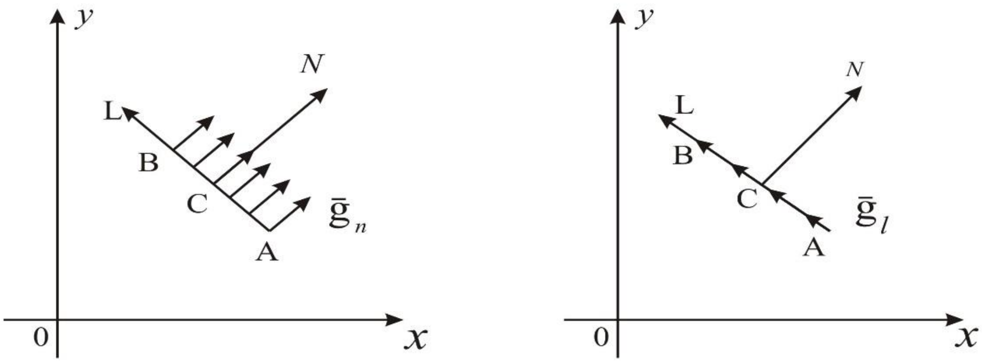


Рисунок 3

Если точка, в которой нужно определить неизвестные величины, находятся на отрезке *AB* , (то есть это точка *C*), то при интегрировании коплексного потенциала для сосредоточенной силы возникает особенность. В этом случае интегрирование производится не по отрезку *AB* , а по ломаной *ADEFGB* при $\varepsilon \to 0$, $\delta \to 0$ (здесь $\varepsilon = DC = CG$, $\delta = DE$),

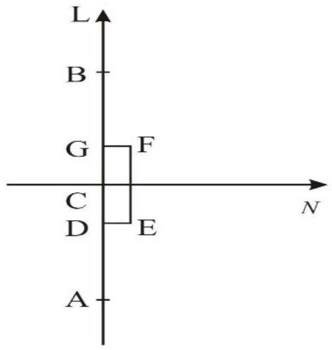


Рисунок 4

Исследования показали,что в этом случае можно формально применить выражение для комплексного потенциала в локалных осях *NCL*.

С исользоанием МГЭ в варианте работ[1] можно решить ряда задач о предельном равновесии транстропного массива с отверстием без наложения ограничения на степень упругой анизотропии в упругопластической постановке[11, 12], что качественно улучшает полуобратный метод П.И.Перлина[10] и работы других авторов[17-19] в подобных исследованиях.

Выводы. Математический аппарат метода граничных интегральных уравнений (МГИУ) является полностью классическим и достаточно сильным.Выдающийся вклад в его развитие внесли советские ученые Н.П.Векуа, В.Д.Купрадзе, С.Г.Михлин, Н.И. Мусхелишвили [8], Д.И.Шерман. Вариант МГЭ используемый в данной статье позволяет определить напряжения и перемещения, вызванных действием одиночного нагруженного элемента. В практическом применении к задачам механики и в разработке алгоритмов для его численной реализации принадлежит американским исследователям Т.А.Крузу, Ф.Дж.Риззо[13] и советским ученым А.Я.Александров у и В.К.Косенюку[14.].. В статье использовано анизотропная модель [9, 15-20], где учитываются все комплекты механико-геологические характеристики реального горного массива и их натурные структуры.

Привлечение модели анизотропного породного массива к задачам механики горных пород само по себе не ново. Оно берет начало еще работы Г.Н.Савина [20]. Затем С.Г.Лехницким[9] рассмотрена вертикальная выработка (шахтный ствол) в массиве с горизонтальной плоскостью изотропии. Влияние угла этой плоскости на устойчивость ствола впервые изучено Ж.С.Ержановым и А.Я.Синяевым[16]. В статье дана обоснованная постановка МГЭ для решения задачи транстропного тела с цилиндрической полостью. Полученные научные результаты в некоторой степени может влиять на развитие прикладной геофизики, геомеханики, прикладной математики и на механику сплошных сред.

Список использованной литературы

1 Айталиев Ш.М., Каюпов М.А. Метод граничного элемента для решения плоской задачи теории упругости анизотропного тела. Изв. АНКаз ССР, сер.физм-мат., 1980, №5, с.6-12.

2 Александров А.Я. Решение основных задач теории упругости путем численной реализации метода интегральных уравненийю. Всб.: Успехи механики деформируемых сред, М, : Наука, 1975, с. 3-24.

3 Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.. 1969, 360 с.

4 Христианович С.А., Шемякин Е.И. К теории идеальной пластичности. Механика твердого тела. 1967 № 4, с. 11-18.

5 Черепанов Г.П. О квазихрупком разрушении. Прикл. Математика и механика. 1968, т.33, вып, с.6, с. 1034- 1042.

6 Седов Л.И. Введение в механику сплошной среды.

7 Михлин С,Г. О приближенном решении односторонних вариационных задач. Изв. вузов Математика, 1980. т. 31, с.45-58.

8 Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории уругости. М.: Наука, 1966, 707с.

9 Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. М.. 1977, 415с.

10 Перлин П.И. Пиближенный метод решения упругопластических задач. Инженерный журнал, 1960, вып.28, с. 9-16.

11 Ескалиев М.Е., Каюпов М.А., Масанов Ж.К. О решении упругопластической задачи для анизотропной среды с отверстием методом граничного элемента. //Изв.АНКазССР, сер.физм-мат. 1983, №1, с.15-20.

12 Ескалиев М.Е., Кублашова Ж.С. Решение упругопластической задачи для массива со штреком. Труды научной конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли" . Новосибирск, 2006, с. 182-184.

13 Risso F.J., Shippy D.J. A method for stress defermination in plan anisotropic elastic bodies. J. Composite Materials, 1970, vol.4 p. 36-61.

14 Косенюк В.К. Решение плосеой задачи теории упругости для ортотропных тел при помощи численной реализации методаинтегральных уравнений. Изв. АН СССР, Механика твердого тела, 1980, № 6, с. 80-85.

15 Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К. Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве. Алма-Ата, Наука КазССР, 1971, 160с.

16 Ержанов Ж.С., Синяев А.Я. Напряжения в анизотропном массиве, ослабленном вертикальной выработкой круглого сечения. Вестник АН КазССР, 1963, №10, с.19-24.

17 Ескалиев М.Е., Каюпов М.А., Масанов Ж.К. О решении упругопластической задачи для анизотропной среды с отверстием методом граничных элементов. Изв. АН КазССР. Серия физ.-мат. 1983, № 1, с.15-20.

18 Ескалиев М.Е., Масанов Ж.К. К упругопластическому состоянию анизотропного тела с отверстием. //В кн.: Механика тектонических процессов. Алма-Ата, Наука, 1983, с.152-166.

19 Ескалиев М.Е. Влияние дилатансии пород на упругопластическое состояние выработки в транстропном массиве. Известия мин.науки –Академии наук РК. Серия физ.-мат, 1996, №3, с.72-78.

20 Савин Г.Н. Распределение напряжений около отверстий. Киев, Наукова думка, 1968, 887с.

УДК 517.912
ГРНТИ 27.01.05

Г.Ж. Естаева[1], А.Қ. Көбентаева[2]

[1]ф.-м.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика мамандығы магистранты, Алматы қ., Қазақстан

КЕЙБІР БӨЛШЕК РАЦИОНАЛ ЖӘНЕ ПАРАМЕТРГЕ ТӘУЕЛДІ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУДІҢ МАҢЫЗДЫ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Математика оқулықтарында теңдеулерге байланысты материалдар мектеп математика курсы мазмұнының қомақты бөлігін құрайды, себебі теңдеулер математиканың түрлі салаларында және маңызды қолданбалы есептерді шығаруда кең қолданыс табады. Негізгі мектеп математикасында 8-сыныпта рационал теңдеулер тақырыбы қарастырылған. Сонымен қатар, рационал теңдеулерге байланысты кейбір күрделі есептер математикадан олимпиадаларда көп кездеседі. Оқушыларға үйреншікті ортақ бөлімге келтіру әдісі ауқымды есептеуге алып келетіндіктен, кейбір күрделі бөлшек-рационал теңдеулерді басқа әдістермен шығарған қолайлы.

Мақалада кейбір бөлшек-рационал теңдеулерді шешудің маңызды әдістері келтірілген. Ол әдістердің көмегімен теңдеулер шешуде кездесетін ауқымды есептеулерді жеңілдету қарастырылған. Стандарт емес мысалдар келтірілген. Рационал бөлшекті жай бөлшектерге жіктеу әдісі және топтау әдісі қолданылған және толық квадратқа келтіру әдісі мен бөлшек-рационал теңдеулердің бір түріне арналған жалпы ауыстыру әдістері қарастырылған. Сонымен қатар, кейбір параметрге тәуелді бөлшек-рационал теңдеулерді шешу әдістері көрсетілген.

Түйін сөздер: бөлшек-рационал теңдеулер, жіктеу әдісі, топтау әдісі, толық квадратқа келтіру әдісі, параметрге тәуелді бөлшек-рационал теңдеулерді шешу әдісі,стандарт емес есептер, жалпы ауыстыру әдісі.

Аннотация

Г.Ж. Естаева[1], А.К. Кобентаева[2]
[1] к.ф.-м.н., старший преподаватель КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казакстан
[2]Магистрант специальности «Математика» КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ВАЖНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ПАРАМЕТРА

В учебниках математики материалы, связанные с уравнениями, занимают огромную часть содержания школьного курса математики, потому что уравнения широко применяются в различных разделах математики и в решениях важных практических задач. В 8-классе основного школьного курса матетматики рассматривается тема рациональные уравнения. А также, некоторые сложные задачи рациональных уравнении часто встречаются в математических олимпиядах. Метод приведения к обшему знаминателю приводит к громоздким вычислениям. В данной статье приведены важные методы решения некоторых дробно-рациональных уравнений. С помощью этих методов можно несколько упростить процесс нахождения решений уравнений, избегая громоздких вычислений. Приведены нестандартные примеры. Использовались метод разложения рациональной дроби на простейшие и метод группировки, также рассмотрены метод выделения полных квадратов и общий метод замены для одного вида дробно-рациональных уравнений. В работе приведены важные методы решения дробно-рациональных уравнений, зависящих от параметра.

Ключевые слова: дробно-рациональные уравнения, метод разложения, метод группировки, метод выделения полных квадратов, методы решения дробно-рациональных уравнений, зависящих от параметра, нестандартные задачи, разложение рациональной дроби на простейшие.

Abstract

SOME OF THE MOST IMPORTANT METHODS OF SOLUTIONS SOME OF FRACIONAL RATIONAL EQUATIONS DEPENDING ON A PARAMETER

Estaeva G.Zh.[1]*, Kobentaeva A.K.*[2]
[1]*Cand Sci. (Phys.-Math), Senior Lecturer, Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Student of Master Programme in Mathematics, Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*

In the textbooks of mathematics materials associated with the equations is a huge part of the content of school mathematic's, because equations are widely used in various sections of mathematics and in the solutions to important practical problems. In the 8-class comprehensive school mathematics dealt with the topic of rational equations. And also, some complex tasks in a rational equation are often encountered in mathematical olympiads. The method of reduction to a common denominator leads to onerous calculations.

This article about the most important methods of solutions some of fracional rational equations. Using the thise methods allow to simplify the process of finding the solution of equation. Here are examples of non-standart method. Using the methods of decomposition of a rational fraction in to partial and methods of grouping. Also, using the methods of completing the square and important methods of solving rational equations depending on a parameter.

Key words: fracional rational equations, decomposition method, grouping method, methods of completing the square, methods of solving rational equations depending on a parameter, non-standart equation, decomposition of a rational fraction in to partial.

Оқушылардың математикалық олимпиадаларында, жоғары оқу орындарына тапсыруға арналған емтихандарында кездесетін кейбір рационал теңдеулерді шешудің күрделі есептері қиындық туғызады.

Бұл мақалада бөлшек-рационал теңдеулерді шешудің оңтайлы әдістері көрсетіліп, мысалдар арқылы кейбір күрделі бөлшек-рационал теңдеулерді шешу келтірілген.

$$\frac{Ax+B}{(x-a)(x-b)}, a \neq b \qquad (1)$$

(1) түріндегі рационал бөлшек

$$\frac{Ax+B}{(x-a)(x-b)} = \frac{C}{x-a} + \frac{D}{x-b} \qquad (1)^*$$

(1)* түріндегі жай рационал бөлшекке жіктеледі, мұндағы C және D анықталмаған коэффициенттер [1,С. 30].

1-мысал. Теңдеуді шешу керек

$$\frac{5x+7}{x^2+3x+2} + \frac{9x+47}{x^2+12x+35} - \frac{4x+17}{x^2+7x+10} = 2 \qquad (2)$$

Шешуі. Әрбір бөлшектің бөлімін жай көбейткіштерге жіктейміз

$$x^2+3x+2=(x+1)(x+2)\,,\; x^2+12x+35=(x+5)(x+7)\,,\; x^2+7x+10=(x+2)(x+5)$$

Онда

$$\frac{5x+7}{(x+1)(x+2)} = \frac{A}{x+1} + \frac{B}{x+2} = \frac{(A+B)x+2A+B}{(x+1)(x+2)} \Rightarrow 5x+7=(A+B)x+2A+B\,.$$

Теңдеулер жүйесінен A және B табамыз

$$-\begin{cases} A+B=5 \\ 2A+B=7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -A=-2 \\ A+B=5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=2 \\ B=5-A=3 \end{cases}$$

сонымен,

$$\frac{5x+7}{(x+1)(x+2)}=\frac{2}{x+1}+\frac{3}{x+2} \qquad (3)$$

$\dfrac{9x+47}{x^2+12x+35}$ түріндегі рационал бөлшекті жәй бөлшектерге жіктейміз:

$$\frac{9x+47}{(x+5)(x+7)}=\frac{A}{x+5}+\frac{B}{x+7}=\frac{(A+B)x+7A+5B}{(x+5)(x+7)}$$

$$9x+47=(A+B)x+7A+5B$$

$$\begin{cases} A+B=9 \\ 7A+5B=47 \end{cases} \Rightarrow +\begin{cases} -5A-5B=-45 \\ 7A+5B=47 \end{cases} \Rightarrow 2A=2 \Rightarrow A=1 \Rightarrow \begin{cases} A=1 \\ B=9-A=8 \end{cases}$$

Онда

$$\frac{9x+47}{(x+5)(x+7)}=\frac{1}{x+5}+\frac{8}{x+7} \qquad (4)$$

Енді келесі рационал бөлшекті жәй бөлшектерге жіктейміз:

$$\frac{4x+17}{x^2+7x+10}=\frac{4x+17}{(x+2)(x+5)}=\frac{A}{x+2}+\frac{B}{x+5}=\frac{(A+B)x+5A+2B}{(x+2)(x+5)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4x+17=(A+B)x+5A+2B \Rightarrow$$

$$\begin{cases} A+B=4 \\ 5A+2B=17 \end{cases} \Rightarrow +\begin{cases} -2A-2B=-8 \\ 5A+2B=17 \end{cases} \Rightarrow 3A=9 \Rightarrow A=3 \Rightarrow \begin{cases} A=3 \\ B=4-A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=3 \\ B=1 \end{cases}$$

$$\frac{4x+17}{x^2+7x+10}=\frac{3}{x+2}+\frac{1}{x+5} \qquad (5)$$

(3), (4) және (5) жіктеулерін қолданып, келесі теңдеуді аламыз:

$$\frac{2}{x+1}+\frac{3}{x+2}+\frac{1}{x+5}+\frac{8}{x+7}-\frac{3}{x+2}-\frac{1}{x+5}=2$$

Берілген теңдеудің барлық мүмкін мәндер жиыны: $x \in R$, $x \neq -1,\ x \neq -2,\ x \neq -5,\ x \neq -7$

Ұқсас мүшелерді біріктіргеннен кейін,

$$\begin{cases} \dfrac{2}{x+1}+\dfrac{8}{x+7}=2 \\ x\neq -2, x\neq -1, x\neq -5, x\neq -7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{10x+22}{(x+1)(x+7)}=2 \\ x\neq -2, x\neq -1, x\neq -5, x\neq -7 \end{cases}$$

(1) теңдеуге тепе-тең теңдеу аламыз:

$$\frac{5x+11}{(x+1)(x+7)}=1 . \qquad (6)$$

Теңдеудің екі жағында теңдеудің барлық мүмкін мәндер жиына $(x+1)(x+7)$ көбейтеміз:

$$5x+11-(x^2+8x+7)=0$$

бұдан

$$x^2+3x-4=0 .$$

$x_1=-4, x_2=1$ екі түбірде (1) теңдеудің түбірлері болып табылады.

Кейбір рационал бөлшек теңдеулерді шешкенде топтау әдісін қолдану тиімді.

2-мысал. Теңдеуді шешу керек

$$\frac{2}{x+8}+\frac{5}{x+9}=\frac{3}{x+15}+\frac{4}{x+6}. \qquad (1)$$

Шешуі: Берілген теңдеудің барлық мүмкін мәндер жиыны: $x\in R$, $x\neq -8$, $x\neq -9$, $x\neq -15$, $x\neq -6$.

Теңдеудің бірінші мүшесін үшінші мүшесімен, ал екінші мүшесін соңғы мүшесімен топтаймыз:

$$\left(\frac{2}{x+8}-\frac{3}{x+15}\right)+\left(\frac{5}{x+9}-\frac{4}{x+6}\right)=0$$

Онда

$$(x-6)\left(\frac{1}{(x+9)(x+6)}-\frac{1}{(x+8)(x+15)}\right)=0 \ \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x-6=0 \\ \dfrac{1}{x^2+15x+54}-\dfrac{1}{x^2+23x+120}=0 \end{array}\right]$$

$$\Rightarrow x_1=6 \text{ және } x^2+15x+54=x^2+23x+120 \Rightarrow 8x=-66 \Rightarrow x_2=-\frac{33}{4} .$$

Жауабы: $x_1=6$, $x_2=-\dfrac{33}{4}$.

1. (1) түрдегі бөлшек-рационал теңдеуді қарастырайық

$$x^n+(-1)^n\frac{a^nx^n}{(x+a)^n}=b \ n\in \mathrm{N}, n\geq 2 \qquad (1)$$

(1) түрдегі теңдеулер $t=x+a$ алмастыруы арқылы қайтымды теңдеуге келтіріледі [2,С.20], n=2 болғанда (1) теңдеудің дербес жағдайы шығады:

$$x^2+\frac{a^2x^2}{(x+a)^2}=b \ n\in \mathrm{N} \ (b>0) \qquad (2)$$

(2) теңдеу үшін толық квадратқа шығару әдісін қолдануға болады .

3-мысал. Теңдеуді шешу керек:

$$x^2+\frac{25x^2}{(2x+5)^2}=\frac{75}{49} \quad , \quad x\in R, x\neq -\frac{5}{2} \tag{3}$$

Шешуі: Берілген бөлшек-рационал теңдеуді (2) теңдеу түріне келесідей алмастыру жасау арқылы келтіруге болады:

$$t=2x\Rightarrow x=\frac{t}{2} \tag{4}$$

$$t^2+\frac{25t^2}{(t+5)^2}=\frac{296}{49} \tag{5}$$

(5) теңдеудің сол жағы екі толық квадраттардың қосындысына тең, сондықтан (5) теңдеуді шешу үшін толық квадраттардың айырымы мен қосындысын бөліп көрсету қолайлы.

(5) теңдеудің екі жағына да $\pm 2\cdot\frac{5t^2}{t+5}$ қосайық, сонда

$$t^2\pm 2\cdot\frac{5t^2}{t+5}+\frac{25t^2}{(t+5)^2}=\frac{296}{49}\pm 2\cdot\frac{5t^2}{t+5}\Rightarrow\left(t\pm\frac{5t}{t+5}\right)^2=\frac{296}{49}\pm\frac{10t^2}{t+5}$$

«-» таңбасын таңдасақ,

$$\left(\frac{t^2}{t+5}\right)^2=\frac{296}{49}-\frac{10t^2}{t+5} \tag{6}$$

(6) теңдеуде алмастыру жасайық.

$$\frac{t^2}{t+5}=z \tag{7}$$

$$z^2=\frac{296}{49}-10z \tag{8}$$

бұдан

$$49z^2+490z-296=0 \tag{9}$$

$z_1=\frac{4}{7}\ z_2=\frac{11}{7}$ (8) теңдеудің түбірлері.

а) Егер $z\ =\frac{4}{7}$ болса, онда $\frac{t^2}{t+5}=\frac{4}{7}$

Бұдан

$$7t^2-4t-20=0$$

$$t_{1,2}=\frac{2\pm\sqrt{4+140}}{7}=\left[\begin{array}{l} t_1=-\frac{10}{7}, \\ t_2=2. \end{array}\right.$$

$$t=2x\Rightarrow x_1=-\frac{5}{7},\ x_2=1.$$

б) Егер $z=-\frac{11}{7}$, $\frac{t^2}{t+5}=-\frac{11}{7}$

$$7t^2+11t+55=0 \qquad (9)$$

$D=11^2-55\cdot4\cdot7=121-1540<0$ болғандықтан (9) теңдеудің шешімі жоқ.

Жауабы: $x_1=-\frac{5}{7}$, $x_2=1$

4-мысал. Теңдеуді шешу керек

$$1+\frac{5a-3}{x-a}=\frac{5(2a+1)(1-a)}{(x-a)(x-3a+1)} \qquad (1)$$

Шешуі: (1) теңдеудің анықталу облысы: $x\in R,\ x\neq a, x\neq 3a-1$.

(1) теңдеуден аламыз

$$(x-a)(x-3a+1)+(5a-3)(x-3a+1)=5(2a+1)(1-a)$$

$$x^2-3ax+x-ax+3a^2-a+5ax-15a^2+5a-3x+9a-3x=10a-10a^2+5-5a$$

$$x^2+ax-2x-2a^2-8a+8=0$$

$$x^2+(a-2)x-2a^2-8a+8=0 \qquad (1)^*$$

Берілген теңдеудің дискриманттын табайық:

$$D=(a-2)^2-4\left(-2a^2+8a-8\right)=a^2-4a+4+8a^2+32a-32=9a^2-36a+36=9(a-2)^2\geq0$$

D > 0 болғандықтан *a*-ның кез келген мәндерінде берілген квадрат теңдеудің түбірлері болады.

$$x_1(a)=\frac{-(a-2)+\sqrt{9(a-2)^2}}{2}=a-2$$

$$x_2(a)=\frac{-(a-2)-\sqrt{9(a-2)^2}}{2}=-2a+4$$

(1) теңдеудің шешімдері:

$$\left|\begin{array}{l}\left\|\begin{array}{l}x=a-2\\x=-2a+4\end{array}\right.\\x\neq a\\x\neq 3a-1\\a\neq-\frac{1}{2},a\neq\frac{4}{3},a\neq1.\end{array}\right.$$

Табылған түбірлердің әрқайсысына *a* параметрінің қандай мәндерінде теңдеуді қанағаттандырмайтын мәндерін табайық. Көрнекілік үшін кесте арқылы көрсетейік:

	$x_1=a-2$	$x_2=4-2a$
$x-a=0$	$a-2-a=0$ шешімі жоқ	$-2a+4-a=0$ $a=\frac{4}{3}$, шешімі жоқ

$x-3a+1=0$	$a-2-3a+1=0$ $a=-\frac{1}{2}$, шешімі жоқ	$-2a+4-3a+1=0$ $a=1$, шешімі жоқ

5-мысал. Теңдеуді шешіңдер:

$$\frac{ax+3}{x+4}=\frac{x+6}{ax+1} \qquad (1)$$

Шешуі: (1) теңдеудің анықталу облысы: $x\in R,\ \ x\neq -4, x\neq -\frac{1}{a}$.

(1) теңдеуден аламыз:

$$(ax+3)(ax+1)=(x+6)(x+4)$$
$$a^2x^2+ax+3ax+3-x^2-4x-6x-24=0$$

Ұқсас мүшелерді біріктірейік:

$$(a^2-1)x^2+(4a-10)x-21=0 \qquad (2)$$

Егер $a^2=1$ болса, (2)* теңдеу квадрат теңдеу болмайды.

Егер $a=-1$ болса, $(-4-10)x-21=0$, яғни $x_1=-\frac{3}{2}$. Мұндағы $-\frac{3}{2}\neq -4,\ -\frac{3}{2}\neq -1.$

Егер $a=1$ болса, $(4-10)x-21=0$, яғни $x_2=-\frac{7}{2}$. Мұндағы $-\frac{7}{2}\neq -4,\ -\frac{7}{2}\neq -1.$

Егер $a^2-1\neq 0$ болса, яғни $a\ \neq \pm 1.$

Квадрат теңдеудің дискриминанттын табайық:

$$\frac{D}{4}=(2a-5)^2+21(a^2-1)=(5a-2)^2\geq 0$$

бұдан

$$x_1(a)=\frac{3a+3}{a^2-1}=\frac{3}{a-1}$$

$$x_2(a)=\frac{-7a+7}{a^2-1}=-\frac{7}{a+1}$$

Табылған түбірлердің әрқайсысына a параметрінің қандай мәндерінде теңдеуді қанағаттандырмайтын мәндерін кесте арқылы есептейік:

	$x_1=\frac{3}{a-1}$	$x_2=-\frac{7}{a+1}$
$x+4=0$	$\frac{3}{a-1}+4=0, a=\frac{1}{4}$	$-\frac{7}{a+1}+4=0, a=\frac{3}{4}$
$ax+1=0$	$\frac{3}{a-1}+1=0, a=\frac{1}{4}$	$-\frac{7}{a+1}+1=0, a=\frac{1}{6}$

Табылған a-ның мәндерінің бәрі ± 1 -ден өзгеше. Олар үшін x-тің мәндерін іздейік:

$$x_1\left(\frac{3}{4}\right)=\frac{3}{\frac{3}{4}-1}=-12 \qquad x_2\left(\frac{1}{4}\right)=-\frac{7}{\frac{1}{4}+1}=-\frac{28}{5} \qquad x_2=-\frac{7}{a+1}$$

$$x_1\left(\frac{1}{6}\right)=\frac{3}{\frac{1}{6}-1}=-\frac{18}{5} \qquad \frac{3}{a-1}+4=0, a=\frac{1}{4}$$

$D=0$ болғанда теңдеудің екі мәні де тең. Сондықтан $a=\frac{2}{5}$ болғанда

$$x=x_1\left(\frac{2}{5}\right)=\frac{3}{\frac{2}{5}-1}=-5.$$

Жауабы: $a\in R/\left\{-1;\frac{1}{6};\frac{1}{4};\frac{2}{5};\frac{3}{4};1\right\}$ болғанда $x_1=\frac{3}{a-1}$, $x_2=-\frac{7}{a+1}$; $a=-1$ болғанда $x=-\frac{3}{2}$; $a=\frac{1}{6}$ болғанда $x=-\frac{18}{5}$; $a=\frac{1}{4}$ болғанда $x=-\frac{28}{5}$; $a=\frac{2}{5}$ болғанда $x=-5$; $a=\frac{3}{4}$ болғанда $x=-12$; $a=1$ болғанда $x=-\frac{7}{2}$.

Мақалада келтірілген әдістердің көмегімен теңдеулер шешуде кездесетін ауқымды есептеулерді жеңілдетуге болады. Бұл әдістер бөлшек-рационал теңдеулерді шешуді оңтайландыру үшін қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Литвиненко В.Н., Мордкович А.Г. Практикум по элементарной математике: Алгебра. Тригонометрия – Москва «Просвещение» 1991.

2 Курош А.Г. Курс высшей алгебры−Москва: Дрофа, 2003. 86-88б.

УДК 517.983.23
ГРНТИ 27.01.05

Г.Ж. Естаева [1], А.Е. Марат [2]

[1]ф.-м.ғ.к., А., Абай атындағы ҚазҰПУ, Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан

[2] Абай атындағы ҚазҰПУ, Математика, физика және информатика институтының магистранты, Алматы қ., Қазақстан

БАНАХ КЕҢІСТІГІНДЕГІ КЕРІ СЫЗЫҚТЫҚ ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Аңдатпа

Функционалдық анализ курсы алгебра, геометрия, математикалық анализдегі негізгі ұғымдарды ұштастыруға, математикалық теорияларды біртұтас қарастыруға мүмкіндік береді. Кез-келген операторларды зерттеу ауқымды еңбекті қажет етеді. Функционалдық анализдің негізгі ұғымы - сызықтық операторлар, интегралдық, дифференциалдық, және тағы да басқа қолданбалы математиканың есептерін шешуге қолданылады және сызықтық интегралдық теңдеулер теориясында негізгі роль атқарады.

Берілген жұмыста кейбір дифференциалдық операторлардың оң жақты кері операторлары, сонымен қатар l_2 - кеңістігіндегі оператордың тек қана сол жақты кері операторы бар болатыны көрсетілген, Банах кеңістігіндегі интегралдық және дифференциалдық операторлардың кері операторлары табылған және $A\in\mathcal{L}(X)$ операторы үшін $(I-A)^{-1}$ бар болатыны дәлелденіп, оның нормасы бағаланған.

Алынған нәтижелер теориялық және практикалық жағынан маңызды. Оның нәтижелері сызықтық операторларының есептері бойынша зерттеулердің дербес жағдайларын толықтырады, оларды шешуде жаңа әдістерді табуға көмектеседі.

Түйін сөздер: Сызықтық кеңістік, нормаланған кеңістік, кері оператор, сызықтық оператор, Банах кеңістігі, норма, көпбейне, түпнұсқа.

Аннотация

Г.Ж. Естаева[1]*, А.Е. Марат*[2]

[1]*к.ф.-м.н., старший преподаватель КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казакстан*

[2]*Магистрант по специальности «Математика» Института Математики, физики и информатики при КазНПУ имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ОБРАТНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ОПЕРАТОРОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Курс функционального анализа предоставляет возможность объеденить алгебру, геометрию, основные понятия математического анализа и рассматривать математическую теорию воедино. Исследование любых операторов в бесконечномерных пространствах представляет собой весьма сложную задачу. Основное понятие функционального анализа – линейные операторы применяются для решения интегральных, дифференциальных уравнений, матричных уравнений и других задач прикладной математики. Также линейные операторы играют важную роль в теории линейных интегральных уравнений.

В данной работе показано существование только правого обратного оператора для некоторого дифференциального оператора, а также только левого обратного оператора для оператора, действующего в l_2 , найдены обратные операторы для интегральных и дифференциальных операторов в банаховых пространствах, для оператора $A \in \mathcal{L}(X)$ доказано существование оператора $(I - A)^{-1}$ и получена оценка ее нормы.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение.

Ключевые слова: линейные пространства, нормированные пространства, обратные операторы, линейные операторы, норма, первообразная, отображение, пространства Банаха.

Abstract

SOME PROPERTIES OF INVERSE LINEAR OPERATORS OPERATED IN BANACH SPACES AND THEIR APPLICATION

Estaeva G.Zh.[1]*, Marat A.E.*[2]

[1]*Cand Sci. (Phys.-Math), Senior Lecturer, AbaiKazNPU, Almaty, Kazakhstan*

[2]*Student of Master Programme in Mathematics of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at AbaiKazNPU, Almaty, Kazakhstan*

The course of functional analysis provides an opportunity to unite algebra, geometry, basic concepts of mathematical analysis and to consider mathematical theories together. The study of any operator in infinite-dimensional spaces is a very complicated task. The basic concept of functional analysis - linear operators are used to solve integral, differential equations, matrix equations and other problems of applied mathematics. Also, linear operators play an important role in the theory of linear integral equations.

In this paper we show the existence of only the right inverse operator for some differential operator, and also only the left inverse operator for the operator acting in l_2, we find inverse operators for integral and differential operators in Banach spaces, for the operator $A \in \mathcal{L}(X)$ the existence of the operator $(I - A)^{-1}$ and an estimate of its norm is obtained.

The results obtained are of great practical importance.

Key words: linear spaces, normed spaces, inverse operators, linear operators, norm, mapping antiderivative, Banach spaces...

E және E_1 сызықтық нормаланған кеңістіктер болсын. Анықталу облысы $D_A \subseteq E$ және мәндер облысы $R_A \subseteq E_1$ болатын сызықтық A операторы берілсін.

Анықтама. $A: E \rightarrow E_1$ сызықтық операторы керіленетін деп аталады, егер R_A жиынында жататын кез-келген у элементі үшін $y = Ax$ теңдеуінің жалғыз $x = D_A$ шешімі бар болса.

Егер A операторы керіленетін болса, онда R_A жиынында кез-келген у элементіне сәйкес D_A жиынында жататын $y = Ax$ теңдеуінің шешімі болатын x элементін қоюға болады.

X, Y –сызықтық нормаланған кеңістіктер болсын, $A\epsilon\mathcal{L}(X,Y)$.

Анықтама 1. $A_r^{-1}\epsilon\mathcal{L}(Y,X)$ операторы A операторына оң жақты кері операторы деп аталады, егер $AA_r^{-1} = I_Y$. Мұнда I_Y, Y кеңістігіндегі бірлік оператор.

Анықтама 2. $A_l^{-1}\epsilon\mathcal{L}(Y,X)$ операторы A операторына сол жақты кері операторы деп аталады, егер $A_l^{-1}A = I_X$. Мұнда Y_X, X кеңістігіндегі бірлік оператор [1,С. 572].

Есеп 1.

A операторы берілсін:

$$C'_{[0,1]} \to C_{[0,1]} \qquad Ax = \frac{dx}{dt} \tag{1}$$

А операторының оң жақты кері операторы бар, бірақ сол жақты кері операторы жоқ екенін дәлелдеу керек.

а) Келесі теңдеуді қарастырайық:

$$Ax = y(t); \qquad y(t)\epsilon C_{[0,1]}$$

$$x'(t) = y(t) \Longrightarrow \tag{2}$$

$x(t) = \int_0^t y(\tau)\,d\tau + C$ - дифференциалдық теңдеудің ортақ шешімі.

$$B_Y = \int_0^t y(\tau)\,d\tau = \int_0^t x'(\tau)d\tau = x(t) - x(0)$$

$$B: C_{[0,1]} \to C'_{[0,1]}.$$

B операторының A операторына көбейтіндісін есептейік:

$$(AB)y = A(By) = A[x(t) - x(0)] = \big(x(t) - x(0)\big)' = x'(t) = y(t)$$

$$(AB)y = y(t) = I_Y \Longrightarrow AB = I_{C_{[0,1]}}$$

яғни

$B = A_r^{-1}$

Сонымен $\qquad A_r^{-1} = \int_0^t y(\tau)d\tau.$

б) A операторы әрбір үзіліссіз-дифференциалданатын $[0,1]$ сегментіндегі $x(t)$ функциясын $y(t) = x'(t),\ \ t\epsilon[0,1]$ үзіліссіз функциясына орын ауыстырады.

A операторының B операторына көбейтіндісін қарастырайық:

$$(BA)x = B(Ax) = Bx'(t) = By(t) = \int_0^t y(\tau)d\tau = x(t) = x(t) - x(0) \not\equiv x(t).$$

яғни

$BA \neq \mathcal{L}_{C'[0,1]} \quad \Longrightarrow \quad A_l^{-1}$ сол жақты кері операторы жоқ.

Жоғарғы шекарасы айнымалы үзіліссіз функциясының интегралдау операциясына дифференциадау операциясы кері.

Теорема. Егер $y(t)$ $[0,1]$ сегментінде үзіліссіз болса, онда $y(t)$ функциясының үзіліссіз-дифференциалданатын түпбейнесі $\int_0^t y(\tau)\,d\tau$ бар болады.

Есеп 2. l_2 кеңістігінде А және В операторлары берілсін:

$A: x = (x_1, x_2, \dots, x_n, \dots)\epsilon l_2 \to (0, x_1, x_2, \dots)$

$B: x = (x_1, x_2, \dots, x_n, \dots)\epsilon l_2 \to (x_2, x_3, \dots x_n, \dots)$

Табу керек : $A^{-1}, B^{-1}, A_r^{-1}, B_r^{-1}, A_l^{-1}, B_l^{-1}$?

A операторының B операторына көбейтіндісін қарастырайық:

$$(BA)x = B(Ax) = B(0, x_1, x_2, \dots, x_n, \dots) = (x_1, x_2, \dots x_n, ..) = x\epsilon l_2$$

$$(BA)x = x = I_{l_2}x \Longrightarrow \quad BA = I \Longrightarrow \quad B = A_l^{-1}$$

яғни

$\exists A_l^{-1} = B.$

B операторының A операторына көбейтіндісін қарастырайық:

$(AB)x = A(Bx) = A(x_2, x_3, \dots x_n, \dots) = (0, x_2, x_3, \dots, x_n, \dots) \neq x$

яғни А операторының оң жақты операторы жоқ A_r^{-1} [2,С. 61].

Есеп 3.

А операторының анықталу облысы $[0,1]$ сегментінде екі рет үзіліссіз дифференциалданатын, келесі шарттарды қанағаттандыратын

$$x(0) = x'(0) = 0, \tag{1}$$

функциялардың сызықтық көпбейнесі болатын $D(A)$ жиыны болсын.

$$Ax(t) = \frac{d^2x}{dt^2} + x(t) \tag{2}$$

A^{-1} табу керек.

Шешімі.

$$x''(t) + x(t) = Ax(t) = y(t). \tag{3}$$

немесе

$$x''(\tau) + x(\tau) = y(\tau). \tag{4}$$

$y(\tau) \in C_{[0.1]}$

$\forall y(\tau) \in C_{[0.1]}$ үшін Коши есебінің жалғыз шешімі бар, сондықтан A^{-1} операторы бар болады.

(4) – теңдіктің екі жағында $sin(t-\tau)$-ға көбейтіп, $[0, 1]$ сегментінде интегралдайық.

$$\int_0^t x'' sin(t-\tau)d\tau + \int_0^t x sin(t-\tau)d\tau = \int_0^t sin(t-\tau)y(\tau)d\tau \tag{5}$$

$\int_0^t x sin(t-\tau)d\tau$ интегралына бөліктеп интегралдау әдісін қолданамыз.

$$\int_0^t x sin(t-\tau)d\tau = \left| \begin{matrix} u = x \Rightarrow du = x'(\tau)d\tau \\ dv = sin(t-\tau)d\tau \Rightarrow v = cos(t-\tau) \\ x(0) = 0 \end{matrix} \right| = x cos(t-\tau)|_0^t - \int_0^t x'(\tau) cos(t-\tau)d\tau = x(t) - \int_0^t x'(\tau)cos(t-\tau)d\tau \tag{6}$$

$\int_0^t x''(\tau)sin(t-\tau)d\tau$ интегралына бөліктеп интегралдау әдісін қолданамыз.

$$\int_0^t x''(\tau)sin(t-\tau)d\tau = \left| \begin{matrix} u = sin(t-\tau) \Rightarrow du = cos(t-\tau)\cdot(t-\tau)'_\tau d\tau = -cos(t-\tau)d\tau \\ x''d\tau = dv \Rightarrow v = x'(\tau) \\ x'(0) = 0 \end{matrix} \right| = x'(\tau)sin(t-\tau)|_0^t + \int_0^t x'(\tau)cos(t-\tau)d\tau \tag{7}$$

(6) және (7) интегралдарын (5) –ке қойып,

$$\int_0^t x'(t)cos(t-\tau)d\tau + x(t) - \int_0^t x'(\tau)cos(t-\tau)d\tau = \int_0^t sin(t-\tau)y(\tau)d\tau \Rightarrow$$

$$x(t) = \int_0^t sin(t-\tau)y(\tau)d\tau.$$

Демек,

$$A^{-1}y = \int_0^t sin(t-\tau)y(\tau)d\tau$$

A^{-1} операторының ядросы $K(t,\tau) = sin(t-\tau)$

A - сызықтық оператор болғандықтан, оның A^{-1} кері операторы да сызықтық оператор [3,С. 400].

Есеп 4.

X – Банах кеңістігі және нормасы $\|A\| < 1$ болатын, $A \in L(X)$ берілсін.(яғни, A өзіне-өзі X –ті бейнелейтін шенелген сызықтық оператор болсын).

$(I-A)^{-1}$ кері операторы бар, және ол келесі түрде өрнектелетінін

$$(I-A)^{-1} = \sum_{k=0}^{\propto} A^k \tag{1}$$

және оның нормасы келесі шартты қанағаттандыратынын

$$\|(I-A)^{-1}\| \le \frac{1}{1-\|A\|} \tag{2}$$

дәлелдеу керек.

Шешімі.

X - кеңістігінде анықталған және мәндер жиыны X болатын, A және B – шенелген сызықтық операторлар берілсін. $L(X)$ кеңістігінде B-ның A-ға көбейтіндісі анықтама бойынша:

$$(AB)x = A(Bx) \quad x \in X \tag{3}$$

B операторының A-ға көбейіндісі үшін келесі теңсіздік орындалады:

$$\|AB\| \le \|A\| \cdot \|B\| \tag{4}$$

Онда

$$\|A^k\| = \|A^{k-1} \cdot A\| \le \|A^{k-1}\| \cdot \|A\| \le \|A^{k-2}\| \cdot \|A\| \cdot \|A\| = \|A^{k-2}\|\|A\|^2 \le \dots \le \|A^{k-(k-1)}\| \cdot \|A\|^{k-1} = \|A\|^k$$

((4)- теңсіздікті $(k-1)$ рет қолданамыз)

Сонымен

$$\|A^k\| \le \|A\|^k \qquad k \in N_0 = N \cup \{0\} \tag{5}$$

$(\, A^0 = I - \text{тепе} - \text{теңдік операторы}. \;\; Ix = x \;\; I: X \to X: \;\; \|I\| = 1)$

Бұдан

$$\sum_{k=1}^{n} \|A^k\| \le \sum_{k=1}^{n} \|A\|^k \tag{6}$$

$\sum_{k=0}^{n} A^k$ қосындының нормасын бағалайық.

$$\left\|\sum_{k=0}^{n} A^k\right\| \le \sum_{k=0}^{n} \|A^k\| \le \sum_{k=0}^{n} \|A\|^k$$

$\sum_{k=0}^{\propto} A^k$ -қатарын қарастырайық.

$$\left\|\sum_{k=0}^{\propto} A^k\right\| \le \sum_{k=0}^{\propto} \|A^k\| \le \sum_{k=0}^{\propto} \|A\|^k = \frac{1}{1-\|A\|} \tag{7}$$

$$(I-A)\sum_{k=0}^{n} A^k = I\cdot\sum_{k=0}^{n} A^k - A\sum_{k=0}^{n} A^k =$$

$$(I + A + A^2 + \cdots + A^n) - (A + A^2 + \cdots + A^{n+1}) = I - A^{+1} \qquad (8)$$

$(I-A)$-операторының $\sum_{k=0}^{n} A_k$ - операторына көбейтіндісін қарастырайық.

$$\sum_{k=0}^{n} A^k(I-A) = I + A + \cdots + A^n - A - A^2 - \cdots - A^n - A^{n+1}$$

$$\sum_{k=0}^{n} A^k(I-A) = I - A^{n+1} \qquad (9)$$

Сонымен

$$(I-A)\sum_{k=0}^{n} A^k = \sum_{k=0}^{n} A^k(I-A) = I - A^{n+1} \qquad (10)$$

$\|A^{n+1}\| \leq \|A\|^{n+1}$ болғандықтан

және есептің шарты бойынша $\|A\| < 1$, онда $\|A\|^{n+1} \to 0$, $n \to \propto$,

Бұдан $A^{n+1} \to \theta$ ($\|\theta\| = 0, \theta$ нөлдік операторы.)
(10) теңдіктерде шекке көшеміз $(n \to \propto)$.
Онда

$$(I-A)\sum_{k=0}^{\propto} A^k = \sum_{k=0}^{\propto} A^k(I-A) = I \Longrightarrow \quad (I-A)(I-A)_{r}^{-1} = (I-A)_{в}^{-1}\cdot(I-A) = I$$

Мұнда $(I-A)_{в}^{-1} = \sum_{k=0}^{\propto} A^k$ - сол жақты кері оператор.

$(I-A)_{r}^{-1} = \sum_{k=0}^{\propto} A^k$ - оң жақты кері оператор.

Сонымен

$$(I-A)_{в}^{-1} = (I-A)_{r}^{-1} = (I-A)^{-1} = \sum_{k=0}^{\propto} A^k$$

$(I-A)^{-1}$ кері операторы X-кеңістігінің бәрінде анықталған.
Кері оператордың нормасын бағалайық:

$$\|(I-A)^{-1}\| = \left\|\sum_{k=0}^{\propto} A^k\right\| \leq \sum_{k=0}^{\propto}\|A^k\| \leq \sum_{k=0}^{\propto}\|A\|^k = \frac{1}{1-\|A\|}$$

Сонымен, $\|(I-A)^{-1}\| \leq \frac{1}{1-\|A\|}$.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. 7-е изд. ФИЗМАТЛИТ, 2004. ISBN 5-9221-0266-4. 572б.

2 В.А. Треногин ., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по функ-циональному анализу, Москва «Наука», 1984 г, 60-61б.

3 Кириллов А.А., Гвишиани А.Д. Теоремы и задачи функционального анализа. 2-е изд., перераб. и доп. Москва «Наук», 1988. 400б.

УДК 510.67
ГРНТИ 27.03.02

А.Р. Ешкеев[1], Н.К. Шаматаева[2]

[1] ф.-м.ғ.д., профессор, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Мемлекеттік Университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
[2] Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Мемлекеттік Университетінің PhD докторанті, мамандығы «6D060100-Математика»

ЙОНСОНДЫҚ ЖИЫННЫҢ ФРАГМЕНТІНІҢ ФОРМУЛАЛАР ТОРЫНЫҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа

Модельдер теориясының дамуын екі тарихи бағытқа бөлінген. Атақты маман Ч. Кейслер өз еңбегінде батыс және шығыс деп атаған, яғни модельдер теориясының негізін қалаушының бірі А. Тарский 1940 жылдары АҚШ-тың батыс жағалауында тұрса, ал екінші негізін қалаушы А. Робинсон шығыс жағалауында тұрған. Батыс модельдер теориясы Скулем мен Тарскийдің дәстүрімен дамыған. Жалпы бұл бағыт сандар теориясының мәселелері, жиындар теориясы және онда барлық бірінші ретті тілдің формулалары қарастырылған.

Шығыс модельдер теория Мальцевпен Робинсон арқылы дамыды. Ол теориялардың формулалары екі квантордан тұрады және абстактілі алгебраның сұрақтарын зерттейді. Және де кванторсыз формулалар жиыны мен экзистенциалды формулалардан тұрады. Толық теорияларды зерттейтін Батыс модельдер теориясынан қарағанда шығыс модельдер теориясы толық емес теорияларды қарастырады. Толық емес теориялар класы кең мағыналы, сондықтан біз индуктивті теориямен шектелуімізге болады ($\forall\exists$-аксиоматизацияланған). Осы берілген шарттардың барлығы йонсондық теорияның шарттарын қанағаттандырады. Сонымен келесідей қорытындыға келеміз, йонсондық теорияға қатысты зерттеулер "шығыс" модельдер теориясының мәселесіне жатады.

Бұл мақала модельдер теориясының бір тармағына тиесілі, дәлірек айтқанда йонсондық жиындарды қарастырамыз. Бұл модельдер теориясының бағыты толық емес индуктивті теорияны оқуға арналған, яғни йонсондық теория және олардың кейбір жалпылауы. Дәлірек айтсақ ол кейбір йонсондық теорияның семантикалық модельдің йонсондық ішкі жиынының модельді-теоретикалық қасиеттерін зерттейді.

Түйін сөздер: йонсондық теория, дөңес теория, экзистенциалды жай теория, алгебралық жай модель, атомды модель.

Аннотация

А.Р. Ешкеев[1], Н.К. Шаматаева[1]
[1] д. ф.-м.н., профессор Карагандинского государственного университета им. академика Е.А. Букетова, г.Караганда, Казахстан
2 PhD докторант, специальность «6D060100-Математика» Карагандинского государственного университета им. академика Е.А. Букетова, г.Караганда, Казахстан

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА РЕШЕТКИ ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНЫХ ФОРМУЛ ФРАГМЕНТА ЙОНСОНОВСКОГО МНОЖЕСТВА

Выделим два направления в развитии теории модели. В известной книге Ч. Кейслера их называют западной и восточной теорией моделей, так как один из основоположников теории моделей А.Тарский жил на западном побережье США с 1940г., а другой основоположник А.Робинсон – на восточном. Западная теория моделей развивается в традициях Скулема и Тарского. Она в большей степени мотивировалась проблемами в теории чисел, анализе и теории множества, и в ней используются все формулы логики первого порядка.

Восточная теория моделей развивается в традициях Мальцева и Робинсона. Она мотивировалась проблемами в абстрактной алгебре, где формулы теорий обычно имеют самое большее два блока кванторов. Она делает ударение на множества бескванторных формул и экзистенциальных формул. В отличии от западной теории моделей, которая изучает полные теории, восточная теория моделей вообще говоря имеет дело с неполными ториями. Класс неполных теории достаточно широк, поэтому можно ограничится индуктивными теориями ($\forall\exists$-аксиоматизируемыми). Всем этим условиям удовлетворяют йонсоновские теории. Таким образом сделаем вывод, что изучение йонсоновских теорий относится по своей сути к проблематике “восточной“ теории моделей.

Эта статья относится к одной из ветвей теории моделей, а точнее к изучению Йонсоновских множеств. Эта часть теории моделей посвящена изучению неполных индуктивных теорий, а точнее йонсоновской теории и некоторых их обобщений. На самом деле он рассматривает теоретико-модельные свойства йонсоновского подмножеств семантической модели некоторой йонсоновской теории.

Ключевые слова: йонсоновский теория, совершенная йонсоновская теория, выпуклая теория, экзистенциально простая теория, фрагмент.

Abstract

SOME PROPERTIES OF THE LATTICE OF EXISTENTIAL FORMULAS OF THE JONSSON SET

Eshkeyev A.R.[1], *Shamatayeva N.K.*[2]
[1] *Dr. Sci. (Phys-Math), Professor, Academician E.A. Buketov Karaganda State University,*
Karaganda, Kazakhstan
[2] *PhD doctoral student of the Academician E.A. Buketov Karaganda State University,*
Karaganda, Kazakhstan

Let us single out two directions in the development of model theory. In the well-known book H. J. Keisler they are called the western and eastern theory of models, since one of the founders of the theory of models A. Tarski lived on the west coast of the United States since 1940, and another founder A. Robinson - in the east. Western theory of models develops in the traditions of Skolem and Tarski. It was more motivated in theory, analysis and set theory, and it uses all formulas of first-order logic.

The Eastern theory of models develops in the traditions of Maltsev and Robinson. It was motivated by problems in abstract algebra, where the theory formulas usually have at most two blocks of quantifiers. It emphasizes the set of quantifier-free formulas and existential formulas. Unlike the Western theory of models, which studies complete theories, Eastern model theory generally deals with incomplete thorium. The class of incomplete theories is wide enough, so we can confine ourselves to inductive theories ($\forall\exists$-axiomatizable). All these conditions are satisfied by the Johnson theories. Thus, we conclude that the study of Johnson's theories refers to its essence to the problems of the "eastern" theory of models.

This article is related to one of the branches of Model Theory, and more precisely to studying of Jonsson sets. This part of Model Theory is concerned with the study of incomplete inductive theories and more precisely Jonsson theories and some of their generalizations. Actually it examines the model-theoretical properties of Jonsson subsets of semantic model of some Jonsson theory.

Key words: the Jonsson theory, perfect Jonsson theory, convex theory, existential prime theory, fragment.

Бұл мақалада йонсондық теориялардың бірінші реттегі саналымды тілі қарастырылады. Осы теорияға қатысты экзистенциалды формулалардың эквиваленттік кластарының тор қасиеттері, йонсон теориясының центрлі толықтырылуы, йонсондық теорияның қасиеттерінің өзара байланысын құратын нәтижелер қатары алынған. [1] жұмыста (толықтырылу, жалған-толықтырылу, әлсіз толықтырылу, Стоун алгебрасы) тор формулалар терминінде йонсон теориясының центрлі толықтырылуының кванторлық элиминацияларының, йонсон теориясының центрлі толықтырылуының толықтық моделі, йонсон теориясының кемелділігі, йонсон теориясының центрлі толықтырылуының йонсондығының қажетті және жеткілікті шарттары табылған.

Толық теорияларды зерттеу кезінде негізгі әдістердің бірі болып T бекітілген теориясының $F_n(T)$ бульдік алгебрасының ультрафильтрлерін $S_n(T)$ топологиялық кеңістікте қолдану болып табылады. Бұл әдіс арқылы теория моделінің келесідей классикалық түсініктері зерттеледі: теория мен модельдің стабильділігі, модельдің қаныққандылығы, модельдің диаграммасы және т.б. Толық емес теорияларда $E_n(T)$ экзистенциалды формулаларының торын қарастыра аламыз, мұндағы $F_n(T)$ бульдік алгебраның ішкі торы болып табылады. Экзистенциалды формулалардың тұйық еместілігіне байланысты экзистенциалды типтердің топологиялық кеңістіктері қасиеттерінің логикалық операциясы толық жағдайдан өзгеше. Бұл бізге түсінікті, яғни толық теориялармен жұмыс жасағанда мұндай тәсіл ($F_n(T)$ ден $E_n(T)$-ға дейін шектеу) жалпы жағдай болып табылады. Йонсондық теория жалпы толық емес болғандықтан жоғарыда көрсетілген мазмұн бойынша экзистенциалды формулалардың тор қасиеттерін қарастыру қызықты болар еді [1]. Йонсондық теорияны зерттеу негізгі құралы болып профессор Т.Г.Мустафинмен ұсынылған семантикалық әдіс болып табылады, оның мағынасы центрлі толықтырудың трансляциялық қасиетінің йонсон бейнесіне айналдыру. Бұл жұмыста семантикалық әдістен басқа [2] және йонсондық теориясының жалпы нәтижелері [3], [4], [5], В.Вайсфенинг жұмысының нәтижелері [1] қарастырылған.

Бұл мақала 2 паragрофтан тұрады. 1-ші параграфта берілген жұмыстың негізгі нәтижелердің [1], [6], [7], [8] , [9], [12] анықтамалары мен нәтижелері келтірілген. 2-ші параграфта бұл мақаланың негізгі нәтижелері [3], [4], [5] алынған және [1] теоремаларының аналогын йонсондық жиынның фрагмент аясы үшін центральдік типі тілінде және йонсондық теорияны байыту тілінде қарастырылады.

Экзистенциалды формула торлары. [1], [6], [7], [8] , [9] негізге ала отырып экзистенциалды формулалардың торлық қасиеттерінің нәтижелері мен анықтамаларын енгізейік.

L бірінші ретті тілі болсын. $T-L$ тілінің индуктивті теориясы болсын. $E_n(L)$ n бос айнымалылары бар L тілінің экзистенциалды формулаларының барлық көпмүшелілігі болсын, яғни $E(L)=\bigcup\limits_{n<\omega}E_n(L)$. $E_n(T)$ дистрибутивті эквивалент кластары $\varphi^T=\{\psi\in E_n(L)|\ T|-\varphi\leftrightarrow\psi\}$, $\varphi\in E_n(L)$, $E(T)=\bigcup\limits_{n<\omega}E_n(T)$ болсын.

Анықтама 1.1. [1] Айтарлық $\varphi^T,\psi^T\in E_n(T)$ және $\varphi^T\cap\psi^T=0$ болсын. Онда ψ^T - φ^T толықтырылуы деп айтамыз, егер $\varphi^T\cup\psi^T=1$ болса; ψ^T - φ^T жалған-толықтырылу деп атаймыз, егер барлығына $\mu^T\in E_n(T)$ $\varphi^T\cap\mu^T=0\Rightarrow\mu^T\leq\psi^T$ болса; ψ^T - φ^T әлсіз толықтырылу деп атаймыз, егер барлығына $\mu^T\in E_n(T)$ $(\varphi^T\cup\psi^T)\cap\mu^T=0\Rightarrow\mu^T=0$ болса.

Анықтама 1.2. [1]

1) φ^T толықтырылу деп аталады, егер φ^T толықтырылуға ие болса.
2) φ^T әлсіз толықтырылу деп аталады, егер φ^T әлсіз толықтырылуға ие болса.
3) φ^T жалған-толықтырылу деп аталады, егер φ^T жалған-толықтырылуға ие болса.
4) $E_n(T)$ толықтырылу деп аталады, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ толықтырылу болса.
5) $E_n(T)$ әлсіз толықтырылу деп аталады, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ әлсіз толықтырылу болса.
6) $E_n(T)$ жалған-толықтырылу деп аталады, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ жалған-толықтырылу болса.

Одан әрі модельдің және ішкі модельдің тұрақтыларының кеңейтілуге қатысты формулаларын қарастырайық.

Анықтама 1.3. [7] $\varphi(x_1,...,x_n)$ формуласы $ModT$-дағы модель тұрақтыға қатысты кеңейтілген деп аталады, егер кез келген A және B моделі T теориясында $A\subset B$ болса, онда кез келген $a_1,...,a_n\in A$ үшін $A|=\varphi[a_1,...,a_n]\Rightarrow B|=\varphi[a_1,...,a_n]$ орындалса.

Теорема 1.1. [7] $ModT$ бойынша φ формуласы кеңейтілу моделіне қатысты тұрақты сонда және тек сонда, егер $T|-\varphi\leftrightarrow\psi$ болып, ψ формуласы экзистенциалды болса.

Анықтама 1.4. [7] $\varphi(x_1,...,x_n)$ формуласын $ModT$ ішкі моделінің қатысты тұрақты дейміз, егер кез келген A және B моделі T теориясында $A\subset B$ болса, онда кез келген $a_1,...,a_n\in A$ үшін $B|=\varphi[a_1,...,a_n]\Rightarrow A|=\varphi[a_1,...,a_n]$ орынды болса.

Теорема 1.2. [7] $ModT$ бойынша φ формуласы ішкімоделіне қатысты тұрақты сонда және тек сонда, егер $T|-\varphi\leftrightarrow\psi$ болып, ψ формуласы универсалды болса.

Инвариантты формула және инварианттық экзистенциалды формула және *E(T)* класының толықтырылуы арасындағы түсініктерінің байланысын қарастырайық.

Анықтама 1.5. [1] φ формуласын $ModT$-да инвариантты дейміз, егер ол сол уақытта $ModT$ моделінің кеңейтілуіне қатысты тұрақты және $ModT$ ішкі моделіне қатысты болса.

Теорема 1.3. [1] φ^T - $E(T)$_ның толықтырылуы болады сонда және тек сонда, егер $ModT$ бойынша экзистенциалды формула φ инвариантты болса.

Теорема 1.4. [1] $Mod(Th_{\forall\exists}(E_T))$ экзистенциалды формула φ инвариантты, мұнда E_T – T теориясының экзистенциалды тұйық модельдер класы болады сонда және тек сонда, егер $E(T)$-ның әлсіз толықтырылуы φ^T болса.

Модельді толық, кванторлық элиминация, T теориясының позитивті модельді толықтығын және $E_n(T)$ формуласының экзистенциалды тор қасиеттерінің өзара байланысының қажетті анықтамаларын енгізіп және белгілі нәтижелерді тұжырымдайық.

Анықтама 1.6. [7] T теориясын модельді толық дейміз, егер $T\cup\Delta_A$ T теориясында кез келген A моделі L_A тілінде толық болса.

Теорема 1.5. [7]

1) T теориясы модельді толық сонда және тек сонда, егер әрбір формула $ModT$ ішкі модельдеріне қатысты тұрақты болса.

2) T теориясы модельді толық сонда және тек сонда, егер әрбір формула $ModT$ модельдерінің кеңейтілуіне қатысты тұрақты болса.

Анықтама 1.7. [7] T теориясы L-ге элиминациялық кванторларды рұқсат етеді дейміз, егер L тілінің әрбір $\varphi(x_1,...,x_n)$ формуласы үшін $\psi(x_1,...,x_n)$ кванторсыз формула бар болады, мұндағы $T|-\forall x_1...\forall x_n(\varphi(x_1,...,x_n)\leftrightarrow\psi(x_1,...,x_n))$ болса.

Теорема 1.6. [6]

1) T′ – теориясының модельді компаньоны болсын, мұнда T – универсалды теория. Бұл жағдайда T′ – T-ның модельді толықтылуы болады сонда және тек сонда, егер T теориясы элиминациялық кванторға рұқсат етсе.

2) T′ – теориясының модельді компаньоны болсын. Бұл жағдайда T′ – T модельді толықтылуы болады сонда және тек сонда, егер T теориясы амальгама қасиетіне ие болса.

Анықтама 1.8. [7] T теориясын ішкі модельді толық дейміз, егер $T\cup\Delta_A$ T теориясында кез келген A ішкі моделі L_A тілінде толық болса.

Теорема 1.7. [7] T теориясы ішкі модельді толық сонда және тек сонда, егер T элиминациялық кванторға рұқсат етсе.

Теорема 1.8. [1] T теориясы ішкі модельді толық сонда және тек сонда, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ кванторсыз толықтырылуға ие болса.

Анықтама 1.9. [9] T теориясын позитивті модельді толық дейміз, егер ол модельді толық және T позитивті экзистенциалды формуласындағы әрбір экзистенциалды формула L тіліне эквивалентті болса.

[1] жұмыстан алынған келесі теоремалар жоғарыдағы анықталған түсініктер мен $E_n(T)$ формуласының экзистенциалды тор қасиеттерімен өзара байланыс орнатады.

Теорема 1.9. [1] T теориясы позитивті модельді толық сонда және тек сонда, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ позитивті экзистенциалды толықтырылуға ие болса.

Теорема 1.10. [1] T теориясы модельді компаньонға ие сонда және тек сонда, егер $E_n(T)$ әлсіз толықтырылуы болса.

Анықтама 1.10. [8] Тор Стоун алгебрасы деп атаймыз, егер кез келген оның элементіне келесі шарт дұрыс болса: жалған-толықтырылудан жалған-толықтырылу элементі өз элементіне тең.

Теорема 1.11. [1] T теориясы модельді толықтыруға ие сонда және сонда, егер $E_n(T)-$ Стоун алгебасы болса.

Теорема 1.12. [1] $T_\forall$ теориясы модельді толықтыруға ие сонда және тек сонда, егер әрбір $\varphi^T\in E_n(T)$ әлсіз кванторсыз толықтырылуға ие болса.

Йонсондық жиынның фрагменті, олардың центрлері және берілген теориядағы экзистенциалды формулалар торларының қасиеттерінің сол тілмен байланыстары.

Йонсондық жиынның фрагментін қарастырайық және йонсон теорияларының қасиеттері арасындағы центрлі толықтыруларының және осы теорияға қатысты экзистенциалды формулалар эквиваленттерінің кластық торларының қасиеттері орнатамыз. Ол үшін [3], [4], [5] нәтижелерін пайдаланамыз.

Йонсондық теорияға қатысты және оның сәйкесінше формулалар торынына қатысты келесі анықтамалар мен нәтижелерді беріп өтейік.

Анықтама 2.1. Теория T йонсондық деп аталады, егер

1) Теория T-да ең құрғанда бір шексіз моделі болса,

2) Теория T $\forall\exists$ - аксиоматизацияланса,

3) Теория T үйлесімді қасиетке ие болса, яғни кез келген екі модель $A|=T$ және $B|=T$ изоморфты түрде кейбір $C|=T$ моделіне енгізілсе;

4) Теория T амальгамма қасиетіне ие болса, яғни кез келген $A,B,C|=T$ үшін, $f_1:A\to B$, $f_2:A\to C$ - изоморфты түрде енгізілсе, онда $D|=T$ бар болып табылады, изоморфты енгізілуі $g_1:B\to D$, $g_2:C\to D$ мынаған $g_1f_1=g_2f_2$ тең.

Анықтама 2.2. [4] Т йонсондық теорияның С моделі Т теориясының семантикалық моделі деп аталады, егер ω^{+} - біртекті-универсалды болса.

Анықтама 2.3. [10] Айтарлық $k \geq w$ болсын. T теориясының M моделі деп

- $k - T$ үшін универсалды болады, егер қатаң түрде k -дан кіші кез-келген T моделі М-ге изоморфты енгізілсе,
- $k - T$ үшін біртекті болады, егер T теориясынан алынған кез-келген екі модель A және A_1 үшін, қатаң түрде k-дан кіші М-нің ішкі модельдері болса, және $f : A \to A_1$ изоморфизмы, М ішкі моделі болатын В моделінің А моделіне дейінгі кеңейтілуі және қатаң түрде k -дан кіші Т моделінің, М-нің ішкі моделі болатын B_1 моделінің A_1 моделіне кеңейтілуі табылады және f жалғастыратын $g : B \to B_1$ изоморфизмі болса.

Анықтама 2.4. [5] T үшін біртекті-универсалды моделі k-деп аталады, егер T үшін біртекті-универсалды моделі k қуаты біртекті-универсалды болса, мұндағы $k \geq \omega$.

Анықтама 2.5. [4] Т теориясының С семантикалық модельдің T^* элементарлы теориясы йонсондық теорияның T семантикалық толықтыруы (центрі) деп аталады, яғни $T^* = Th(C_T)$.

Анықтама 2.6. [4] T йонсондық теориясы кемел деп аталады, егер әрбір T семантикалық моделі T^* қанықкан моделі болып табылса.

[6] жұмыста йонсондық теорияның кемелділігі мен оның моделінің компаньонының бар болуының арасындағы байланысы анықталды. Әрі қарай бізге келесідей тұжырымдар қажет.

Теорема 2.1. [4] Айталық Т – йонсондық теория болсын. Онда келесі шарттар эквивалентті:

1) Т – кемел;
2) Т-ның модельді компаньоны бар.

[3], [4] йонсон теорияның толықтығы мен модельді толықтығының арасындағы байланыс орнатылған.

Теорема 2.2. Айтарлық, Т – йонсондық теория болсын. Онда келесі шарттар эквивалентті:

1) Т – толық;
2) Т – модельді толық.

[5] жұмысында йонсондық теорияның кемелдігі мен $E_n(T)$ торының қасиеттерінің арасында байланыс орнатылған. Келесі тұжырымның орны бар.

Теорема 2.3. Айталық, йонсондық теорияның ∃-сөйлемі үшін Т – толық. Онда келесі шарттар эквивалентті:

1) Т – кемел;
2) T^* - модельді толық;
3) $E_n(T)$ – бульдік алгебра.

Мұндағы ∃ - сөйлемі үшін толықтық теория осы теорияның екі моделінің бір бірінен айырмашылығы жоқтығын білдіреді.

Келесі теоремада $E_n(T)$ экзистенциалды формулалардың торларының терминдерінде T – йонсон теориясының центрлі толықтырылған кванторлар элиминациясының және T – йонсон теориясының позитивті модель толықтығының қажетті және жеткілікті шарттары табылған.

Теорема 2.4. Айталық, T – йонсондық теориясының ∃-сөйлемі үшін толық болсын. Және де T^* - теорияның центрі. Онда:

1) T^* - кванторлардың элиминациясына рұқсат етеді сонда және тек сонда, егер $\varphi^T \in E_n(T)$ кванторсыз толықтырылған болса.

2) T^* - модельді толық сонда және тек сонда, егер $\varphi^T \in E_n(T)$ экзистенциалды толықтырылуы бар болса.

Келесі теоремада $E_n(T)$ экзистенциалды торлар формуласында T йонсондық теорияның кемелділігі туралы қажетті және жеткілікті шарттары берілген.

Теорема 2.5. Т-йонсондық теория болсын. Онда келесідей шарттар эквивалентті:

1) Т-кемел.
2) $E_n(T)$ –әлсіз толықтырған
3) $E_n(T)$ Стоун алгебрасы.

Келесі теоремада йонсондық теорияның йонсондық центрінің қажетті және жеткілікті шарттарының формулалар торларының термині бар.

Теорема 2.6. Т-йосондық теория болсын. Онда келесі шарттар эквивалентті:

1) T^* − йонсондық теория. T^* -йонсондық теория,

2) әрбір $\varphi^T \in E_n(T)$ кванторсыз әлсіз толықтыруға ие.

Енді біз йонсондық жиынның фрагментіне көшеміз және дербес жағдайда осыған тор қасиеттерін қарастырамыз.

Барлық кез келген теорияның ∀∃-салдарлары осы теорияда йонсондық фрагментін құрайды деп айтамыз, егер осы ∀∃-салдарының дедуктивті тұйықтамасында йонсондық теория болса.

Осы жағдайда алынған йонсондық теория сәйкесінше йонсондық жиында йонсондық фрагмент (әрі қарай фрагмент) деп аталады.

Айталық T йонсондық теориясында қарастырылатын Х-T йонсондық теориясының жиыны және *М-С* семантикалық моделінің экзистенциалды тұйық ішкі моделі болсын, мұндағы dcl(X) = M. Онда $Th_\forall(M) = T_M, T_M$ -Х йонсондық жиынының йонсондық фрагменті болады.

Ескере кетсек, экзистенциалды сөйлемдер үшін толық үйлесімді дербес енгізілуі қаағаттандыратын теория болады, бірақ керісінше мүмкін емес. Сондықтан, көріп тұрғанымыздай біздің теоремамызда экзистенциалды-толықтық шартын алып тасай алмаймыз. Әрі қарай біз барлық қарастырылатын теория ∃–сөйлемі үшін толық болады.

Теорема 1. Т-экзистенциалды жай йонсондық теория болсын. Онда келесідей шарттар эквивалентті:

1) $Fr(X)$ -кемел.

2) $E_n(Fr(X))$ −әлсіз толықтырған

3) $E_n(Fr(X))$ Стоун алгебрасы.

Дәлелдеуі:

Айтарлық $Fr(X)$ йонсондық жиынның фрагменті болсын.

1) –ден 2) дәлелдейік. Т йонсондық теория кемел болсын, онда ол T^M компаньоныне ие. Демек, бұл жағдайда біз тұжырымның шарты бойынша бізде, $Fr^M(X) = Fr^0(X)$, мұндағы $Fr^0(X) = Th_{\forall\exists}(E_T)$-йонсондық теорияның Кайзерлік қабықшасы. Осылайша $Fr^M(X)$ модельді компоньонның анықтамасына сәйкес модельді толық, бізде онда қарастырылып отырған тілде сәйкесінше әрбір формулаішкі моделіне $ModFr^M(X)$ қатысты тұрақты болады. Сәйкесінше, осы тілдің әрбір экзистенциалды формула $ModFr^M(X)$ ішкі моделіне қатысты тұрақты, және сәйкесінше анықтама бойынша әрбір экзистенциалды формула $ModFr^M(X)$ инвариантты болып келеді. Осыдан біз әрбір экзистенциалды формула әлсіз толықтыруы болатынын аламыз. Осылайша, $E_n(T)$ әлсіз толықтырылу.

2) =>1) дәлелдейік. Егер $E_n(Fr(X))$ әлсіз толықтыруы болса, онда $Fr(X)$ теориясының модельді компанионы бар болады. Онда $Fr(X)$ теориясы кемел және оның моделінің компаньоны $Fr^*(X)$ болады. Сондықтанда, $Fr^*(X)$ теориясы модельді толық. Сонымен, 1)-2) эквивалентті.

1)-ден 3) бойынша дәлелдейік. Айталық $Fr(X)$ кемел болсын. Онда T йонсондық теориясы кемел және $Fr(X)$ теориясының модельді компаньоны бар болады. Теоремаға сәйкес йонсондық теорияның модельді компаньоны оның модельді толықтырылуы болып табылады. Онда, T теориясының кемелділігінен $E_n(Fr(X))$ -Стоун алгебрасы болады.

3) =>1) дәлелдейік. Егер де $E_n(Fr(X))$ -Стоун алгебрасы болса, онда T модельді компаньонға ие және де теорема бойынша T кемел.

Келесі теоремада формулалар торы терминдерінде йонсондық теорияның йонсондық центрлер үшін қажетті және жеткілікті шарттары бар.

Теорема 2. T -экзистенциалды жай йосондық теория, $X - T$ теориясының йонсондық жиыны олсын. Онда келесі шарттар эквивалентті:

1) T^* – йонсондық теория. $Fr^*(X)$ -йонсондық теория,

2) әрбір $\varphi^T \in E_n(Fr(X))$ кванторсыз әлсіз толықтыруға ие.

Дәлелдемелер үшін келесідей факті қажет:

Факт (*). [11] Егер де T^M модельді компаньоны анықталған болса, онда модельді компаньоны де анықталған $(T_\forall)^M$ және $T^M = (T_\forall)^M$ тең.

Дәлелдеуі.

Айтарлық $Fr(X)$ йонсондық жиынның фрагменті болсын.

1)-ден 2) дәлелдейік $Fr(X)$– йонсондық теория болсын, онда оның центрі $Fr^*(X) = Th(C)$ және $Fr(X)$ йонсондық теорияны қарастырамыз. Онда [11] $Fr(X)$ теориясы кемел болып табылады. Онда $Fr(X)$ модельді компаньонға ие және $Fr^*(X)$ - $Fr(X)$ теориясының модельді толықтыруы болып табылады. $Fr(X)$ теориясының кемелдігіне қарай, $Fr_\forall(X)$-Т теориясының барлық универсалды қорытындысы болып табылады. Демек, $E_n(Fr(X)) \subset E_n(Fr^*(X))$ болсын. Онда сәйкесінше $\varphi^T \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруға ие.

2)–ден 1) дәлелдейік. Әрбір Әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруға ие болсын. Онда әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз толықтыруға ие, яғни $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз толықтыру болады. Яғни [11] Дереккөзден шығатыны T^* – йонсондық теория болып табылады.

Б) Айтарлық $Fr(X)$ йонсондық теория емес болсын.

1. 1)-ден 2) дәлелдейік. $Fr^*(X)$– йонсондық теория болсын, онда $E_{Fr^*(X)} = ModFr^*(X)$. Осыдан біз, $E_{Fr^*(X)}$ - $ModFr^*(X)$ қамтитынын көреміз. Бірақ біз $Fr^0(X) = \left(E_{Fr(X)}\right)$ Кейзер қабықшасы болатынын білеміз, осыдан шығатыны $ModFr^0(X) = E_{Fr(X)} = ModFr(X)$ бізге белгілі. Осыдан біз $Fr(X)$ теориясы кемел болатынын көрдік. Демек, 1 теорема бойынша әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруы бар. Онда, әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруы барын көрдік. Әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруға ие болсын. Онда, әрбір $\varphi \in E_n(Fr(X))$ әлсіз кванторсыз толықтыруға ие әлсіз толықтыруы болады. Онда 2-теорема бойынша $Fr(X)$ теориясы кемел болады. Демек, $Fr^*(X)$ теориясында кемел. Бұл дегеніміз $Fr^*(X)$ теория екенін білдіреді.

Осылайша, теорема дәлелденді.

Пайданылған әдебиеттер тізімі:

1 *Volker Weispfenning. The model-theoretic significance of complemented existential formulas. - The Journal of Symbolic Logic, Volume 46, Number 4, Dec. 1981, p.p. 843 – 849.*

2 *Мустафин Т.Г. Обобщенные условия Йонсона и описание обобщенно-йонсоновских теорий булевых алгебр. - Математические труды, Новосибирск, Изд. Инстит. Мат., 1998, т.1, №2, с.135-197.*

3 *Ешкеев А.Р., Оспанов Р.М. Связь йонсоновских теорий с теоремой Линдстрема. - Труды V-Казахско-Французского коллоквиума по теории моделей. Сборник научных трудов. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2001, стр. 65-75.*

4 *Ешкеев А.Р., Оспанов Р.М. Йонсоновские теории и их компаньоны. - Материалы 10-й Межвузовской конференции по математике и механике. – т. 1, - Алматы: 2005. – с. 185-190.*

5 *Ешкеев А.Р., Оспанов Р.М. Некоторые свойства решетки формул йонсоновских теорий. - Международная конференция «Проблемы современной математики и механики», Алматы, 20-22 сентября, 2005, с.134.*

6 *Справочная книга по математической логике: В 4-х частях/ Под ред. Дж.Барвайса.-Ч.1. Теория моделей: пер. с англ. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982 г., с. 126.*

7 *Кейслер, Чэн. Теория моделей. – пер. с англ., М., Мир, 1977.*

8 *Биркгоф Г. Теория решеток. – пер. с англ. Салий В.Н., М.:Наука, 1984.*

9 *A.Macintyre. Model-completeness for sheaves of structures. – Fundamenta Mathematicae, vol.81 (1973), pp.73-89.*

10 Yerulan Mustafin. Quelques proprietes des theories de Jonsson. - The Journal of Symbolic Logic, Volume 67, Number 2, June 2002, p.p. 528 – 536.

11 Ешкеев А.Р., Касыметова М.Т. «Йонсоновские теории и их классы моделей» монография-Караганда: Изд-во КарГУ, 2016-370 б. монография

12 Ешкеев А.Р., Шаматаева Н.К. Дөңес экзистенционалды жай йонсондық теориялардың компьондарының қасиеттері//Хабаршы-Вестник Абай атындағы ҚазҰПУ .физ.мат.сер.-2016. -№3 (55).-Б. 77-83.

УДК 517.938
ГРНТИ 27.37.17

A.A. Kabidoldanova[1], A.K. Kalibekova[2]

[1] Cand. Sci.(Phys-Math), Acting Associate Professor of the Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2] Student of Master Programme in Mathematics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

AN ITERATIVE METHOD FOR CONVEX OPTIMIZATION

Abstract

In this work an algorithm for solving convex programming problem is proposed. The specific feature of the considered problem is that its constrains contain only linear equalities. This feature is a basis for the replacement the nonlinear objective function in the neighborhood of the tested point by a linear one, due to what solving an original problem is reduced to sequential solving linear programming problem. The obtained linear programming problem is solved by sequential correction the value of a objective function on the set of admissible solution and an admissible as well as optimal solutions are found. Further values of an objective function at the found admissible and optimal points are calculated and an auxiliary approach is determined. The next approach is defined as a convex combination of a previous and an auxiliary approach. Note that unlike the Lagrange multipliers method the developed method is applied to problems with the Lagrange function which hasn't saddle point. The work contains a description of the method, a proof of its convergence, scheme of algorithm.

Key words: convex programming, linear constrains, linearization, admissible point, auxiliary approximation, optimal solution, optimization problem.

Аннотация

А.А. Кабидолданова[1], А.Қ. Қалибекова[2]
[1] к.ф.-м.н., и.о. доцента Казахского национального университета им. аль-Фараби
[2] магистрант Казахского национального университета им. аль-Фараби

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД ДЛЯ ВЫПУКЛОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В данной работе предлагается подход к решению задачи выпуклого программирования. Характерной особенностью рассматриваемой задачи является то, что ее система ограничений содержит только линейные равенства. Эта особенность является основой для замены в окрестности исследуемой точки нелинейной целевой функции функцией линейной, благодаря чему решение исходной задачи сводится к последовательному решению задач линейного программирования. Полученная задача линейного программирования решается путем корректировки значения целевой функции на множестве допустимых решений и определяются допустимые и оптимальное решения. Далее вычисляются и сравниваются значения исходной целевой функции в найденных допустимых и оптимальной точках и определяется вспомогательное приближение. Следующее приближение определяется как выпуклая комбинация предыдущего и вспомогательного приближений. Следует отметить, что, в отличие от метода множителей Лагранжа, разработанный метод может быть применен и к задачам, для которых соответствующая функция Лагранжа не имеет седловой точки. Работа содержит описание метода, обоснование его сходимости, схемы алгоритмов и результаты экспериментов.

Ключевые слова: выпуклое программирование, линейные ограничения, линеаризация, допустимое решение, вспомогательное приближение, оптимальное решение, оптимизационная задача.

Аңдатпа

А.А. Кабидолданова[1], А.Қ. Қалибекова[2]

ДӨҢЕС ТИІМДІЛЕУ ҮШІН ИТЕРАЦИЯЛЫҚ ӘДІС

[1] ф.-м.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доцент міндетін атқарушысы
[2] әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің 2- курс магистранты

Жұмыста дөңес программалау есебін шешу жолы ұсынылады. Қарастырылып отырған есептің ерекшелігі оның шектеулерінің жүйесі тек сызықты теңдіктерден тұратындығында. Осы ерекшелігі сызықты емес мақсатты функцияны зерттеліп отырған нүктенің маңайында сызықты функциямен ауыстыруға негіз болып табылады. Нәтижесінде қойылған есеп сызықты программалау есептерін шешуге әкелінеді. Алынған есеп сызықты программалау есебі мүмкін болатын шешімдердің жиынында мақсатты функцияның мәнін түзету аркылы шешіліп, мүмкін болатын және тиімді шешімдер табылады. Табылған мүмкін болатын және тиімді нүктелерде максатты функцияның мәндері есептеліп, көмекші жуықтау анықталады. Келесі жуықтау алдынғы және көмекші жуықтаулардың комбинациясы ретінде анықталады. Лагранж көбейткіштері әдісімен салыстырғанда ұсынылып отырған әдіспен сәйкес Лагранж функциясының қайқы нүктесі жоқ болатын есептерді де шешуге болады. Жұмыста әдістің сипаттамасы, оның жинақталуының дәлелдеуі, алгоритмдер келтірілген.

Түйін сөздер: дөңес программалау, сызықты шектеулер, линеаризациялау, мүмкін болатын шешім, көмекші жуықтау, тиімді шешім, тиімділеу есебі.

1. Introduction

The problems of mathematical programming are used in various fields of human activity where it is necessary to choose one of the possible modes of action (action programs). For example, in solving problems of management and planning of production processes, designing and prospective planning, in military affairs, etc. Section of mathematical programming, where problems with nonlinear objective function and (or), when at least one of the functions of the constraint system is nonlinear, is called nonlinear programming. Methods of non-linear programming have been widely used in the calculation of economically viable parties for launching components into production, in determining the economically advantageous supply line, the delivery set, the size of the reserves, the distribution of limited resources, the location of the productive forces, in the tare economy, in solving many production and economic tasks, etc. A wide class of mathematical programming problems is related to the minimization of convex functions of several variables defined on a convex set. Such problems are called convex programming problems. The method of Lagrange multipliers is a classical method for solving mathematical programming problems (in particular convex problems). Unfortunately, in the practical application of the method, considerable computational difficulties can occur, narrowing the field of its use [3]. The solution of the problem by the Lagrange method is obtained at the price of an increase in its dimension due to the introduction of indefinite Lagrange multipliers, the number of which is equal to the number of coupling equations. Therefore, with increasing number of variables and constraints, it is expediently to proceed to numerical methods of mathematical programming. In addition, the method of Lagrange multipliers reduces the solution of the original problem to the search for a saddle point of the Lagrange function. However, there are problems of non-linear programming that have a solution, but their Lagrange function does not have saddle points.

In recent years, a large number of papers devoted to numerical methods for solving mathematical programming problems, based on the construction of modified Lagrange functions, have appeared. The method of modified Lagrange functions makes it possible to extend the scope of the Lagrange multiplier method and has as its goal to improve the efficiency of computational processes for finding saddle points. However, just as the classical Lagrange multiplier method, for solvable problems, the corresponding modified Lagrange functions of which do not have saddle points, this method is not applicable. The numerical realization of the method of modified Lagrange functions involves the calculation of second derivatives that are not defined everywhere for many known modified Lagrange functions [4]. The method of gradient projection is applied on a set of such a type that the problem of finding the projection of a point is simple enough from the point of view of its numerical realization, since the solution of this problem determines the direction of descent. In the methods of penalty and barrier functions, the objective function is replaced by some generalized function whose values coincide with the values of the original function inside the admissible region, but when approaching the boundary of the domain, and even more so when leaving it sharply increase due to the second term of the generalized function. The search for a minimum point by the methods of penalty and barrier functions becomes more complicated if the extremum is reached at the boundary of the domain. Since the values of the generalized function as they approach the boundary of the domain are determined mainly by the magnitude of the second term, the extremum can not always be calculated with a given accuracy [3]. Attempts have been made to construct penalty functions, the parameters of which remain finite. Unfortunately, such penalty functions, as a rule, are either non-differentiable [5-7], or only locally differentiate [8];their use often does not make it possible to reduce the solution of the minimization problem with constraints to solving problems of unconditional minimization and is associated with the need to find a stationary or saddle point for a given penalty function [9-14]. A modification of the method of logarithmic barrier functions, based on the idea of a parametric displacement of the constraints of the original problem, was proposed.

It is known that the most common algorithmic apparatus of linear programming is the simplex method developed by J. Dancing [15]. The simplex method is simple for both mathematical intuitive understanding and implementation. The disadvantage of the simplex method is its sensitivity to the degeneracy of the problem, which can lead to an infinite number of iterations and the impossibility of constructing a sequence of control actions. System of solvability constraints and construction of a solution to the linear programming problem, developed by S.A. Aisagaliev [2], can be applied to both degenerate and non-degenerate linear programming problems.

2. Statement of the problem

Consider the problem of the following form

$$J(u) \to \inf \tag{1}$$

$$u \in U = \{U \in R^n \,/\, u \in U_0, g(u) = Au - b = 0\} \tag{2}$$

where $J(u) \in C^1(U_0)$ is a convex function, defined on a convex set $U_0, b \in R^m$ is a given vector, A is a given matrix of order $m \times n, U_0 = u \in R^n \,/\, u_j \geq 0, j \in I, I \subset \{1, 2, \ldots, n\}$.

Let $u_0 \in U$ be an arbitrary point. Define auxiliary approach $\bar{u}_k \in U, k = 0,1,2,..$from the condition

$$J(\bar{u}_k) = \min J(u_{dk}^m)\,,\ m = 0,1,2,\ldots, \tag{3}$$

where $u_{dk}^m, m = 0,1,2,..,$ are admissible solutions of

$$J_k(u) = \langle J'(u_k), u - u_k \rangle \to \inf, u \in U. \tag{4}$$

Note, that among admissible solutions $u_{dk}^m, m = 0,1,2,..$of the problem (4) there are also its optimal solutions.

Next approximation is constructed by the formula

$$u_{k+1} = u_k + \alpha_k(\bar{u}_k - u_k), \tag{5}$$

here α_k is defined from the condition

$$f_k(\alpha_k) = \min f_k(\alpha), \alpha \in [0, 1], f_k(\alpha) = J(u_k + \alpha(\bar{u}_k - u_k)). \tag{6}$$

3. Determination of the auxiliary approach

As it follows from (3), for determining auxiliary approach $\bar{u}_k \in U,\ k = 0,1,2,..,$it is necessary to find admissible solutions$u_{dk}^m,\ m = 0,1,2,..,$of the problem (4). Admissible solutions of the problem (4) are points of set U .

3.1. Optimization problem

Problem (4) is solved by reducing it to the problem of the following form

$$J_{1k}(u, \gamma) = [J_k(u) - \gamma]^2 + [Au - b]^* [Au - b] \to \inf, \tag{7}$$

$$u \in U_0, \gamma \in \Gamma_k, \Gamma_k = \{\gamma \in R^1 \,/\, \gamma \leq \gamma_{dk}\}, \tag{8}$$

here $\gamma_{dk} = J_k(u_d), u_d \in U$ is arbitrary point.

Consider the problem (7), (8) for fixed values of k and $\gamma = \bar{\gamma}_k \in \Gamma_k$. Now the problem (7), (8) has the form

$$F(u) = J_{1k}(u, \bar{\gamma}_k) = [J_k(u) - \bar{\gamma}_k]^2 + [Au - b]^* [Au - b] \to \inf, \tag{9}$$

$$u \in U_0\,. \tag{10}$$

Lemma 1. *Let* $\inf\limits_{u \in U_0} F(u) = F(u_{dk}) = 0.$ *Then* $u_{dk} \in U_0$ *are admissible solutions of the problem (4).*

Proof. Let $\inf\limits_{u \in U_0} F(u) = F(u_{dk}) = 0$, i.e. $[J_k(u_{dk}) - \bar{\gamma}_k]^2 + [Au_{dk} - b]^* [Au_{dk} - b] = 0, u_{dk} \in U_0$. It follows from this that $J_k(u_{dk}) = \bar{\gamma}_k$, $Au_{dk} = b, u_{dk} \in U_0$. That is $u_{dk} \in U$. In other words, u_{dk} is an admissible solution of problem (4). Lemma is proved.

As it follows from lemma 1, to construct admissible solutions of the problem (4) it is necessary to solve the problem (7), (8) for different values of $\bar{\gamma}_k$ and determine such values of $(u, \bar{\gamma}_k)$, in which $\inf\limits_{u \in U_0} J_{1k}(u, \bar{\gamma}_k) = \inf\limits_{u \in U_0} F(u) = 0.$ If $\inf\limits_{u \in U_0} J_{1k}(u, \bar{\gamma}_k) = \inf\limits_{u \in U_0} F(u) > 0$, then there is no any point on the set U, which gives the objective function $J_k(u)$ the given value $\bar{\gamma}_k$.

3.2. Properties of auxiliary objective functions

Lemma 2. *The function $F(u)$ is convex on the convex set U_0.*

Proof. We note, that the set U_0 is convex ,i.e. $\alpha u^1 + (1-\alpha)u^2 \in U_0 \quad \forall u_1, u_2 \in U_0, \quad \alpha \in [0,1]$.The function $F(u) \in C^2(U_0)$, partial derivatives

$$F'(u) = 2J'(u_k)[J_k(u) - \bar{\gamma}_k] + 2A^*[Au - b],$$

$$F''(u) = 2J'(u_k)(J'(u_k))^* + 2A^*A \geq 0.$$

Then, according to convexity criterion for smooth functions on a convex set, function $F(u)$ is convex on U_0. The lemma is proved.

Lemma 3. *Derivative*

$$F'(u) = 2J'(u_k)[J_k(u) - \bar{\gamma}_k] + 2A^*[Au - b] \tag{11}$$

satisfies the Lipschitz condition on the set U_0, i.e.

$$|F'(u) - F'(v)| \leq L|u - v|, \ \forall u, v \in U_0, \ L = const > 0. \tag{12}$$

Proof. Derivate $F'(u)$ can be represented in the form $F'(u) = S_k u + d_k$, where $S_k = 2[J'(u_k)(J'(u_k))^* + A^*A]$, $d_k = -2\left[J'(u_k)(J'(u_k))^* u_k + J'(u_k)\bar{\gamma}_k + A^*b\right]$. Then

$$|F'(u) - F'(v)| = |S_k u + d_k - S_k v - d_k| = |S_k(u - v)| \leq L|u - v|,$$

where $L = \|S_k\|$. The lemma is proved.

3.3. Solution of optimization problem

To solve the problem (9), (10) on the base of formulas (11), (12) construct $\{u_n\}$ by the following rule

$$u_{n+1} = P_{U_0}\left[u_n - F'(u_n)\right],$$

$$0 < \varepsilon_0 \leq \alpha_n \leq \frac{2}{l + 2\varepsilon_1}, \quad \varepsilon_1 > 0, \tag{13}$$

here l is the Lipschitz constant from (12).

Theorem 1. *Let the sequence $\{u_n\} \subset U_0$ be defined by the formula (13), the set $M(u_0) = \{u \in U_0 / F(u) \leq F(u_0)\}$ be bounded. Then*

1) *the sequence $\{u_n\} \subset M(u_0)$ is minimizing, i.e.*

$$\lim_{n\to\infty} F(u_n) = F_* = \inf_{u \in U_0} F(u);$$

2) *the sequence $\{u_n\} \subset U_0$ converges to the set $U_{0*}, U_{0*} = \{u_* \in R^n / F(u_*) = \min_{u \in U_0} F(u)\} \neq \varnothing$ i.e. for $u_n \to \infty, u_* \in U_{0*}$;*

3) *convergence rate estimation*

$$0 \leq F(u_n) - F_* \leq \frac{c^2}{\varepsilon_1} \cdot \frac{1}{n}, \tag{14}$$

where $c = \sup_{u \in M(u_0)} |F'(u)| + \frac{1}{\varepsilon_0}\bar{d}, \quad \bar{d}$ *is a diameter of the set* $M(u_0)$.

Proof. As $u_{n+1} \in U_0$ is the projection of the point $u_n - \alpha_n F(u_n) \in R^n$, then $\langle u_{n+1} - u_n + \alpha_n F'(u_n), u - u_{n+1} \rangle \geq 0, \forall u, u \in U_0$. It follows from this that

$$\langle F'(u_n), u - u_{n+1} \rangle \geq \frac{1}{\alpha_n}\langle u_n - u_{n+1}, u - u_{n+1} \rangle, \forall u, u \in U_0, \ n = 0,1,2,.... \tag{15}$$

As the function $F(u) \in C^{1,1}(U_0)$, then the following inequality holds

$$F(u_n) - F(u_{n+1}) \geq \langle F'(u_n), u_n - u_{n+1} \rangle - \frac{L}{2}|u_n - u_{n+1}|^2, \forall u_n, u_{n+1} \in U_0 \tag{16}$$

From (15), (16) and taking into account $0 \leq \varepsilon_0 \leq \alpha_n \leq 2/(L + 2\varepsilon_1)$, we have

$$F(u_n) - F(u_{n+1}) \geq \left(\frac{1}{\alpha_n} - \frac{L}{2}\right)|u_n - u_{n+1}|^2 \geq \varepsilon_1 |u_n - u_{n+1}|^2,$$

(17)

$\varepsilon_1 > 0, \forall u_n, u_{n+1} \in U_0$, $n = 0,1,2,\ldots$.

It follows from (17), that numerical sequence $\{F(u_n)\}$ strictly decreases and it converges due to the fact that the function $F(u) \geq 0, \forall u, u \in U_0$ is bounded below i.e. $\lim\limits_{n\to 0}[F(u_n) - F(u_{n+1})] = 0$ and from (17) we have $|u_n - u_{n+1}| \to 0$ as $n \to \infty$. The set $M(u_0)$ is compact, $\{u_n\} \subset M(u_0)$ due to the fact that $F(u_{n+1}) < F(u_n) < \ldots < F(u_1) \leq F(u_0)$, where $u_0 \in V$ is a starting point for sequence $\{u_n\} \subset U_0$. The set $U_{0*} \subset M(u_0)$ and the function $F(u)$ attains its infimum on the set $M(u_0)$. Consequently, $U_{0*} \neq \varnothing$. It is easy to see that the set $M(u_0)$ is convex.

Let us show that the sequence $\{u_n\} \subset M(u_0)$ is minimizing. As the function $F(u) \in C^1(M(u_0))$ is convex on the convex set $M(u_0)$, then the following inequality holds necessarily and sufficiently

$$F(u) - F(\varpi) \geq \langle F'(\varpi), u - \varpi \rangle, \ \forall u, \varpi \in M(u_0).$$

This implies

$$F(\varpi) - F(u) \geq \langle F'(\varpi), \varpi - u \rangle, \ \forall u, \varpi \in M(u_0). \tag{18}$$

From (18), in particular , when $u = u_* \in M(u_0), \varpi = u_n \in M(u_0)$ we have

$$0 \leq F(u_n) - F(u_*) \leq \langle F'(u_n), u_n - u_* \rangle = \langle F'(u_n), u_n - u_{n+1} \rangle - \langle F'(u_n), u_{n+1} - u_* \rangle \leq$$

$$\leq \langle F'(u_n), u_n - u_{n+1} \rangle - \frac{1}{\alpha_n} \langle u_n - u_{n+1}, u_* - u_{n+1} \rangle,$$

by inequality (15). Therefore

$$0 \leq a_n = F(u_n) - F(u_*) \leq \left\langle F'(u_n) - \frac{1}{\alpha_n}(u_* - u_{n+1}), u_n - u_{n+1} \right\rangle \leq$$

$$\leq \left| F'(u_n) - \frac{1}{\alpha_n}(u_* - u_{n+1}) \right| |u_n - u_{n+1}| \leq \left(\sup_{u \in M(u_0)} |F'(u)| + \frac{\bar{d}}{\varepsilon_0} \right) |u_n - u_{n+1}| = c|u_n - u_{n+1}|.$$

As it has been proved $|u_n - u_{n+1}| \to 0$ for $n \to \infty$, hence, $\lim\limits_{n\to\infty} F(u_n) = F_*$. Which means, that the sequence $\{u_n\}$ is minimizing and by a compactness of the set $M(u_0)$ and continuity of $F(u)$ on $M(u_0)$ all limit points $u_n \subset M(u_0)$ belong to the set $U_{0*} \subset M(u_0)$. It follows from the inequality $0 \leq a_n = F(u_n) - F_* \leq c|u_n - u_{n+1}|, F(u_n) - F(u_{n+1}) \geq \varepsilon_1 |u_n - u_{n+1}|^2$ the estimation (14) holds. The theorem is proved.

1.4. Algorithm for construction an auxiliary approximation

1. Given tolerances $\delta > 0$ and $\varepsilon > 0$;
2. Input the point $u_k \in U$;
3. Select an arbitrary element of the set U, let us denote it by u_{dk}^0. Calculate the value $\gamma_{dk} := J_k(u_{dk}^0) = \langle J'(u_k), u_{dk}^0 - u_k \rangle$;
4. Define the step (for example we can chose $\Delta\gamma := |\gamma_{dk}|/2$. If $\gamma_{dk} = 0$, then $\Delta\gamma := 1$);
5. $b := \gamma_{dk}$, $i = 0$, $m = 1$;
6. $\bar{\gamma}_k := b - \Delta\gamma$ and solve the problem (9), (10); As result we will have $\inf\limits_{u \in U_0} F(u) = F_{u_{dk}} = F_*$
7. If $F_* > \varepsilon$, then $i := i + 1$, $a = \bar{\gamma}_k$;
   If F_*, then $b := \bar{\gamma}_k$, $m = m + 1$, $u_{dk}^0 := u_{dk}$;
   If $i > 0$, then $\Delta\gamma := (b - a)/2$;
8. If $\Delta\gamma > \delta$, then go to step 5;
9. Evaluate $J(u_{dk}^m)$, $m = 1,2,\ldots$and define $J(u_{dk}^*) = \min\limits_{m=1,2,\ldots} J(u_{dk}^m)$; $\bar{u}_k := u_{dk}^*$ is an auxiliary approach.

4. Convergence of the sequence

So, an auxiliary approach $\bar{u}_k \in U, k = 0,1,,2,\ldots$ is constructed by the foregoing algorithm, and stepsize of the method $u_k, k = 0,1,,2,\ldots$can be defined by using one of minimization methods for functions of one variable. Then by the rule (5) every element of the sequence u_k is calculated. The next theorem answers to the question about convergence of the given sequence to the solution of original problem (1), (2).

Theorem 2. *If the function* $J(u)\in C^{1,1}(U_0)$ *is convex on the set* U_0, *the sequence* $\{u_k\}$ *is defined by formulaes (5),(6), (3), the sequence* $\{u_k\}$ *is minimizing and any its limit point belongs to the set* U_*. *The following estimation holds*

$$J(u_k)-J_*\le\frac{c}{n},\quad n=1,2,..., \tag{19}$$

Proof.

$$J(u_k)-J(u_{k+1})\ge J(u_k)-J(u_k+\alpha(\bar{u}_k-u_k))\ge\alpha\langle J'(u_k),\bar{u}_k-u_k\rangle-\frac{\alpha^2}{2}L|\bar{u}_k-u_k|^2=$$

$$=\alpha J_k(\bar{u}_k)-\frac{\alpha^2}{2}L|\bar{u}_k-u_k|^2\ge\alpha\inf_{u\in U}J_k(u)-\frac{\alpha^2}{2}L|\bar{u}_k-u_k|^2=$$

$$\alpha J_k(\bar{u}_k^*)-\frac{\alpha^2}{2}LD^2\ge\alpha|J_k(\bar{u}_k^*)|-\frac{\alpha^2}{2}LD^2 \tag{20}$$

As $J_k(\bar{u}_k^*)\le 0=J_k(u_k)$ due to fact that $J_k(\bar{u}_k^*)=\inf\limits_{u\in U}J_k(u)\le J_k(u),\ \forall u\in U$.

$$0\le|J_k(\bar{u}_k^*)|\le\frac{\alpha^2}{2}LD^2+\frac{J(u_k)-J(u_{k+1})}{\alpha},\quad 0<\alpha\le 1,\quad n=0,1,2,... \tag{21}$$

Note, that since $f_k(\alpha_k)\le f_k(\alpha), 0\le\alpha\le 1,$ we have $f_k(\alpha_k)\le f_k(0)$ As $f_k(\alpha_k)=J(u_{k+1}),\ f_k(0)=J(u_k)$, the inequality $J(u_{k+1})\le J(u_k)$ holds. This means, that the sequence $\{J(u_k)\}$ is non-increasing due to the fact that the set $U_*\ne\varnothing,\ J(u_k)\ge J_*$. This implies, that $\{J(u_k)\}$ converges, i.e. $J(u_k)-J(u_{k+1})\to 0$ for $k\to\infty$. Now, letting $k\to\infty$, from (21) we have

$$0\le\varliminf_{k\to\infty}|J_k(\bar{u}_k^*)|\le\varlimsup_{k\to\infty}|J_k(\bar{u}_k^*)|\le\frac{\alpha}{2}LD^2,\ 0<\alpha\le 1.$$

Then for $\alpha\to 0$ we get $J_k(\bar{u}_k^*)\to 0$ as $k\to\infty$.

Since the function $J(u)\in C^{1,1}(U_0)$ is convex on the convex set U_0, it is necessary and sufficient to have $J(u)-J(v)\ge\langle J'(v),u-v\rangle,\ \forall u,v\in U_0$.

In particular, taking $v=u_k, u=u_*$, where $u_*\in U_*$,

$$0\le J(u_k)-J(u_*)\le\langle J'(u_k),u_k-u_*\rangle=-J_k(u_*)\le -J_k(\bar{u}_k^*),\ k=1,2,... \tag{22}$$

Then taking into account $J_k(\bar{u}_k^*)\to 0$ for $k\to\infty$ we obtain $\lim\limits_{k\to\infty}J(u_k)=J_*=J(u_*)$. This means, that the sequence $\{u_k\}$ is minimizing.

Let us prove that (19) holds. We denote $a_k=J(u_k)-J_*$. Now the inequality (20), (22)

$$a_k\le -J_k(\bar{u}_k^*),\quad a_k-a_{k+1}\ge\alpha|J_k(\bar{u}_k^*)|-\frac{\alpha^2}{2}LD^2,\quad 0\le\alpha\le 1,\quad k=1,2,... \tag{23}$$

Note that maximum of the function $\alpha|J_k(\bar{u}_k^*)|-\frac{\alpha^2}{2}LD^2$ with respect to α attained at $\alpha=\bar{\alpha}=|J_k(\bar{u}_k^*)|/LD^2$, and for $k\ge k_0$ the value $0\le\bar{\alpha}\le 1$ as $|J_k(\bar{u}_k^*)|\to 0$ for $k\to\infty$. Substituting the value $\bar{\alpha}$ for α in (23), we get

$$a_k\le -J_k(\bar{u}_k^*),\quad a_k-a_{k+1}\ge|J_k(\bar{u}_k^*)|^2\frac{1}{2LD^2},\quad k\ge k_0 \tag{24}$$

It follows from this, that

$$a_k-a_{k+1}\ge a_k{}^2/2LD^2,\quad k\ge k_0.$$

Then by the lemma about numerical sequence the following estimation holds

$$a_k\le\frac{2LD^2(k_0+1)}{k},\quad k\ge k_0.$$

This implies that there exists the constant $c=2LD^2(k_0+1)>0$ such that the estimation (19) holds.

5. Algorithm of problem solving

1. Given tolerances $\delta > 0$ and $\varepsilon > 0$;
2. $k := 0$;
3. Select an arbitrary element u_k of the set U ;
4. If $\|J'(u_k)\| < \varepsilon$, then go to step 9;
5. Construct an auxiliary approach $\bar{u}_k \in U$ by algorithm 1;
6. Define $\alpha_k \in [0,1]$ by solving the problem 6;
7. Construct the next approximation $u_{k+1} = u_k + \alpha_k (\bar{u}_k - u_k)$;
8. If $\|u_{k+1} - u_k\| \geq \varepsilon$, then $k := k+1$ and go to step 5;
9. The iterative process is terminated: u_k is a minimum point, $J(u_k)$ is a minimal value.

Conclusion

An approach to optimization the value of a convex function on a convex set given by linear equalities, based on approximation the convex programming problem by a sequence of linear programming problems has been considered in the presented work. For this convex objective function is approximated by a linear function. Further, the linear programming problem is solved by adjusting the value of the objective function on the set of admissible solutions. It should be noted that, in contrast to the method of Lagrange multipliers, the developed method can be applied to problems for which the corresponding Lagrange function does not have a saddle point. In addition, the method used to solve obtained linear programming problem also allows to solve degenerate problems. Substantiation of the method, description of the algorithm for solving auxiliary problem and the basic problem are proposed. Numerical calculations have showed the operability of the described approach.

References

1 Vasiliev F. P. Chislennye metody resheniya ekstremalnyh zadach. – M.: Nauka, 1988. –552 s.

2 Aisagaliev S. A., Aisagaliev Zh. K. Issledovanie po matematicheskomu programmirovaniiu // Vestnik KazNU. Ser. mat., meh., inf. –2013. – № 2(77). –S. 4-20.

3 Kuznecov A. V., Sakovich A. V., Holod N. I. Vysshaya matematika. Matematicheskoe programmirovanie. – Minsk: Vysheishaya shkola, 1973. – 470 s.

4 Karmanov V. G. Matematicheskoe programmirovanie. – M.: FIZMATLIT, 2004. – 264 s.

5 John C. Chambers, S. K. Mullick, and D. Smith How to Choose the Right Forecasting Technique // Harvard Business Review. – 1971. – P. 45-74.

6 Egan M. Interfaces Between Tourism and outdoor Recreation // Paper presented at the Western Economic Association Annual Conference. – San Diego, California, 1975.

7 Holman M.A. A National Time - Budget for Year 2000 // Sociology and Social Res., 42,1. – 1961.

8 Burd O.R., Brewer D. Estimation of Net Social Benefits from Outdor Recreation // Econometrica. – 9, N 5. – P. 813-827.

9 Gearing C. E. Determining the Optimal Investment policy for the Tourism sector of a Developing Country // Management Sci, Part I. – 1973. – 20, N 4. – P. 487-497.

10 Gearing C. E. Establishing a Measure of Touristic Attractiveness // J. travel Res., XII. – 1974. – N 4(1-8).

11 Gearing C. E. A Multi-Period Planning Model for Tourism Development // Paper presented at the TIMS XXII International Meeting. – Kyoto, Japan, 1975.

12 Gearing C. E. Planning for Tourism Development: Quantitative Approaches, Praeger Publishers. – New York, 1976.

13 Arcger B. H. The Primary and Secondary Beneficiaries of Touristspending // Tourist Rev., 27. – 1972. – P. 42-45.

14 Crampon L. J. Factors Influencing Travel Flow into and within the Pacific Basin // Paper presented at the ORSA/TIMS Joint national Meeting. – San Juan, Puerto Rico, 1974. – P. 16-18.

15 Danzig J. B. Lineinoe programmirovanie, ego primeneniya i obobsheniya. (Linear programming and Extensions, 1963) Perevod s angliskogo G. N. Andrianova, L. I. Gorkogo, A. A. Korbuta, A. N. Lyapunova. Obshaya redakciya i predislovie N. N. Vorobego. – Moskva: Izd-vo Progress, 1966.

УДК 51:37.016
ГРНТИ 27.01.45

С.Е. Касенов[1]*, Г.Е. Касенова*[2]*, А.В. Халиева*[3]*, Б.М. Иманбаев*[4]

[1]*PhD доктор, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*мұғалім, Көпсалалы №3 мектеп-гимназия, Өскемен қ., Қазақстан*
[3]*мұғалім, Назарбаев зияткерлік мектебі, Алматы қ., Қазақстан*
[4]*магистр, оқытушы, ҚР ІІМ Алматы академиясы, Алматы қ., Қазақстан*

ТРИГОНОМЕТРИЯ АЛГЕБРАҒА КӨМЕКТЕСЕДІ

Аңдатпа

Есеп шығару оқу үрдісінің маңызды бөлігі. Ол кезде оқушылар математиканың теориясын меңгереді және логикалық ойлауы мен шығармашылық қабілеттері дами түседі. Математиканы оқыту кезінде оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту үшін күрделі және стандартты емес есептерді шешу болып табылады. Математика бойынша күрделі есептерді шешу көбінде оларды шешу шеберлігіне, түрлендіру тәсілдеріне және оларды шешу әдістеріне тәуелді болады.

Мақалада алгебра пәнінде кездесетін стандартты емес есептер қарастырылады. Стандартты емес есептерді шешудің көп қолданылатын әдістерінің бірі айнымалыны ауыстыру әдісі. Мақалада айнымалыны ауыстыру әдісінің жалпы теориясына тоқтала отырып, тригонометриялық аламастыру көмегімен есептерді шешу жолдары көрсетілген.

Түйін сөздер: Стандартты емес есептер, тригонометрия, алгебра, айнымалыны ауыстыру, тригонометриялық алмастыру, теңдеу.

Аннотация

С.Е. Касенов[1]*, Г.Е. Касенова*[2]*, А.В. Халиева*[3]*, Б.М. Иманбаев*[4]

ТРИГОНОМЕТРИЯ ПОМОГАЕТ АЛГЕБРЕ

[1]*PhD доктор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,г. Алматы, Казахстан*
[2]*учитель, Многопрофильная школа-гимназия № 3, г.Усть-Каменогорск, Қазақстан*
[3]*учитель, Назарбаев интеллектуальная школа, г. Алматы, Казахстан*
[4]*магистр, преподаватель, Алматинская академия МВД РК, г. Алматы, Казахстан*

Решение задач является важнейшим видом учебной деятельности, в процессе которой учащимися усваивается математическая теория и развиваются логическое мышление и творческие способности. Для развития творческих способностей учащихся наиболее ценными являются сложные и нестандартные задачи. Решение сложных задач по математике во многом зависит от опыта их решения, от степени овладения методами их решения и техникой преобразований.

В данной работе рассматривается нестандартные задачи, которые встречаются в алгебре. Метод замена переменных применяется при решении самых различных нестандартных задач. В статье рассмотрено общая положения замена переменных и показано решение различных задач с помощью тригонометрических постановок.

Ключевые слова: Нестандартные задачи, тригонометрия, алгебра, замена переменных, тригонометрическая подстановка, уравнение.

Abstract

TRIGONOMETRY HELPS ALGEBRA

S.E. Kassenov[1]*, G.E. Kassenova*[2]*, A.V. Khalieva*[3]*, B.M. Imanbaev*[4]
[1]*PhD. doctor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Teacher, Multidisciplinary School-Gymnasium No. 3, Ust-kamenogorsk, Kazakhstan*
[3]*teacher, Nazarbayev intellectual school, Almaty, Kazakhstan*
[4] *Master Degree, Lecturer, Almaty Academy of the MIA of the RK, Almaty, Kazakhstan*

The solution of problems is the most important kind of educational activity, in the course of which students are assimilated by mathematical theory and logical thinking and creative abilities develop. To develop creative abilities, the most valuable are complex and non-standard tasks. Solving complex problems in mathematics depends to a large extent on the experience of solving them, on the degree to which they master their decisions and the technique of transformation.

In this paper we consider non-standard problems that occur in algebra. Acquired experience shows that it can not perform its functions. The article deals with issues related to the use of trigonometric statements.

Key words: Nonstandard problems, trigonometry, algebra, change of variables, trigonometric substitution, equation.

Шығыстың нақыл сөзі: «Білімді алу –батылдық, оны еселеу –ақылдылық, ал оны сенімді қолдану – ұлы шеберлік». Француз математигі, физигі Паскаль: «Математика пәні сондай маңызды, сондықтан да оны әрі қарай қызықты етіп көрсету мүмкіншілігін жібермеу керек». Осы айтылған пікірге сай есеп шығару кезінде неғұрлым қызықты, әрі жеңіл жолмен қарастыру өте дұрыс болып табылады.

Стандартты емес есептер – бұл оқушыларда есепті шығарудың дайын алгоритмі жоқ және өздері кілттік ойларды іздейтін есептер. Стандартты емес есептерді шешу кезінде математикалық мәдениет, ақыл-ойдың орамдылығы тәрбиеленеді және математика бірлігінің ұғынуы жүзеге асады.

Стандартты емес есептердің ең маңызды қайнар көзі олимпиадалық пен конкурстық есептер болып табылады. Стандартты емес есептер оларды шешуіне стандартты емес тәсілдерді талап етеді. Ең маңыздысы оқушыларда стандартты емес есептерді шешудің әдістер қоры құрылу керек, себебі оқушылар шешудің стандартты емес әдістерін өздігінен ойлап табуы мүмкін бола бермейді.

Алгебралық есептерде тригонометриялық түрлендіруді қолдану математиканың әртүрлі бөлімдерін, соның ішінде алгебра мен тригонометрия бөлімдерін, өзара байланыстарын орнатуға бағытталған. Оқушыларды тек есеп шартының айналасында ғана емес, бірақ өте кеңірек, тіпті байқалмайтын облыстан есепті шешудің тәсілдерін табудағы батылдыққа және тапқырлыққа тәрбиелеу маңызды.

Есепті шешу кезінде айнымалыны ауытыру әдісі

Айнымалыны ауытыру, яғни жаңа белгілеуге көшу – элементар математика мен жоғары математиканың әртүрлі есептерін шешу кезінде қолданылатын маңызды тәсіл мен әдістердің бірі. Бастысы, бұл әдіс мектепте жақсы меңгеріленіп және игерулену керек. Себебі айнымалыны ауыстыру идеясы өтпелі болып табылады және мектеп математикасының барлық бөлімдерінде кездеседі.

Айнымалыны ауыстыру әдіс анықтамасының екі жолы бар. Егер $f(x)=0$ теңдеуін $p(g(x))=0$ түріне түрлендірген болсақ, онда $u=g(x)$ жаңа айнымалыны енгізіп $p(u)=0$ теңдеуін шешу керек, сосын $g(x)=u_1, g(x)=u_2, \ldots g(x)=u_n$ жиынтығын қарастырады. Мұндағы $u_1, u_2, \ldots, u_n$ – $p(u)=0$ теңдеуінің түбірлері.

Айнымалыны ауыстыру кезінде түбірді жоғалтпас үшін, қарастырылып отырған облыстан әрбір x мәніне $u=g(x)$ теңдігін қанағаттандыратын, тым болмағанда u бір мәні сәйкес келу керек.

Теңбе-тең ауыстырудың жоғарыда айтылған әдістен айырмашылығы u айнымалысының мәндер жиынын табуды талап етеді. Біздің жағдайда әрбір x мәніне $u=g(x)$ теңдігін қанағаттандыратын, u тек бір мәні сәйкес келу талабы айтылады. Бұл тәсіл бастапқы теңдеудің анықталу облысын сақтауға алып келеді [1].

Тригонометриялық алмастыру

Тригонометриялық алмастыру айнымалыны ауыстыру әдісін жүзеге асыру тәсілдерінің бірі болып табылады және ол бастапқы теңдеудің анықталу облысы тригонометриялық функциялардың мәндер облысымен сәйкес келген жағдайда ғана қолданылады. Қай тригонометриялық функцияны таңдау теңдеу, теңсіздік, олардың жүйесі немесе алгебралық өрнегіне байланысты болады.

Егер есеп шартынан x айнымалысының мүмкін мәндер жиыны $|x| \le 1$ теңсіздігімен анықталған болса, онда $x=\sin\alpha$ немесе $x=\cos\alpha$ ауыстыруын қолданған дұрыс. Бірінші жағдайда $\alpha \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ аралықта қарастырған жеткілікті, себебі $y=\sin x$ үзіліссіз функциясы осы аралықта өседі, сондықтан әрбір мәнін тек бір ғана нүктеде ғана қабылдайды. $y=cos\ x$ үзіліссіз функциясы $[0;\pi]$ аралықта кемиді, сондықтан әрбір мәнін тек бір ғана нүктеде ғана қабылдайды. Осы себептен $x=\cos\alpha$ ауыстыру жағдайында $\alpha \in [0;\pi]$ аралығында алған жеткілікті. Осы екі алмастырудың қайсысын алу есептің берілуіне байланысты болады.

Айнымалы кез келген нақты мәнді қабылдаған кезде, $x=tg\alpha,\ \ \alpha \in \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ немесе $x=ctg\alpha,\ \ \alpha \in (0;\pi)$ ауыстыруларын пайдаланылады, себебі $y=tgx$ пен $y=ctgx$ функцияларының мәндер жиыны берілген аралықта нақты сандар жиыны.

$x=r\sin\alpha$ немесе $x=r\cos\alpha$ ауыстырулары сиректеу қолданылады, мұндағы $r \in R,\ \ r \ge 0$, ал α мәнін таңдау есеп шартына байланысты болады.

Өрнек x пен y екі айнымалыдан тәуелді болған уақытта, $x = r\cos\alpha$, $y = r\sin\alpha$ қою керек, мұндағы $r \in R, \quad r \ge 0, \quad \alpha \in [0;\ 2\pi)$. Мұндай ауыстыру заңды. Шынында да, кез келген x пен y үшін $x^2 + y^2 = r^2$ болатын, $r \ge 0$ табылады. $r \ne 0$ кезінде $\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{r^2} = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{x}{r}\right)^2 + \left(\frac{y}{r}\right)^2 = 1$ орындалады. Ал квадратының қосындысы бірге тең сандар, модулі бойынша бірден артпайды және ол сандарды синус және косинус ретінде қарастыруға болады. Мұндай ауыстырудың геометриялық мағынасы: әрбір $(x;\ y)$ нүктесі координата басына дейінгі r арақашықтықпен және $(x;\ y)$ векторының абцисса осінің оң бағыттағы α бұрышымен өлшенеді.

Соңғы ескерту. Мұндай алмастыруды жүзеге асыру аса қиын емес, ең бастысы күрделісі соны көріп таба білу болады. Сондықтан осы мақалада тригонометртялық алмастыру «белгілерін» таба білуге оқушыларды арнайы үйрету қарастырылады.

Есептер:

1) Теңдеуді шешіңіз: $\sqrt{\frac{1 + 2x\sqrt{1 - x^2}}{2}} + 2x^2 = 1$ [2].

Есепті тригонометриялық алмастыру көмегімен шешеміз.

$1 - x^2 \ge 0$ болғандықтан, онда $|x| \le 1$. Сондықтан $x = \sin\alpha, \quad \alpha \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$.

Теңдеу келесі түрге келеді

$$\sqrt{\frac{1 + 2\sin\alpha\cos\alpha}{2}} = 1 - 2\sin^2\alpha \Leftrightarrow \frac{|\sin\alpha + \cos\alpha|}{\sqrt{2}} = \cos 2\alpha \Leftrightarrow \left|\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right)\right| = \cos 2\alpha .$$

$\alpha + \frac{\pi}{4} = u$ қояйық, мұндағы $u \in \left[-\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right]$, онда

$$|\sin u| = \sin 2u \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \begin{cases} \sin u \rangle 0 \\ \cos u = \frac{1}{2} \end{cases} \\ \sin u = 0 \\ \begin{cases} \sin u \langle 0 \\ \cos u = -\frac{1}{2} \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} u_1 = \frac{\pi}{3} \\ u_2 = 0 \end{array}\right.$$

.

$$x_1 = \sin\left(u_1 - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi}{4} - \cos\frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4}$$

$$x_2 = \sin\left(u_2 - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Жауабы: $\left\{-\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4}\right\}$.

2) Теңдеуді шешіңіз: $\left|2x - \sqrt{1 - 4x^2}\right| = \sqrt{2}\left(8x^2 - 1\right)$[2].

Есепті тригонометриялық алмастыру көмегімен шешеміз.

Теңдедеудің анықталу облысы $1 - 4x^2 \ge 0$ теңсіздікпен беріледі, бұл $x \in \left[-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right]$ шартымен теңбе-тең, онда $2x \in [-1;1]$ болады. Сондықтан $2x = \cos\alpha, \quad \alpha \in [0;\ \pi]$ қоюға болады. Ал теңдеу келесі түрге келеді

$$\left|2\frac{\cos\alpha}{2}-\sqrt{1-4\left(\frac{\cos\alpha}{2}\right)^2}\right|=\sqrt{2}\left(8\left(\frac{\cos\alpha}{2}\right)^2-1\right)\Leftrightarrow\left|cos\alpha-\sqrt{1-\cos^2\alpha}\right|=\sqrt{2}\left(2\cos^2\alpha-1\right)\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow\left|cos\alpha-|\sin\alpha|\right|=\sqrt{2}\cos 2\alpha .$$

$\alpha\in[0;\pi]$ болғандықтан, онда $\sin\alpha\geq 0$. Ішкі моджульді ашамыз

$$|cos\alpha-\sin\alpha|=\sqrt{2}\cos 2\alpha\Leftrightarrow\left|\frac{cos\alpha-\sin\alpha}{\sqrt{2}}\right|=cos2\alpha\Leftrightarrow\left|\sin\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)\right|=\cos 2\alpha .$$

$\frac{\pi}{4}-\alpha=u,u\in\left[-\frac{3\pi}{4};\frac{\pi}{4}\right]$ қоямыз, онда

$$|\sin u|=\cos\left(\frac{\pi}{2}-2u\right)\Leftrightarrow|\sin u|=\sin 2u\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}\begin{cases}\sin u>0\\ \sin u-2\sin u\cos u=0\end{cases}\\ \sin u=0\\ \begin{cases}\sin u<0\\ \sin u+2\sin u\cos u=0\end{cases}\end{array}\right.\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}\begin{cases}\sin u>0\\ \cos u=\frac{1}{2}\end{cases}\\ \sin u=0\\ \begin{cases}\sin u<0\\ \cos u=-\frac{1}{2}\end{cases}\end{array}\right.\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow\left[\begin{array}{l}u=\frac{\pi}{3}+2\pi n,\quad n\in Z\\ u=\pi k,\quad k\in Z\\ u=\frac{4\pi}{3}+2\pi l,\quad l\in Z\end{array}\right. .$$

$u\in\left[-\frac{3\pi}{4};\frac{\pi}{4}\right]$ шартын қанағаттандыратын екі мән $u_1=0$ және $u_2=\frac{4\pi}{3}$ бар.

$$x_1=\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}-u_1\right)=\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}\right)=\frac{\sqrt{2}}{4} .$$

$$x_2=\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}-u_2\right)=\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}-\frac{4\pi}{3}\right)=\frac{1}{2}\cos\frac{\pi}{4}\cos\frac{4\pi}{3}+\frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{4}\sin\frac{4\pi}{3}=$$

$$\frac{1}{2}\cos\frac{\pi}{4}\cos\left(\pi+\frac{\pi}{3}\right)+\frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{4}\sin\left(\pi+\frac{\pi}{3}\right)=-\frac{1}{2}\cos\frac{\pi}{4}\cos\frac{\pi}{3}-\frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{4}\sin\frac{\pi}{3}=$$

$$=-\left(\frac{1}{2}\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)=-\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{8} .$$

Жауабы: $\left\{\frac{\sqrt{2}}{4};-\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{8}\right\}$.

3) $\begin{cases}x+3y=4y^3\\ y+3z=4z^3\\ z+3x=4x^3\end{cases}$ теңдеулер жүйесінің неше шешімі бар[2].

Мұнда циклдік теңдеулер жүйесі берілген. Мұндай есептер әртүрлі конкурстық есептерде кездеседі. Арнайы әдістерді білмей бұл жүйені шешу өте күрделі. Берілген жағдайда $(0;0;0)$ шешімін табуға болады. Енді осы жүйенің басқа шешімі жоқ екенін дәлелдеу өте қиын. Осы кезде осындай есептерді шешуге тригонометриялық алмастыру әдісі жақсы көмектеседі.

Жүйені келесі түрде жазып алайық

$$\begin{cases} x = 4y^3 - 3y \\ y = 4z^3 - 3z \\ z = 4x^3 - 3x \end{cases}.$$

Барлық x, y, z сандары абсолют мәні бойынша 1-ден артпайтынын дәлелдейік. x – x, y, z сандарының ең үлкен саны болсын және $x > 1$, онда $z = 4x^3 - 3x > x$. Қарама-қайшылыққа келдік. Егер x саны ең кішісі және $x < -1$, онда $z = 4x^3 - 3x < x$. Тағы да қарама-қайшылыққа келдік. Сонымен $-1 \le x, y, z \le 1$.

Есепті тригонометриялық алмастыру көмегімен шешеміз.

$x = \cos\alpha,\quad \alpha \in [0;\pi]$ болсын. Онда $z = \cos 3\alpha$, $y = \cos 9\alpha$, $x = \cos 27\alpha$. Бастапқы теңдеулер жүйесінің шешімдер саны мына теңдеудің шешімдер санына тең.

$$\cos\alpha = \cos 27\alpha \Leftrightarrow \cos 27\alpha - \cos\alpha = 0 \Leftrightarrow \sin 14\alpha \sin 13\alpha = 0 \Leftrightarrow \left[\begin{aligned} \alpha &= \frac{k\pi}{13}, k \in Z \\ \alpha &= \frac{n\pi}{14}, n \in Z \end{aligned}\right..$$

$\alpha \in [0;\pi]$ шартын қанағаттандыратын 27 шешім бар

$$\left[\begin{aligned} \alpha &= \frac{k\pi}{13}, \quad k = 0,1,2,...,13 \\ \alpha &= \frac{n\pi}{14}, \quad n = 1,2,...,13 \end{aligned}\right..$$

Жауабы: $\left[\begin{aligned} \alpha &= \frac{k\pi}{13}, \quad k = 0,1,2,...,13 \\ \alpha &= \frac{n\pi}{14}, \quad n = 1,2,...,13 \end{aligned}\right..$

4) $(a+b)^4 \le 8(a^4 + b^4)$ теңсіздігін дәлелдеңіз[2].

$a = b = 0$ кезде теңсіздік дұрыс.

Есепті тригонометриялық алмастыру көмегімен шешеміз.

Кез келген $a, b \ne 0$ үшін α бұрышы табылады, $b = atg\alpha,\quad \alpha \in \left(-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right)$ болатындай. Бастапқы теңсіздік келесі түрге келеді

$$a^4(1+tg\alpha)^4 \le 8a^4(1+tg^4\alpha) \Leftrightarrow \left(\frac{\sin\alpha + \cos\alpha}{\cos\alpha}\right)^4 \le 8\left(\frac{\sin^4\alpha + \cos^4\alpha}{\cos^4\alpha}\right).$$

$\alpha \in \left(-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right)$ *болғандықтан, онда* $\cos^4\alpha \ne 0$. *Теңсіздіктің екі жағын* $\cos^4\alpha$ *көбейтіп, келесіні аламыз*

$$(\sin\alpha + \cos\alpha)^4 \le 8(\sin^4\alpha + \cos^4\alpha) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (\sin^2\alpha + \cos^2\alpha + 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha)^2 \le (\sin^4\alpha + \cos^4\alpha + 2\cos^2\alpha \cdot \sin^2\alpha - 2\cos^2\alpha \cdot \sin^2\alpha) \Leftrightarrow$$

$$(1 + \sin 2\alpha)^2 \le 8\left(1 - \frac{1}{2}\sin^2 2\alpha\right) \Leftrightarrow 1 + 2\sin 2\alpha + \sin^2 2\alpha \le 8 - 4\sin^2 2\alpha \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5\sin^2 2\alpha + 7\sin 2\alpha - 5\sin 2\alpha - 7 \le 0 \Leftrightarrow (\sin 2\alpha - 1)(5\sin 2\alpha + 7) \le 0.$$

Екінші көбейткіш әрқашанда оң, ал бірінші көбейткіш 0 артпайды, сондықтан олардың көбейтіндісі оң емес сандар.

Сонымен қорытындылай келе, математиканы тереңдетіп оқытылатын сынып оқушыларына тригонометриялық алмастыру тәсіліне арналған есептерді шешу олардың шығарамашылық қабілеттерін дамытуға және жоғарғы оқу орнына түсуге арнал, мектепті тәммәмдәу емтихандарына дайындалуға зор көмек көрсетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Горбачев Н.В. Сборник олимпиадных задач по математике. М.:МЦНМО, 2012. ¬ 560с.

2 А.Г.Мерзляк, В.Б.Полонский, М.С.Якир Неожиданный шаг или сто тринадцать красивых задач. Киев:Агрофирма «Александрия», 1993. –58с.

УДК 517.956
ГРНТИ 27.31.17

М.Н. Майкотов[1]

[1] PhD докторант Казахского национального педагогического университета имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ЗАДАЧА ДИРИХЛЕ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫРОЖДЕНИЕМ ТИПА И ПОРЯДКА

Аннотация

Известно, что для уравнений в частных производных гиперболического типа краевые задачи с данными на всей границе области служат примером некорректно поставленных задач.

Краевые задачи для гиперболических уравнений на плоскости хорошо изучены, где исследованы задачи Трикоми и первая краевая задача. Смешанная задача, характеристическая задача Коши и задача Дарбу для многомерных гиперболических задач ранее рассмотрены. Проблема задачи Трикоми для гиперболических уравнений в многомерных областях ставилась и исследовалась разными авторами.

Теория краевых задач для вырождающихся уравнений на плоскости также хорошо изучены. Многомерные аналоги этих задач в обобщенных пространствах исследованы. На важность исследования многомерных уравнений в частных производных с вырождением типа и порядка обратил внимание А.В. Бицадзе.

В настоящей работе показана разрешимость задачи Дирихле в цилиндрической области для многомерных гиперболических уравнений с вырождением типа и порядка.

Ключевые слова: разрешимость, задача Дирихле, область, гиперболическое уравнение, вырождение типа и порядка, система функций.

Аңдатпа

М.Н. Майкотов[1]

[1] Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің PhD докторанты Алматы қ., Казахстан

ТҮРІ МЕН РЕТІ АЗҒЫНДАЛҒАН КӨП ӨЛШЕМДІ ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРГЕ ЦИЛИНДРЛІК ОБЛЫСТА ДИРИХЛЕ ЕСЕБІ

Гиперболалық дербес туындылы теңдеулерге қарастырылған шеттік есептерге барлық облыстың шекарасында берілген болса, онда ол есептер корректна емес есептер мысалына жатады.

Азғындалған көп өлшемді гиперболалық теңдеулерге цилиндрлік облыста Дирихле есебінің бірмәнді шешімі барлығы бұрын дәлелденген. Гиперболалық теңдеулер үшін шеттік есептер жазақтықтар жақсы таныс, мұнда Трикоми есебі және бірінші шетік есеп зерттелген.

Сипатамалық Коши есебі және Дару есебі үшін көп өлшемді гиперболалық теңдеулерге аралас есеп бұрын қаралған.Көп өлшемді облыста Трикоми есебінің шешіу мәселесі койлған. Және де бұл сұрақтар әр түрлі авторлармен зерттелген.

Азғындалған гиперболалық теңдеулерге шеттік есептер теориясы сондай-ақ жазақтықтар үшін жақсы зерттелген. Азғындалған көп өлшемді гиперболалық теңдеулер үшін Дирихле есебінің қисындылығы дәлелденді. Түрі мен реті азғындалған көп өлшемді дербес туындылы теңдеулердің маңыздылығына А.В. Бицадзе назар аударды.

Бұл жұмыста түрі мен реті азғындалған көп өлшемді гиперболалық теңдеулердің цилиндрлік облыста шешімділігі көрсетілген және Дирихле есебінің классикалық шешімі ақын түрі алынған.

Түйін сөздер: Шешімі бар, Дирихле есебі, область, гиперболалық теңдеу, түрі мен реті азғындалған, функциялар жүйесі.

Abstract

THE DIRICHLET PROBLEM IN A CYLINDRICAL DOMAIN FOR MULTIDIMENSIONAL HYPERBOLIC EQUATIONS WITH DEGENERACY OF TYPE AND ORDER

Maikotov M.N.[1]

[1] *PhD doctoral student of the Abai Kazakh National Pedagogical Unversity, Almaty, Kazakhstan*

It is known that for partial differential equations of hyperbolic type boundary value problems with data on the entire boundary of the region serve as an example of incorrectly posed problems.

Boundary value problems for hyperbolic equations on the plane are well studied, where the Tricomi problem and the first boundary value problem are investigated. The mixed problem, Cauchy's characteristic problem, and the Darboux problem for multidimensional hyperbolic problems have been considered previously.

The problem of the Tricomi problem for hyperbolic equations in multidimensional domains was posed and investigated by different authors.

The theory of boundary value problems for degenerate equations on a plane is also well studied. Multidimensional analogs of these problems in generalized spaces are investigated.

The importance of investigating multidimensional partial differential equations with degeneracy of type and order was pointed out by A.V. Bitsadze.

In this paper we show the solvability of the Dirichlet problem in a cylindrical domain for multidimensional hyperbolic equations with degeneracy of type and order.

Key words: Solvability, Dirichlet problem, domain, hyperbolic equalization, with type and order confluence,system of functions.

1. Постановка задачи и результаты. Пусть D_β −цилиндрическая область евклидова пространства E_{m+1} точек $(x_1, ..., x_m, t)$, ограниченная цилиндром $\Gamma = \{(x,t):|x|=1\}$, плоскостями t=β>0 и t=0, где |x|-длина вектора x $x = (x_1 ... x_m)$. Части этих поверхностей, образующих границу ∂D_β $x_1, ..., x_m)$. Части этих поверхностей, образующих границу $\partial \mathrm{D}_\beta$ области D_β, обозначим через $\Gamma_\beta, S_\beta, S_0$ соответственно.

В области D_β рассмотрим уравнение

$$Lu = g_1(t)\Delta_x u - g_2(t)U_{tt} + \sum_{i=1}^{m} a_i(x,t)u_{x_i} + b(x,t)u_t + c(x,t)u = 0, \tag{1}$$

где $g_i(t) > 0$ при t>0 и обращаются в нуль при t=0, $g_i(t) \subset C([0,\beta]) \cap C^2((0,\beta))$, $i = 1,2$, Δ_x -оператор Лапласа по переменным $x_1, ..., x_m$, $m \geq 2$, $d(x,t) = c - -\sum_{i=1}^{m} a_{ix_i} - b_t, i = 1,2.$

Уравнение (1) гиперболично при t=0, а вдоль плоскости t=0 имеет место вырождение его типа и порядка.

В дальнейшем нам удобно перейти от декартовых координат $x_1, ..., x_m, t$ к сферическим $r, \theta_1, ..., \theta_{m-1}, t, r \geq 0, 0 \leq \theta_1 < 2\pi, 0 \leq \theta_i \leq \pi$, i=2,3,…,m-1.

В качестве многомерной задачи Дирихле рассмотрим следующую задачу

Задача 1. Найти решение уравнения (1) в области D_β из класса $C(\bar{D}_\beta) \cap C^2(D_\beta)$ и удовлетворяющее краевым условиям

$$u|_{S_\beta} = \varphi(r,\theta), \; u|_{\Gamma_\beta} = \psi(t,\theta), \; u|_{S_0} = \tau(r,\theta), \tag{2}$$

при этом $\varphi(1,\theta) = \psi(\beta,\theta), \; \psi(0,\theta) = \tau(1,\theta).$

Пусть $\{Y_{n,m}^k(\theta)\}$ - система линейно независимых сферических функций порядка n, 1$\leq k \leq k_n, (m-2)!\, n!\, k_n$=(n+m-3)! (2n+m-3)!, $W_2^l(S_0), l = 0,1, ...$ - пространство Соболева.

Имеет место ([3])

Лемма 1. Пусть $f(r,\theta) \in W_2^l(S_0)$. Если $l \geq m-1$, то ряд

$$f(r,\theta) = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{k=1}^{k_n} f_n^k(r) Y_{n,m}^k(\theta), \tag{3}$$

а также ряды, полученные из него дифференцированием порядка $p \leq l - m + 1$, сходятся абсолютно и равномерно.

Лемма 2. Для того, чтобы $f(r,\theta) \in W_2^l(S_0)$, необходимо и достаточно, чтобы коэффициенты ряда (3) удовлетворяли неравенствам

$$\left|f_0^1(r)\right| \leq C_1,\ \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{k_n} n^{2l}\left|f_n^k(r)\right|^2 \leq C_2,\ \ C_1, C_2 = const.$$

Через $\tilde{a}_{in}^k(r,t), a_{in}^k(r,t), \tilde{b}_n^k(r,t), \tilde{c}_n^k(r,t), \tilde{d}_n^k(r,t), \rho_n^k, \bar{\varphi}_n^k(r), \psi_n^k(t), \bar{\tau}_n^k(r), \bar{\nu}_n^k(r)$, обозначим коэффициенты ряда (4), соответственно функций

$a_i(r,\theta,t)\rho(\theta), a_i\frac{x_i}{r}\rho, b(r,\theta,t)\rho, c(r,\theta,t)\rho, d(r,\theta,t)\rho, \rho(\theta),$

$i = 1, \ldots, m, \varphi(r,\theta), \psi(t,\theta), \tau(r,\theta), \nu(r,\theta)$ причем $\rho(\theta) \in C^{\infty}(H)$,

H- единичная сфера в E_m.

Пусть $\frac{a_i(r,\theta,t)}{g_2(t)}, \frac{b(r,\theta,t)}{g_2(t)}, \frac{c(r,\theta,t)}{g_2(t)} \in W_2^l(D_\beta) \subset C(\bar{D}_\beta), l \geq m+1,$

$i = 1, \ldots, m.$ Тогда справедлива

Теорема. Если $\varphi(r,\theta) \in W_2^p(S_\beta), \psi(t,\theta) \in W_2^p(\Gamma_\beta), \tau(r,\theta), \nu(r,\theta) \in W_2^p(S_0), p > \frac{3m}{2}$ и выполняется условие

$$\cos\mu_{s,n}\beta' \neq 0, s = 1,2, \ldots, \tag{4}$$

то задача 1 разрешима, где $\mu_{s,n}$ − положительные нули функций Бесселя первого рода $J_{n+\frac{m-2}{2}}(z)$, $\beta' = \int_0^\beta \sqrt{\frac{g_1(\xi)}{g_2(\xi)}}d\xi$.

2. Доказательство теоремы. В сферических координатах уравнение(1) имеет вид

$$Lu = g_1(t)\left(u_{rr} + \frac{m-1}{r}u_r - \frac{\delta u}{r^2}\right) - g_2(t)u_{tt} + \sum_{i=1}^m a_i(r,\theta,t)u_{x_i} + b(r,\theta,t)u_t + c(r,\theta,t)u = 0, \tag{5}$$

$$\delta \equiv -\sum_{j=1}^{m-1}\frac{1}{g_j \sin^{m-j-1}\theta_j}\frac{\partial}{\partial\theta_j}\left(\sin^{m-j-1}\theta_j\frac{\partial}{\partial\theta_j}\right),\ g_1 = 1, g_j = (\sin\theta_1 \ldots \sin\theta_{j-1})^2,\ j>1.$$

Известно, (3), что спектр оператора δ состоит из собственных чисел $\lambda_n = n(n+m-2), n = 0,1,\ldots,$ каждому из которых соответствует k_n ортонормирован-ных собственных функций $Y_{n,m}^k(\theta)$.

Искомое решение задачи 1 будем искать в виде

$$u(r,\theta,t) = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{k=1}^{k_n}\bar{u}_n^k(r,t)Y_{n,m}^k(\theta), \tag{6}$$

где $\bar{u}_n^k(r,t)$ – функций, подлежащие определению.

Подставив (6) в (5), умножив затем полученное выражение на $\rho(\theta) \neq 0$ и проинтегрировав по единичной сфере H, для $\bar{u}_n^k$ получим ([4,5])

$$g_1(t)\rho_0^1\bar{u}_{0rr}^1 - g_2(t)\rho_0^1\bar{u}_{0tt}^1 + \left(\frac{m-1}{r}g_1(t)\rho_0^1 + \sum_{i=1}^m a_{i0}^1\right)\bar{u}_{0r}^1 + \tilde{b}_0^1\bar{u}_{0t}^1 + \tilde{c}_0^1\bar{u}_0^1 + \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{k_n}\{g_1(t)\rho_n^k\bar{u}_{nrr}^k - g_2(t)\rho_n^k\bar{u}_{ntt}^k + \left(\frac{m-1}{r}g_1(t)\rho_n^k + \sum_{i=1}^m a_{in}^k\right)\bar{u}_{nr}^k + \tilde{b}_n^k\bar{u}_{nt}^k + [\tilde{c}_n^k - \lambda_n\frac{\rho_n^k}{r^2}g_1(t) + \sum_{i=1}^m(\tilde{a}_{in-1}^k - na_{in}^k)]\bar{u}_n^k\} = 0. \tag{7}$$

Теперь рассмотрим бесконечную систему дифференциальных уравнений

$$g_1(t)\rho_0^1\bar{u}_{0rr}^1 - g_2(t)\rho_0^1\bar{u}_{0tt}^1 + \frac{m-1}{r}g_1(t)\rho_0^1\bar{u}_{0r}^1 = 0, \tag{8}$$

$$g_1(t)\rho_1^k\bar{u}_{1rr}^k - g_2(t)\rho_1^k\bar{u}_{1tt}^k + \frac{m-1}{r}g_1(t)\rho_1^k\bar{u}_{1r}^k - \frac{\lambda_1}{r^2}g_1(t)\rho_1^k\bar{u}_1^k = -\frac{1}{k_1}\left(\sum_{i=1}^m a_{i0}^1\bar{u}_{0r}^1 + \tilde{b}_0^1\bar{u}_{0t}^1 + \tilde{c}_0^1\bar{u}_0^1\right),\ n=1,\ k=\overline{1, k_1}, \tag{9}$$

$$g_1(t)\rho_n^k\bar{u}_{nrr}^k - g_2(t)\rho_n^k\bar{u}_{ntt}^k + \frac{m-1}{r}g_1(t)\rho_n^k\bar{u}_{nr}^k - \frac{\lambda_n}{r^2}g_1(t)\rho_n^k\bar{u}_n^k = \frac{1}{k_n}\sum_{k=1}^{k_n-1}\{\sum_{i=1}^m a_{in-1}^k\bar{u}_{n-1r}^k + \tilde{b}_{n-1}^k\bar{u}_{n-1t}^k + [\tilde{c}_{n-1}^k + \sum_{i=1}^m\tilde{a}_{in-2}^k - (n-1)\ a_{in-1}^k)]\ \bar{u}_{n-1}^k\},\ k = \overline{1, k_n},\ n = 2,3, \ldots. \tag{10}$$

Суммируя уравнения (9) от 1 до k_1 , а уравнение (10) – от 1 до k_n, затем сложив полученные выражения вместе с (8), приходим к уравнению (7).

Отсюда следует, что если $\{\bar{u}_n^k\}$, k=$\overline{1, k_n}$, n=0,1,… - решение системы (8)-(10), то оно является решением уравнения (7).

Нетрудно заметить, что каждое уравнение системы (9)-(11) можно представить в виде

$$g(t)\left(\bar{u}_{nrr}^k + \frac{m-1}{r}\bar{u}_{nr}^k - \frac{\lambda_n}{r^2}\bar{u}_n^k\right) - \bar{u}_{ntt}^k = f_n^k(r,t), \tag{11}$$

где $g(t) = \frac{g_1(t)}{g_2(t)}$, $f_n^k(r,t)$ определяются из предыдущих уравнений этой системы, при этом $f_0^1(r,t) \equiv 0$.

Далее, из краевого условия (2) в силу (6), с учетом леммы 1 будем иметь:

$$\bar{u}_n^k(r,\beta) = \bar{\varphi}_n^k(r),\ \bar{u}_n^k(1,t) = \psi_n^k(t), \bar{u}_n^k(r,0) = \bar{\tau}_n^k(r),\ k = \overline{1, k_n},\ n=0,1,\ldots . \tag{12}$$

В [4,5,8] показано, что задача (11), (12) однозначна разрешима, если выпол-няется условие (5).

Далее, сначала решив задачу (8), (12) (n=0) , а затем (9), (12) (n=1) и т.д., найдем последовательно все $\bar{u}_n^k(r,t),\ k = \overline{1, k_n},\ n = 0,1, \ldots.$

Следовательно, задача(7),(12) , также однозначно разрешима.

Итак, в области D_β, имеет место

$$\int_H \rho(\theta) Lu dH = 0. \tag{13}$$

Пусть $f(r,\theta,t) = R(r)\rho(\theta)T(t)$, причем $R(r) \in V_0, V_0$ плотна в $L_2((0,1))$, $\rho(\theta) \in C^\infty(H)$ - плотна в $L_2(H)$, а $T(t) \in V_1, V_1$ плотна в $L_2((0,\beta))$. Тогда $f(r,\theta,t) \in V$, $V = V_0 \otimes H \otimes V_1$ плотна в $L_2(D_\beta)$ ([6]).

Отсюда из (13) следует, что

$$\int_{D_\beta} f(r,\theta,t) Lu dD_\beta = 0$$

и

$$Lu = 0, \forall\ (r,\theta,t) \in D_\beta.$$

Таким образом, решением задачи 1 является функция (6), где $\bar{u}_n^k(r,t)$ находится из задачи (7), (12).

Учитывая формулу $2J_v'(z) = J_{v-1}(z) - J_{v+1}(z)$ ([3]), оценки ([7,3])

$$J_v(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \cos\left(z - \frac{\pi}{2}v - \frac{\pi}{4}\right) + 0\left(\frac{1}{z^{\frac{3}{2}}}\right), v \geq 0,$$

$$|k_n| \leq c_1 n^{m-2}, \left|\frac{\partial^q}{\partial\theta_j^q} Y_{n,m}^k(\theta)\right| \leq c_2 n^{\frac{m}{2}-1+q}, c_1, c_2 = const,$$

$j = \overline{1, m-1}$, $q = 0,1, \ldots$, а также леммы, ограничения на коэффициенты уравнения (1) и на заданные функции $g_1(t)$, $g_2(t)$, $\varphi(r,\theta)$, $\psi(t,\theta)$, $\tau(r,\theta)$, как в [4,5], можно показать, что полученное решение (6) принадлежит искомому "классу" $C(\bar{D}_\beta) \cap C^2(D_\beta)$.

Следовательно, разрешимость задачи 1 установлена.

Теорема доказана.

Список использованной литературы

1 Бицадзе А.В. Уравнение смешанного типа. М.: Изд-во АН СССР, 1959-164с.

2 Нахушев А.М. Задачи со смещением для уравнения в частных производных, М.: Наука, 2006-287с.

3 Михлин С.Г. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. М.: Физматгиз, 1962.

4 Алдашев С.А. Корректность задач Дирихле и Пуанкаре в цилиндрической области для многомерного уравнения Геллерстедта// Укр. математический журнал, 2012, т.64, №3- с.426-432.

5 Алдашев С.А. Корректность задачи Дирихле и Пуанкаре в цилиндрической области для многомерного уравнения Чаплыгина // Владикавказский матем. журнал, 2013, т.15, вып.2- с.3-10.

6 Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1976 - 543 с.

7 Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.М.:Наука, 1977.

8 Китайбеков Е.Т. Задача Дирихле в цилиндрической области для трехмерных гиперболических уравнений с вырождением типа и прядка. Вестник КазНПУ им.Абая, №4(52),2015, с.27-31.

УДК 517.927
ГРНТИ 27.29.25

Д.Н. Нургабыл [1], У.А. Бекиш [2]

[1] д.ф.-м.н., профессор ЖГУ им. И. Жансугурова, г.Талдыкорган, Казахстан
[2] докторант кафедры математики ЖГУ им. И. Жансугурова, г.Талдыкорган, Казахстан

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЙ ОБЩИХ РАЗДЕЛЕННЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

Аннотация

В настоящей работе рассматривается общая разделенная краевая задача для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений третьего порядка с малым параметром при двух старших производных. Исследуется рассматриваемая краевая задача в случае, когда дополнительное характеристическое уравнение наряду с нулевым корнем имеет корни с отрицательными и положительными вещественными частями. С помощью введенных начальных и граничных функций найдено аналитическое представление решения возмущенной задачи. Установлены асимптотические оценки решения рассматриваемой краевой задачи. Найдены формулы для граничных скачков, порядки скачков. Получены оценки для разности между решениями вырожденной и возмущенной задач. Доказаны вопросы предельного перехода решения возмущенной задачи к решению невозмущенной задачи при стремлении малого параметра к нулю. Найдены условия существования явления граничного скачка.

Ключевые слова: малый параметр, асимптотическое поведение, сингулярно возмущенная задача, невозмущенная задача, краевая задача, явление скачка, предельный переход.

Аңдатпа

Д.Н. Нургабыл [1], У.А. Бекиш [2]

ЕРЕКШЕ АУЫТҚЫҒАН ҮШІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН БӨЛЕКТЕНГЕН ЖАЛПЫ ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕП ШЕШІМДЕРІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ БАҒАМДАРЫ

[1] ф.-м.ғ.д, профессор І. Жансүгіров атындағы ЖМУ, Талдықорған қ., Казақстан
[2] І. Жансүгіров атындағы ЖМУ математика кафедрасының докторанты, Талдықорған қ., Казақстан

Бұл жұмыста жоғарғы ретті екі туындысының жанында кішкене параметрі бар үшінші ретті сызықты жай дифференциалдық теңдеулер үшін шекаралық шарттары бөлектетілген жалпы шекаралық есеп қарастырылған. Қосымша характеристикалық теңдеудің нөлдік түбірінен басқа, нақты бөліктері теріс және оң болатын түбірлері бар болып келген жағдайда қарастырылып отырған шекаралық есеп зерттелінген. Енгізілген бастапқы және шекаралық функциялар көмегі арқылы ауытқыған есеп шешімінің аналитикалық кескіндемесі табылған. Қарастырылып отырған шекаралық есеп шешімінің асимптотикалық бағамдары анықталды. Шекаралық секірістердің формулалары, секіріс реттері табылған. Ауытқыған есеп шешімі мен туындалған есеп шешімінің айырымының бағамдары табылған. Кішкене параметр нөлге ұмтылған жағдайында ауытқыған есеп шешімінің ауытқымаған есеп шешіміне шектік көшуі туралы сұрақтар дәлелденілген. Шекаралық секіріс құбылысының бар болуының шарттары табылған.

Түйін сөздер: кішкене параметр, асимптотикалық сипаттама, ерекше ауытқыған есеп, ауытқымаған есеп, шекаралық есеп,секіріс құбылысы, шекке көшу.

Abstract

ASYMPTOTIC ESTIMATES FOR SOLUTIONS OF GENERAL SEPARATED BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR SINGULARLY PERTURBED THIRD-ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS

Nurgabyl D. [1], *Bekish U.* [2]
[1] *Dr. Sci. (Phys.-Math), Professor of the Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan, Kazakhstan*
[2] *Doctoral student of the Department of Mathematics at Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan, Kazakhstan*

In this paper we consider a general divided boundary value problem for linear third-order ordinary differential equations with a small parameter for the two highest derivatives. We study the boundary value problem under consideration in the case when the additional characteristic equation, along with the zero roots, has roots with negative and positive real parts. Using introduced initial and boundary functions found an analytic representation of the solution of the perturbed problem. Asymptotic estimates of the solution of the boundary value problem are established. The orders of jumps and formulas for boundary jumps are found. Estimates are obtained for the difference between solutions of the degenerate and perturbed problems. The questions of the limiting transition of the solution of the perturbed problem to the solution of the unperturbed problem when the small parameter tends to zero are proved. The conditions for the existence of a boundary jumps phenomenon are found.

Key words: small parameter, asymptotic behavior, singularly perturbed problem, unperturbed problem, boundary value problem, phenomenon jump, passage to the limit.

1. Постановка задачи. В [1-6] было исследовано асимптотическое поведение решений сингулярно возмущенных краевых и начальных задач с начальными скачками в случае, когда дополнительное характеристическое уравнение имело только корни с отрицательными вещественными частями. В данной работе рассматривается сингулярно возмущенная общая краевая задача в случае, когда дополнительное характеристическое уравнение наряду с $\mu_1 = 0$ имеет корни $\operatorname{Re}\mu_2 < 0,\ \operatorname{Re}\mu_3 > 0$.

Рассмотрим следующую сингулярно возмущенную краевую задачу

$$L_\varepsilon y \equiv \varepsilon^2 y''' + \varepsilon A(t)y'' + B(t)y' + C(t)y = F(t), \tag{1}$$

$$L_i y \equiv \sum_{j=0}^{r_i} \alpha_{ij} y^{(j)}(0,\varepsilon) = a_i, i = 1,2, \quad L_3 y \equiv \sum_{j=0}^{n_1} \beta_{1j} y^{(j)}(1,\varepsilon) = b_1, \tag{2}$$

где $\varepsilon > 0$- малый параметр, $\alpha_{ij},\ \beta_{1j},\ a_1, a_2, b_1$ – константы, $r_1, r_2, n_1 = \{0,1\},\quad r_1 > r_2$.

Потребуем выполнения следующих условий:

I. *Пусть* $A(t), B(t), C(t) \in C(I),\ F(t) \in C^1(I),\ I = [0,1]$.

II. *Пусть* $B(t) \neq 0$ *при* $0 \le t \le 1$.

III. Дополнительное характеристическое уравнение

$$\mu^3 + A(t)\mu^2 + B(t)\mu = 0 \tag{3}$$

имеет различные корни $\mu_1 = 0, \mu_2, \mu_3,$ причем $\operatorname{Re}\mu_2 < 0, \operatorname{Re}\mu_3 > 0$.

2. Фундаментальная система решений однородного возмущенного уравнения. Наряду с уравнением (1) рассмотрим соотвествующее однородное уравнение

$$L_\varepsilon y \equiv \varepsilon^2 y''' + \varepsilon A(t)y'' + B(t)y' + C(t)y = 0. \tag{4}$$

При выполнении условии $I - III$ в [7] было доказано, что для фундаментальной системы решений возмущенного однородного уравнения (4) справедливы следующие асимптотические при $\varepsilon \to 0$ представления:

$$y_1^{(q)}(t,\varepsilon)=u_1^{(q)}(t)+O(\varepsilon),$$

$$y_2^{(q)}(t,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^q}\exp\left(\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_2(x)dx\right)\left(u_2(t)\mu_2{}^q(t)+O(\varepsilon)\right), \tag{5}$$

$$y_3^{(q)}(t,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^q}\exp\left(-\frac{1}{\varepsilon}\int_t^1\mu_3(x)dx\right)\left(u_3(t)\mu_3{}^q(t)+O(\varepsilon)\right), q=0,1,2.$$

где $$u_1(t)=\exp\left(-\int_0^t\frac{C(x)}{B(x)}dx\right),\ u_k(t)=\exp\left(-\int_0^t\frac{q_k(x)}{p_k(x)}dx\right)\neq 0,\quad k=2,3,$$

$$p_k(t)=\mu_k(t)\left(A(t)+2\mu_k(t)\right)\neq 0, t\in[0,1], k=2,3,$$

$$q_k(t)=C(t)+A(t)\mu_k'(t)+3\mu_k(t)\mu_k'(t), t\in[0,1], k=2,3.$$

IV. Пусть $\alpha_{ir_i}\neq 0,\ \beta_{1n_1}\neq 0,\ L_2u_1\neq 0$.

Используя (5), получаем, что для определителя Вронского фундаментальной системы решений уравнения (4) при достаточно малых ε на отрезке $0\leq t\leq 1$ справедливо

$$W(t,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^3}\exp\left(\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_2(x)dx+\frac{1}{\varepsilon}\int_1^t\mu_3(x)dx\right)u_1(t)u_2(t)u_3(t)\mu_2(t)\mu_3(t)\times \tag{6}$$

$$\times\left(\mu_3(t)-\mu_2(t)\right)\left(1+O(\varepsilon)\right)\neq 0.$$

Здесь согласно процедуре определения функции $u_1(t), u_2(t), u_3(t)$ отличны от нуля на отрезке $0\leq t\leq 1$, корни $\mu_2(t),\ \mu_3(t)$ различны и также отличны от нуля.

3. Построение начальных функций. Рассмотрим функцию Коши [1]:

$$K(t,s,\varepsilon)=\frac{W(t,s,\varepsilon)}{W(s,\varepsilon)}. \tag{7}$$

Здесь $W(s,\varepsilon)$ – вронскиан фундаментальной системы решений уравнения (4), $W(t,s,\varepsilon)$ – определитель третьего порядка, который получается из $W(s,\varepsilon)$ заменой третьей строки соответственно строкой $y_1(t,\varepsilon), y_2(t,\varepsilon), y_3(t,\varepsilon)$, где $y_i(t,\varepsilon), i=1,2,3$ – фундаментальная система решений уравнения (4).

Используя функцию $K(t,s,\varepsilon)$ введем так называемые начальные функции [7]:

$$K_0(t,s,\varepsilon)=\frac{W_0(t,s,\varepsilon)}{W(s,\varepsilon)};\quad K_1(t,s,\varepsilon)=\frac{W_1(t,s,\varepsilon)}{W(s,\varepsilon)}, \tag{8}$$

где $W_0(t,s,\varepsilon)$, $W_1(t,s,\varepsilon)$ определители 3-го порядка, которые получаются из $W(s,\varepsilon)$ заменой 3-ой строки соответственно строками

$$(y_1(t,\varepsilon), y_2(t,\varepsilon),\ 0);\ \ (\ 0,\ 0, y_3(t,\varepsilon)),$$

элементы которых составлены на основе фундаментальной системы решений уравнения (4).

Из (8) с учетом (5) и (6) получим для $K_0^{(q)}(t,s,\varepsilon)$ и $K_1^{(q)}(t,s,\varepsilon)$ следующие асимптотические формулы при $\varepsilon \to 0$:

$$K_0^{(q)}(t,s,\varepsilon)=\varepsilon^2\left[\frac{u_1^{(q)}(t)}{u_1(s)B(s)}-\frac{1}{\varepsilon^q}\exp\left(\frac{1}{\varepsilon}\int_s^t \mu_2(x)dx\right)\frac{u_2(t)\mu_2^q(t)}{u_2(s)\mu_2(s)(\mu_3(s)-\mu_2(s))}+\right.$$

$$\left.+O\left(\varepsilon+\frac{\varepsilon}{\varepsilon^q}\exp\left(\frac{1}{\varepsilon}\int_s^t \mu_2(x)dx\right)\right)\right],$$

$$K_1^{(q)}(t,s,\varepsilon)=\varepsilon^2\left[\frac{u_3(t)\mu_3^q(t)}{u_3(s)\mu_3(s)(\mu_3(s)-\mu_2(s))}\frac{1}{\varepsilon^q}\exp\left(-\frac{1}{\varepsilon}\int_t^s \mu_3(x)dx\right)+\right.$$

$$\left.+O\left(\varepsilon+\frac{\varepsilon}{\varepsilon^q}\exp\left(-\frac{1}{\varepsilon}\int_t^s \mu_3(x)dx\right)\right)\right]. \tag{9}$$

4. Построение граничных функций. Введем в рассмотрение граничные функции:

$$\Phi_i(t,\varepsilon)=\frac{J_i(t,\varepsilon)}{J(\varepsilon)},\ i=1,2,3, \tag{10}$$

где $J(\varepsilon)$ представляет собой определитель третьего порядка, элементы которого составлены на основе системы решений (5) и имеет вид

$$J(\varepsilon)=\begin{vmatrix} L_1y_1 & L_1y_2 & L_1y_3 \\ L_2y_1 & L_2y_2 & L_2y_3 \\ L_3y_1 & L_3y_2 & L_3y_3 \end{vmatrix},$$

$J_i(t,\varepsilon),\ i=1,2,3-$ определитель получаемый из определителя $J(\varepsilon)$ с помощью замены i-ой строки строкой $y_1(t,\varepsilon), y_2(t,\varepsilon), y_3(t,\varepsilon)$, элементы которой составлены на основе фундаментальной системы решений уравнения (4).

В силу (5) нетрудно убедиться, что для определителя $J(\varepsilon)$ при достаточно малых ε на отрезке $0 \le t \le 1$ справедливо

$$J(\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^{n_1+r_1}}\alpha_{1r_1}\beta_{1n_1}u_2(0)u_3(1)\mu_2^{r_1}(0)\mu_3^{n_1}(1)\left[L_2u_1+O(\varepsilon)\right]\neq 0. \tag{11}$$

Принимая во внимание (11) и раскладывая определители $J_i(t,\varepsilon)$ по элементам $i-$ой строки, из (10) получаем следующие асимптотические формулы при $\varepsilon \to 0$:

$$\Phi_1^{(q)}(t,\varepsilon)=-\varepsilon^{r_1-r_2}\frac{\alpha_{2r_2}\mu_2^{r_2}(0)u_1^{(q)}(t)}{\alpha_{1r_1}\mu_2^{r_1}(0)L_2u_1}+\frac{\varepsilon^{r_1-q}}{\alpha_{1r_1}}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \mu_2(x)dx}\frac{u_2(t)\mu_2^q(t)}{u_2(0)\mu_2^{r_1}(0)}+$$

$$+\frac{\varepsilon^{n_1+r_1-r_2-q}}{\alpha_{1r_1}\beta_{1n_1}}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\frac{\alpha_{2r_2}u_3(t)\mu_3^q(t)}{L_2u_1u_3(1)\mu_3^{n_1}(1)}+O\left(\varepsilon+\frac{\varepsilon^{r_1+1}}{\varepsilon^q}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_0^t\mu_2(x)dx}+\frac{\varepsilon^{n_1+r_1-r_2+1}}{\varepsilon^q}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\right),$$

$$\Phi_2^{(q)}(t,\varepsilon)=\frac{u_1^{(q)}(t)}{L_2u_1}-\frac{\varepsilon^{r_1-q}}{\alpha_{1r_1}}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_0^t\mu_2(x)dx}\frac{u_2(t)\mu_2^q(t)}{u_2(0)\mu_2^{r_1}(0)}\frac{L_1u_1}{L_2u_1}-$$

$$-\frac{\varepsilon^{n_1-q}}{\beta_{1n_1}}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\frac{u_3(t)\mu_3^q(t)}{u_3(1)\mu_3^{n_1}(1)}\frac{L_3u_1}{L_2u_1}+O\left(\varepsilon+\frac{\varepsilon^{r_1+1}}{\varepsilon^q}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_0^t\mu_2(x)dx}+\frac{\varepsilon^{n_1+1}}{\varepsilon^q}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\right),$$

(12)

$$\Phi_3^{(q)}(t,\varepsilon)=\frac{\varepsilon^{n_1-q}}{\beta_{1n_1}}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\frac{u_3(t)\mu_3^q(t)}{u_3(1)\mu_3^{n_1}(1)}+O\left(\varepsilon+\frac{\varepsilon^{n_1+1}}{\varepsilon^q}e^{-\frac{1}{\varepsilon}\int\limits_t^1\mu_3(x)dx}\right)$$

5. Построение решения краевой задачи. Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. *Пусть выполнены условия* $I-IV$, *тогда решение* $y(t,\varepsilon)$ *краевой задачи (1) (2) существует на сегменте* $0\le t\le 1$, *единственно и представимо формулой*

$$\begin{aligned}y(t,\varepsilon)&=a_1\Phi_1(t,\varepsilon)+a_2\Phi_2(t,\varepsilon)+b_1\Phi_3(t,\varepsilon)+\\&+\sum_{i=1}^{2}\Phi_i(t,\varepsilon)\sum_{j=0}^{r_i}\alpha_{ij}\frac{1}{\varepsilon^2}\int\limits_0^1K_1^{(j)}(0,s,\varepsilon)F(s)ds-\\&-\Phi_3(t,\varepsilon)\sum_{j=0}^{n_1}\beta_{1j}\frac{1}{\varepsilon^2}\int\limits_0^1K_0^{(j)}(1,s,\varepsilon)F(s)ds+\\&+\frac{1}{\varepsilon^2}\int\limits_0^tK_0(t,s,\varepsilon)F(s)ds+\frac{1}{\varepsilon^2}\int\limits_1^tK_1(t,s,\varepsilon)F(s)ds.\end{aligned}\qquad(13)$$

Доказательство. Для доказательства теоремы непосредственной проверкой достаточно убедиться что функция, заданная по формуле (13), удовлетворяет всем условиям определения решения краевой задачи (1), (2). Неравенство (11) обеспечивает единственность решения задачи (1), (2). Теорема доказана.

Теорема 2. *Пусть выполнены условия* $I-IV$. *Тогда при достаточно малых* $\varepsilon>0$ *для решения* $y(t,\varepsilon)$ *задачи (1), (2) и его производных на отрезке* $0\le t\le 1$ *справедливы следующие оценки*

$$\left|y^{(q)}(t,\varepsilon)\right|\le C\left[|a_2|+\max_{0\le t\le 1}|F(t)|+\frac{\varepsilon}{\varepsilon^q}\left[1+\exp\left(-\frac{\nu t}{\varepsilon}\right)+\exp\left(-\frac{\nu(1-t)}{\varepsilon}\right)\right]\max_{0\le t\le 1}|F(t)|+\right.$$

$$\left.+\frac{\varepsilon^{r_1}}{\varepsilon^q}\exp\left(-\frac{\nu t}{\varepsilon}\right)+\frac{\varepsilon^{n_1}}{\varepsilon^q}\exp\left(-\frac{\nu(1-t)}{\varepsilon}\right)\right],\quad q=0,1,2.\qquad(14)$$

Доказательство. Учитывая (9) и (12) из (13), получим требуемую оценку.

6. Определение вырожденной задачи. Без каких-либо дополнительных соображений мы не можем сформулировать условия для невозмущенного (вырожденного) уравнения

$$L_0\bar{y} \equiv B(t)\bar{y}' + C(t)\bar{y}' = F(t), \tag{15}$$

получаемого из (1) при $\varepsilon = 0$. Такое дополнительное соображение мы можем получить из (14). Отсюда следует, что предельная функция для $y(t,\varepsilon)$ при $\varepsilon \to 0$ должна содержать a_2, так как коэффициент при a_2 имеет порядок $O(1)$ при $\varepsilon \to 0$. Следовательно, условие для решения $\bar{y}(t)$ вырожденного уравнения (15) можно получить из (2) в виде:

$$L_2\bar{y} \equiv \sum_{j=0}^{r_2} \alpha_{2j}\bar{y}^{(j)}(0) = a_2, \tag{16}$$

что является одним из особенностей исследуемой задачи. Условия *I,II,IV* позволяют определить решение $\bar{y}(t)$ вырожденной задачи (15), (16) однозначно на отрезке $0 \le t \le 1$:

$$\bar{y}(t) = \frac{a_2 - L_2P}{L_2u_1}u_1(t) + P(t), \tag{17}$$

где

$$u_1(t) = \exp\left(-\int_0^t \frac{C(x)}{B(x)}dx\right), \quad P(t) = \int_0^t \frac{F(s)}{B(s)}\exp\left(-\int_s^t \frac{C(x)}{B(x)}dx\right)ds.$$

7. Определение величин граничных скачков. Выделим классы краевых задач обладающих явлением граничных скачков:

- Пусть в (2) $r_1 = 1, r_2 = 0,\ n_1 = 1$. В этом случае имеем

$$\lim_{\varepsilon\to 0} y(t,\varepsilon) = \bar{y}(t), \quad 0 \le t \le 1, \quad \lim_{\varepsilon\to 0} y'(t,\varepsilon) = \bar{y}'(t), \quad 0 < t < 1.$$

Для определения величин скачков введем следующее требование.

Va. Пусть:

$$\frac{a_1L_2u_1 - a_2L_1u_1}{\alpha_{11}L_2u_1} - \frac{F(0)}{B(0)} \ne 0, \qquad \frac{b_1L_2u_1 - a_2L_1u_1}{\beta_{11}L_2u_1} - \frac{L_3u_1}{\beta_{11}}\int_0^1 \frac{F(s)}{u_1(s)B(s)}ds - \frac{F(0)}{B(0)} \ne 0.$$

Отсюда и из (14), (17) следует, что в точках $t = 0$, $t = 1$ решение задачи (1), (2) обладает явлением граничных скачков первого порядка, причем величины скачков определяются из следующих равенств:

$$\Delta_0^1 = \lim_{\varepsilon\to 0} y'(0,\varepsilon) - \bar{y}'(0) = \frac{a_1L_2u_1 - a_2L_1u_1}{\alpha_{11}L_2u_1} - \frac{F(0)}{B(0)}, \quad y''(0,\varepsilon) = \frac{\mu_2(0)}{\varepsilon}\left(\Delta_0^1 + O(\varepsilon)\right),$$

$$\Delta_1^1 = \lim_{\varepsilon\to 0} y'(1,\varepsilon) - \bar{y}'(1) = \frac{b_1L_2u_1 - a_2L_1u_1}{\beta_{11}L_2u_1} - \frac{L_3u_1}{\beta_{11}}\int_0^1 \frac{F(s)}{u_1(s)B(s)}ds - \frac{F(0)}{B(0)},$$

$$y''(1,\varepsilon) = \frac{\mu_3(1)}{\varepsilon}\left(\Delta_1^1 + O(\varepsilon)\right);$$

Пусть в (2) $r_1 = 1, r_2 = 0,\ n_1 = 0$. В этом случае имеем

$$\lim_{\varepsilon\to 0} y(t,\varepsilon)=\bar{y}(t),\quad 0\le t<1,\quad \lim_{\varepsilon\to 0} y'(t,\varepsilon)=\bar{y}'(t),\quad 0<t<1.$$

Для определения величин скачков введем следующее требование.

Vb. Пусть: $\dfrac{a_1L_2u_1-a_2L_1u_1}{\alpha_{11}L_2u_1}-\dfrac{F(0)}{B(0)}\ne 0,\quad \dfrac{b_1L_2u_1-a_2L_1u_1}{\beta_{10}L_2u_1}-\int\limits_0^1\dfrac{u_1(1)F(s)}{u_1(s)B(s)}ds\ne 0.$

Отсюда получаем, что в точке $t=0$ решение задачи (1), (2) обладает явлением граничного скачка первого порядка, а в точке $t=1$ решение задачи (1), (2) обладает явлением граничного скачка нулевого порядка, причем величины скачков определяются из следующих равенств:

$$\Delta_0^1=\lim_{\varepsilon\to 0} y'(0,\varepsilon)-\bar{y}'(0)=\frac{a_1L_2u_1-a_2L_1u_1}{\alpha_{11}L_2u_1}-\frac{F(0)}{B(0)},\quad y''(0,\varepsilon)=\frac{\mu_2(0)}{\varepsilon}\left(\Delta_0^1+O(\varepsilon)\right)$$

$$\Delta_1^0=\lim_{\varepsilon\to 0} y(1,\varepsilon)-\bar{y}(1)=\frac{b_1L_2u_1-a_2L_1u_1}{\beta_{10}L_2u_1}-\int\limits_0^1\frac{u_1(1)F(s)}{u_1(s)B(s)}ds,\quad y'(1,\varepsilon)=\frac{\mu_3(1)}{\varepsilon}\left(\Delta_1^0+O(\varepsilon)\right).$$

Список использованной литературы

1 Касымов К.А., Нургабыл Д.Н. Асимптотические оценки решения сингулярно возмущенной краевой задачи с начальным скачком для линейных дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения. – 2004. – Т.40. – № 4 – С. 597-607

2 Касымов К.А., Жакипбекова Д.А., Нургабыл Д.Н. Представление решения краевой задачи для линейного дифференциального уравнения с малым параметром при старших производных // Вестник Казахского национального университета им. Аль- Фараби – 2001. – №3, - С.73-78.

3 Nurgabul D. Asymptotic estimates for the Solution of a Restoration Problem with Initial Jump// Journal of Applied Mathematics. USA. Vol. – 2014 (2014), Article ID 956402

4 Дауылбаев М.К. Асимптотические оценки решений интегро-дифференциальных уравнений с малым параметром. // Математический журнал. Институт математики МОН РК, -2008. - т.8. - №4 –С.57-63.

5 Касымов К.А., Дауылбаев М.К., Атахан Н. Асимптотическое поведение решения сингулярно возмущенной краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений // Вестник КазНУ. Сер.матем., механ. Алматы, № 3 (2012). -С. 28-347.

6 Нургабыл Д.Н. Асимптотическое разложение решения краевой задачи с начальным скачком // Вестник Карагандинского государственного университета, серия математика. -2008, №1, С.40-47.

7 Нургабыл Д.Н. Построение решения сингулярно возмущенной краевой задачи имеющего начальный скачок // Вестник Кыргызского государственного Национального университета. 2001. сер.3., вып.6., С.173-177.

УДК 514.1
ГРНТИ 27.21.15

Ж. Нұрпейіс[1], Ұ. Көшербаева[2], Ж. Таласбаева[3]

[1,2,3]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ГЕОМЕТРИЯ КУРСЫНДА КЕҢІСТІК ФИГУРАЛАРЫН КЕСКІНДЕУ

Аңдатпа

Ұсынылып отырған мақалада көпжақты жазықтықпен қиғандағы қиманы салу қарастырлады. Көпжақты жазықтықпен қиғандағы қиманы салу дегеніміз ізделінді қима мен көпжақтың жақтарының қиылысу түзулерін, демек, көпжақтағы іздерді салу. Қима жазықтық бір түзуде жатпайтын үш нүкте; түзу және одан тыс жатқан нүкте; қиылысатын екі түзу арқылы; аталып өтілген геометриялық элементтер мен көпжақтың жақтары, қырлары, диагоналдарымен арасындағы байланыстармен сипатталып анықталады. Көпжақтарды жазықтықпен қиғандағы қиманы дұрыс салу - оқушылардың кеңістікке деген түсінігін және кеңістікке деген көзқарасын арттыратыны аталып өтілді. Берілген үшбұрыштың, параллелограмның кескіні кез келген үшбұрыш және параллелограмм. Тетраэдрдің кескіні кез келген дөңес немесе дөңес емес диагональдары жүргізілген кез келген төртбұрыш.

Түйін сөздер: кеңістіктегі фигуралардың кескіні, ізі, ізделінді қима, сәйкестік, қиманың ізі, жатады, фигуралардың қиылысуы және бірігуі.

Аннотация

Ж. Нұрпейіс[1], Ұ. Көшербаева[2], Ж. Таласбаева[3]

[1,2,3] Казахский национальный университет им.аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФИГУР В КУРСЕ ГЕОМЕТРИИ

В данной статье рассматривается построение плоских сечений многогранников плоскостями. Построить сечение многогранника плоскостью – это значит построить прямые, являющиеся следами пересечения граней многогранника данной плоскостью. Секущая плоскость определяется следующим образом: тремя точками, которые не лежат на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на ней; двумя непересекающимися прямыми, некоторыми из указанных геометрических элементов с различными зависимостями гранями, ребрами, диагоналями многогранника. Использованы параллельность, перпендикулярностьзадание величин двугранных углов, изображением данных треугольника и параллелограмма служат любой треугольники любой параллелограмм. Изображением тетраэдра служить произвольный выпуклый или невыпуклый четырехугольник с проведенными в нем диагоналями.

Ключевые слова: изображение пространственных фигур, след, сечение, соответствие, след сечения, принадлежит, объединение, пересечение фигур.

Abstract

IMAGE OF SPATIAL FIGURES IN THE GEOMETRY COURSE

Nurpeis Zh. [1], Kosherbayeva U.[2], Nalaspayeva Zh.[3]

[1] Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The construction of flat cross-sections of polyhedron by planes are considered in this arcticle. Construct a cross-section of a polyhedron by a plane is the means constructing lines that are traces of the intersection of facets of a polyhedron by a given plane. The cutting plane is defined as follows: by three points that do not lie on one straight line; a straight line and a point not lying on it; two non-intersecting lines, some of these geometric elements with different dependencies of facets, edges, diagonals of the polyhedron. Parallelism, perpendicularity of dihedral angles are used, triangles of any parallelogram serve as an image of these triangles and a parallelogram. The image of a tetrahedron is an arbitrary convex or nonconvex quadrangle with diagonals carried in it.

Key words: image of spatial figures, trace, section, correspondence, trace of a section, belongs, union, intersection of figures.

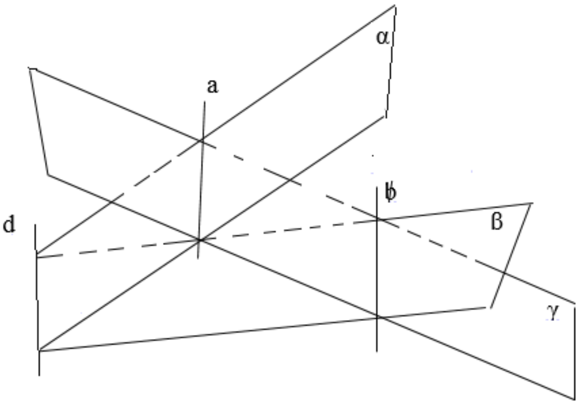
Мектептің «Геометрия» оқулығымен танысқаннан кейін кейбір материалдардың оқушыларға көптеген қиындық туғызатынын байқау қиын емес. Мұндай тақырыптардың бірі - оныншы сыныптағы кеңістіктіктегі көпжақтардың жазық қималарын салу. Жазық фигуралардың кескінін салуда айтарлықтай қиындық кездесе қоймайды, салынған кескін не түпнұсқасының көшірмесі, не берілген фигураға ұқсас фигура болады. Біз негізінен көпжақтардың жазық қималарын салу теориясына тоқталып өтеміз. Мектептегі оқулықта жиындар теориясының белгілері қолданылмайды, бірақ «Мектептегі математика» журналында бұл белгілеулерді қолдануға болатыны атап өтілген. Осы себепті мұғалімдерге ұсынылатын көмекші мақалада $\in$,$\cup$, $\cap$ (жатады, бірігеді, қиылысады) белгілерін қолданамыз.

Көпжақтарды жазықтықпен қиғандағы қиманы дұрыс салу - оқушылардың кеңістік деген түсінігін және кеңістікке деген көзқарасын арттырады. Қиманы салу әдісіне үйретпестен қажет жазықтықтардың төмендегідей орналасуларына назар аударған жөн:

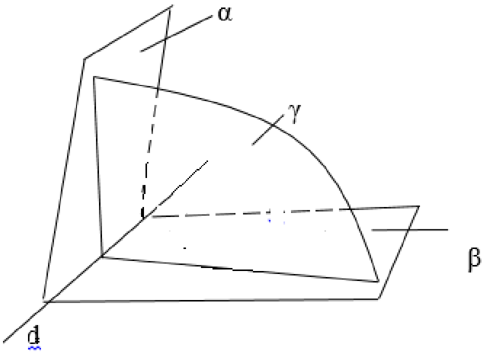
а) Егер α және β жазықтықтары d түзуі бойынша қиылысса, ал γ жазықтығы α, β жазықтарын сәйкесінше a және b түзулері бойынша қиып өтсе, онда a және b түзулері не d түзуіне параллель, не d түзуінде жататын нүкте бойынша қияды (1,2 суреттер).

ә) Егер α және β жазықтары параллель , ал γ жазықтығы бұл жазықтықтарды сәйкесінше a мен b түзулері бойынша қиып өтсе, онда a және b түзулері өзара параллель болады (3 сурет).

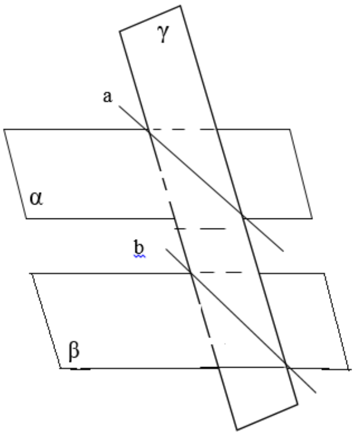
Қима жазықтықты әдетте а) бір түзудің бойында жатпайтын үш нүкте бойынша; ә) түзу және осы түзуден тысқары жатқан нүкте бойынша; б) қиылыспайтын екі түзу бойынша салу талап етіледі.



Сурет 1



Сурет 2



Сурет 3

Қиманы салуда «сәйкестік» және «қиманың ізін» салу әдісін қолданамыз. Сәйкестік әдісте ізделінді қима мен көпжақтың табанына ортақ нүктені саламыз, ал қиманың ізін салуда ізделінді қима мен көпжақтың жағына ортақ түзу - «ізді» саламыз. Осы айтылғандарға сүйене отырып, кескіндеу әдісінің, демек, көпжақтардың қималарын салудың төмендегідей тізбегін негізге алуға болады:

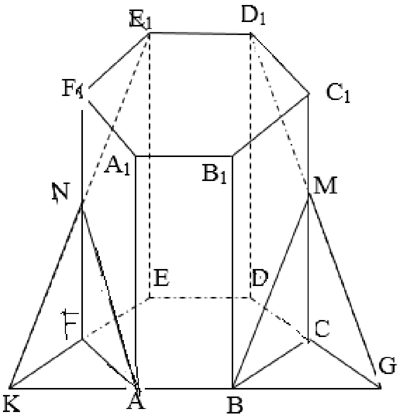
1. Ізделінді қима мен көпжақтың жақтарымен қиылысатын түзулерді тауып салу.
2. Жазықтықтардың қиылысу сызығын тауып салу үшін екі жазықтыққа ортақ екі нүктені тауып, осы екі нүкте бойынша қиылысу сызығын жүргізу.
3. Түзу мен жазықтықтың қиылысу нүктесін табу үшін берілген түзумен қиылысатын жазықтықтағы белгілі бір түзуді көрсету.

Мектеп бағдарламасында кескіндеу әдісіне уақыт аз берілгендіктен, кескіндеу әдістерінің көптеген есептерін факультативтік немесе қосымша сабақтарда тиянақты шығарып көрсетуге болады.

Оқулықтан мына есепті қарастырайық :

1-мысал. Бүйір жақтары квадраттар болатын алты бұрышты дұрыс призманың төменгі табанының қабырғасы мен жоғарғы табанының оған қарсы жатқан қабырғасы арқылы жазықтық жүргізіңдер.

Шығарылуы. Төменгі табанның (АВ) қабырғасы және жоғарғы табанның $(E_1 D_1)$ қабырғасынан өтетін қима жазықтық салу керек.



Сурет 4

Ізделінді қима мен (DCC_1D_1) жағының қиылысу түзуін табамыз. Бұл ізделінді түзудің D_1 нүктесі белгілі. Екінші нүкте ($ABCD$) және (DCC_1D_1) жазықтықтарының қиылысу түзуінде жатады. Демек, $DG = (ABCDEF) \cap (DCC_1D_1)$. Ізделінді қима ($ABE_1D_1$) қырлары арқылы өтеді, олай болса

$D_1G = (ABD_1E_1) \cap (DCC_1D_1)$, ал D_1G түзуі CC_1 қырын M нүктесінде қияды:

$M = (D_1G) \cap (CC_1)$. Осы сияқты N нүктесін табамыз: $N = (ABD_1\,E_1) \cap (FF_1)$. Демек , ізделінді қима - $ABMD_1\,E_1\,NA$. Осы салуларды математикалық терминмен жазайық:

1. $(CD) \cap (AB) = G$; 2. $(D_1G) \cap (CC_1) = M$; 3. $(AB) \cap (EF) = K$;

4. $(E_1\,K) \cap (FF_1) = N$; 5. ($ABMD_1\,E_1\,NA$) - ізделінді қима.

2-мысал. Кубтың қиылыспайтын қырларында жататын P,Q,R нүктелері арқылы өтетін кубтың қимасын салыңдар.

Шығарылуы.

1. R нүктесінен AD қабырғасына перпендикуляр түсіріп, қиылысу нүктесін E әрпімен белгілейміз (5-сурет).

2. R, Q нүктелері яғни RQ түзуі ізделінді қимаға тиісті , ал EC түзуі ABCD жазықтығында жатыр, олай болса $F = (EC) \cap (RQ)$ нүктесі ізделінді қимаға және ABCD жағына тиісті.

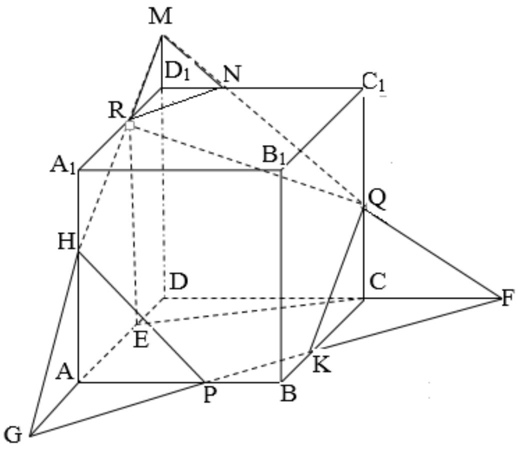
3. F,P нүктелері әрі қимаға, әрі ABCD жағына тиісті, олай болса FP түзуі ABCD табанындағы қиманың ізі болады.

4. Қимадағы PF және AD түзулерінің қиылысуы $G = (PF) \cap (AD)$ нүктесін саламыз, сонда G нүктесі ізделінді қимаға және (ADD_1A_1) жағымен анықталатын жазықтыққа тиісті .

5. $(RG) \cap (AA_1) = H$, $(RG) \cap (DD_1) = M$ нүктелерін саламыз.

6. M нүктесі әрі ізделінді қимаға, әрі (DCC_1D_1) жағымен анықталатын жазықтыққа тиісті .

7. $(MQ) \cap (D_1C_1) = N$ нүктесін салып, ізделінді (PKQNRH) қимасын табамыз.



Сурет 5

3-мысал. ABCDE төртбұрышты пирамидасында $P \in (AE)$, $Q \in (BE)$, $R \in (CE)$ нүктелерінен өтетін жазық қиманы салыңдар.

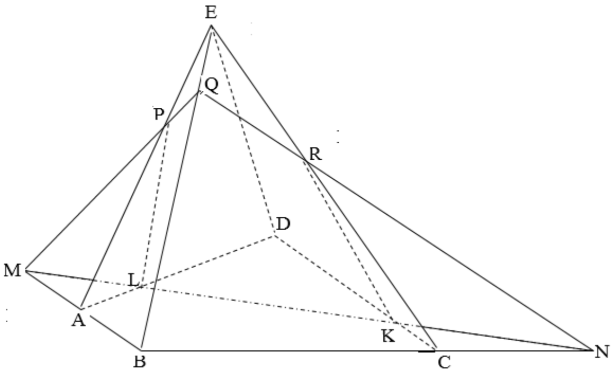
Шығарылуы. Ізделінді қима жазықтықты α арқылы белгілейік.

1. P, Q нүктелері (ABE) жағында жататын болғандықтан PQ түзуі (ABE) жағындағы қиманың ізі болады.

2. AB є(ABE), PQєα болғандықтан (AB) ∩ (PQ)=M нүктесі α қимаға да, (ABE(жағына да тиісті.

3. (QR)∩(BC)=N нүктесін саламыз, сонда Nєα, Nє (BCE), олай болса MN түзуі α қимасының ABCD табанындағы ізі болады.

4. MN түзуі мен AD,DC қырларының қиылысу L және K нүктелерін тауып, (PQRKLP)-ізделінді қимасын саламыз.



Сурет 6

4-мысал. Төртбұрышты пирамиданың бүйір жақтарында жататын M , N нүктелері және бүйір қырында жататын P нүктесі берілген. Осы нүктелерден өтетін жазықтық пен пирамиданың қимасын салу керек.

Шығарылуы. Пирамиданың табан жазықтығында MN түзуінің ізі H нүктесін табамыз: ол үшін

1. SM және АД түзулерінің қиылысу $M^{'}$ нүктесін және осы сияқты SN және AB түзулерінің қиылысу $N^{'}$ нүктесін табамыз;

2. $M^{'}N^{'}$ және MN түзулерінің қиылысу H нүктесі осы MN түзуінің ізі болады; 3. MP және MC түзулерінің қиылысу G нүктесін саламыз, бұл нүкте MP түзуінің ізі болады;

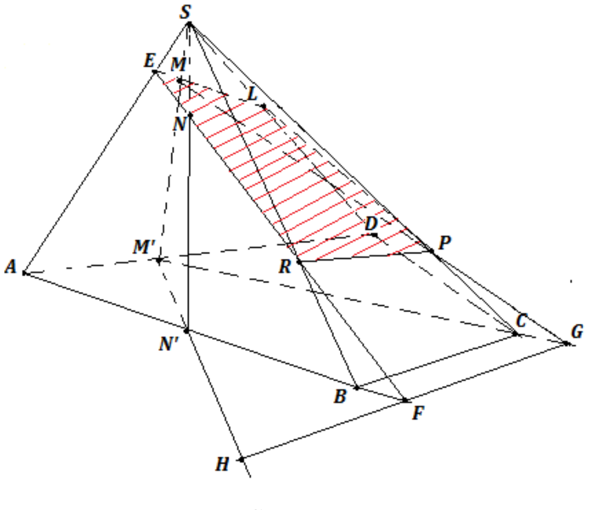
4. HG түзуін жүргіземіз, бұл түзу ізделінген қиманың пирамиданың табан жазықтығындағы ізі болады.

5. AB және HG түзулерінің қиылысу F нүктесін табамыз, бұл F нүктесі қима жазықтығына және SAB бүйір жазықтығына тиісті;

6. F және N нүктелерінен өтетін FN түзуі пирамиданың SA қырын E нүктесінде, ал пирамиданың SB қырын R нүктесінде қияды;

7. EM түзуі пирамиданың SC қырын L нүктесінде қияды;

8. (ERPL) – ізделінді қима.



Сурет 7

Қиманы салуға берілген жаттығу есептері

1. Төртбұрышты пирамиданың табанындағы бір төбесінен өтетін және пирамиданың қарсы бүйір қырына перпендикуляр болатын қиманы салыңыз.

2. Төртбұрышты призманың әртүрлі бүйір жақтарында жататын F,M,N нүктелерінен өтетін жазықтық пен пирамиданың қимасын салу керек.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1 Бескин Л.Н. Стереометрия. М:Просвещение. 1971.

2 Бескин Л.Н. Изображения протранственных фигур. М: Наука. 1971.

3 Изображения фигур в курсе геометрии. М.Учпедгиев. 1958.

4 Нұрпейіс Ж.,Көшербаева Ұ.,Таласбаева Ж., Үшбұрыштың тамаша нүктелері және сызықтары. Медиана //Хабаршы ҚазҰПУ, №1(49), 2015,49-54 бет

УДК 51:37.016
ГРНТИ 13.00.02

В.А. Мамаева [1], А. Касинов [2]

[1,2] Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, механика-математика кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан

ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАЗМҰНДЫ ЕСЕПТЕРДІ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Соңғы жылдардағы көптеген әдебиеттерде модельдеу әдісіне талдау жасалды, оны жекелеген ғылымда: техникада, биологияда, тіл білімінде, экологияда, медицинада, экономикада және т.б. қолдану мүмкіндіктері зерттелді.

Бұл жұмыста математикалық және экономикалық білімдерін кіріктірудің негізгі бағыттары айқындалған. Экономиканың математикалық моделдерін құру мәселелері қарастырылған. Математика курсында экономика мәселелерін оқытудың білім беру, тәрбиелік және дамытушылық мақсаттары да атап өтілген. Есепті бірнеше саты арқылы математикалық модель ішінде көрсетілген. Соңында математикалық модель туралы түсініктерді қалай дамыту мен нақтылауға болатынына есептер келтірілген. Математикалық модельдеуге үйретудің қажеттігі, математикалық модельдер құруға үйретудің жалпы әдістемелік сызбасы, математикалық модельдеу туралы түсінік қалыптастырудың негізгі ұғымдарының қысқаша мазмұны айқындалған. Көптеген әдебиеттерде модельдеу әдісіне талдау жасалып, оны жекелеген ғылымда қолдану мүмкіндіктері зерттелген.

Түйін сөздер: тәуелділік, үнемдеу, өндіріс тиімділігі, моделді нақтылау, математикалық біліктер, дағдылар.

Аннотация

В.А. Мамаева [1], А. Касинов [2]
[1,2] преподаватель механика-математического факультета КазНУ им.аль-Фараби,
г.Алматы, Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ

В последние годы во многих литературах был сделан анализ на методы моделирования, некоторые науки: машиностроение, биология, лингвистика, экология, медицина, экономика и т.д. исследовали возможность использования. В статье определены основные направления экономической и математической интеграции знаний. Рассмотрены проблемы создания математических моделей экономики. Отмечены экономические проблемы в процессе обучения математике, образовательные и развивающие цели образования. Указаны несколько шагов решения задачи в математической модели. Приведены примеры развития и уточнения понятия математических моделей. Также отмечены необходимость изучения математического моделирования, математические модели для создания общей методологической схемы обучения, краткое содержание математического моделирования, чтобы понять основные понятия. Во многих литературах проанализированы методы моделирования, исследованы возможности использования в отдельных науках.

Ключевые слова: зависимость, экономить, производственная эффективность, точность модели, математические умение, навыки.

Abstract

MATHEMATICAL MODELING OF A PROBLEM ECONOMIC CONTENTS

Mamaeva V.A.[1], *Kasinov A.* [2]

[1] *Teacher of the Faculty of Mechanics and Mathematics, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan*

In recent years, many literatures have analyzed modeling methods, some sciences: engineering, biology, linguistics, ecology, medicine, economics, etc. investigated the possibility of use.

The article defines the main directions of economic and mathematical integration of knowledge. Considered the problems of creating mathematical models of the economy. Noted Economic problems in the process of teaching mathematics, educational and developmental goals of education. Several steps of solving the problem in a mathematical model are indicated. Examples of development and refinement of the concept of mathematical models are given.

Also noted the need to study mathematical modeling, mathematical models to create a general methodological training scheme, a brief content of mathematical modeling, to understand the basic concepts. Many literatures have analyzed modeling methods, explored the possibilities of using it in individual sciences.

Key words: dependence, economize, production efficiency, accuracy of model, mathematical ability, skills.

Белгілі ғалым-педагог В.М.Монахов "Экономикада математикалық әдістерді бүгінгі күнгі пайдаланудың басты идеясы – модельдеу", – деп тұжырымдайды. Шын мәнінде, математикалық әдістер шынайы өмірде тікелей қолданыс таба алмайды, олар тек математикалық модельдер жасауда ғана қолданылады. Бұлардың негізінде алынған нәтижелер модель нақты экономикалық жағдайларды дәл бейнелей алса ғана практикалық мәнге ие болады. Экономикада қолданылатын арнайы математикалық әдістерді жасау қолданбалы математика пәндерінің тұтас кешенін жасауға алып келді: сызықтық программалау, динамикалық программалау, ойындар теориясы, сызықтар теориясы. Бұлар біріктіріліп, әдетте "Математикалық экономика" деген ортақ атпен аталады [1, 26 б].

Соңғы жылдардағы көптеген әдебиеттерде модельдеу әдісіне талдау жасалды, оны жекелеген ғылымда: техникада, биологияда, тіл білімінде, экологияда, медицинада, экономикада және т.б. қолдану мүмкіндіктері зерттелді [2; 3; 4]. Логикалық көзқарас тұрғысынан модельдеу әдісі бір объектіні танып-білуден өзге объектілерді танып-білуге өтуді білдіреді. Модель – кейбір нақты өмірде бар немесе ойда елестетілетін жүйе. Ол таным үрдісінде өзге жүйені – түпнұсқаны алмастырады және сипаттайды. Түпнұсқамен ұқсастық қатынаста болады, соның нәтижесінде модельдерді зерттеу түпнұсқа туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

Шын мәнінде, математика курсының кез келген тақырыбы қандай да бір математикалық модель құрастырумен аяқталады. Талқылау нәтижесінде қандай да бір формула, график, алгоритм және т.б. алынады, яғни моделдеу ісімен айналысамыз.

Мектептегі математика курсының экономикалық бағдарын жүзеге асыру математикалық модельдеуді қолданумен тығыз байланысты. Мұны Б.В.Гнеденко, С.Л.Соболев, А.Н.Тихонов және т.б. зерттеушілер атап өтті. С.Л.Соболев бұл жөнінде былай деп жазды: "біздің кезімізде математика курсының практикалық бағдары ең алдымен оқушыларды нақты немесе жобаланатын дүние құбылыстары арасындағы қатынастармен және оның математикалық модельдерімен таныстыруды білдіретін. Оқушыны өмірде кездесетін жағдайлардың математикалық моделін жасауға іс жүзінде үйрету керек″ [5, 15 б].

Математикалық модельдеудің мағынасын сипаттай келе, А.Н.Тихонов және Д.П. Костомаров: «Математикалық модель қарастыратын обьектіге ешқашан толық сәйкес келмейді, оның барлық қасиеттері мен ерекшеліктерін бермейді. Ол қарапайымдалған, идеалдандырылған негіздегі объектінің жуықталған көрінісі болып табылады», – деп тұжырым жасайды.[6,15 б].

Экономикалық мазмұнды есептерді зерттеу әдетте қарастырылатын объектінің барынша қарапайым математикалық моделін құрастыру мен талдаудан басталады. Бірақ одан кейін моделін нақтылау, оны обьектіге толық сәйкестендіру қажет. Бұл барынша дәл келу талабымен, объект туралы математикалық модельде көрсетілуі қажет жаңа ақпараттың пайда болуымен, бастапқы модельдің қолдануылуы шегінен шығатын параметр көлемі ұлғаюымен және т.б. байланысты.

Математиканы оқыту әдістемісі және т.б. жөніндегі зерттеулерде «модель», «модельдеу» ұғымдарын мектептегі математика курсына енгізу қажеттілігі туралы мәселе қойылған. Математикалық модельдеуге үйретудің қажеттігі дәлелденген, математикалық модельдер құруға үйретудің жалпы әдістемелік сызбасы дайындалған, математикалық модельдеу туралы түсінік қалыптастырудың негізгі ұғымдарының мазмұны айқындалған, мектептегі математика курсында математикалық модельдеу элементтері көрініс табуы мынадай бірқатар маңызды педагогикалық міндеттерді шешуге көмектесетіні көрсетілген:

а) қолданбалы бағытты жетілдіру;

ә) математикалық мәдениет пен жалпы мәдениет элементерін қалыптастыру;

б) пәнаралық байланысты жүзеге асыру және т.б.

Қолданбалы математиканы математикадан тысқары пайда болатын есептерді оңтайлы шешу туралы ғылым деп сипаттауға болады. Сондықтан, қолданбалы есеп – математикадан тысқары қойылған және математикалық құралдармен шешілетін есеп. Зерттеу авторларының көпшілігі қолданбалы есепті шешудегі 3 кезенді бөліп көрсетеді.

1. Қалыпқа келтіру, берілген есепті табиғи тілден математикакалық терминдер тіліне аударып, оның моделін құру. Бұл кезең, әдетте математикалық есеп моделін құру деп аталады.
2. Есепті модель ішінде шешу.
3. Алынған нәтижені талдау, алынған нәтижені (математикалық шешімді) бастапқы есептің табиғи тіліне аудару.

Экономикалық мазмұнды есепті шешкен кезде бірінші кезең өте қиын болады. Экономикалық мазмұндағы есеп шарты, әдетте табиғи тілде жазылатыны белгілі. Сондықтан бұл қиындықтардан шығу үшін есепті табиғи тілден математикалық тілге аударуды білу деңгейінің жеткілікті дәрежеде жоғары болуы қажет. Ал бұл экономикалық ойлаудың қалыптасуы мен дамуына байланысты. Шынайы объекті мен оның сипаттарынан тыс математикалық объектіге өту – күрделі операция, сондықтан, есепті табиғи тілден математикалық тілге аударуға баса назар аударылуы тиіс.

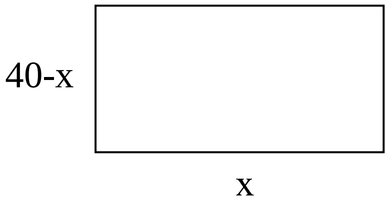
Мектептегі математика курсының міндеті математикалық теорияларды үйрету, ал есептердің негізгі қызметі осы теорияларды білуді тиянақтау деп түсініледі. Екінші кезеңге – математикалық модельдерді оқып біліп, оны шешуге қарай ақталмайтын ауытқу орын алады. Математика бойынша мектеп бағдарламасы мынадай түрде құрылуы керек деп білеміз: онда қазіргі математиканы оқыту мақсаттарына сай модельдеудің негізгі үш сатысының көңіл бөлу арқылы математикалық модельдеу идеясы үздіксіз жүруі керек.

Жоғарыда аталып өткен бірінші кезең – математикалық модель құру. Математикалық модель құру дағдыларын үйрену математика курсын оқу барысында бәрінде үздіксіз жүруі тиіс, осы курстың жекелеген тақырыбына тұйықталып қалмау керек. Тапсырмалар жүйесі тек қана теориялық білімді меңгерумен шектеліп қана қоймай, алған білімді практикада пайдалануға негізделуі тиіс.

Құрылған математикалық модель туралы түсініктерді қалай дамыту мен нақтылауға болатынына мысал келтірейік.

Мысал. Қойма жасау үшін 80 метр тормен жердің ауданын барынша үлкен тіктөртбұрышты етіп қоршау керек. Қоршалатын жердің өлшемдерін табыңдар.

Шешуі:



1саты (қалыптастыру). Объектінің математикалық моделін құрамыз. Тіктөртбұрыштың ұзындығын x метр деп белгілейміз де, *(40-x)* метр деп тіктөртбұрыштың енінің ұзындығын аламыз, сонда тіктөртбұрыш ауданы $S(x)$ мына формуламен анықталады:

$$S(x) = x(40 - x), x \in (0; 40)$$

Есептің математикалық моделі алынды.

II саты. (Есепті модель ішінде шешу). Алынған тәуелділіктің $S(x) = x(40 - x) = -x^2 + 40x$ графиктік сызбасын тікбұрышты координат жүйесінде *(X0S)* саламыз. График тармақтары төмен бағытталған парабола, себебі $a = -1 < 0$ ал параболаның төбесінің $M(x; y)$ координатасы мына формуламен есептеледі

$$x = -\frac{b}{2a} = -\frac{40}{-2} = 20 \quad y = -20^2 + 40 \cdot 20 = -400 + 800 = 400 \quad M(20; 400)$$

Бұдан $x = 20$ болғанда, $S(x)$ функциясының ең үлкен мәні 400-ге тең болатынын көруге болады.

III саты (түсінік беру). Нәтижені математикалық тілден есептің табиғи тіліне аударамыз. Қойманың бір кабырғасының ұзындығы 20 метр болса, онда екінші қабырғасының ұзындығы $40 - x = 40 - 20 = 20(м)$. Олай болса, қойма ауданының ең үлкен мәнін ол квадрат формалы болғанда ғана қабылдай алады.

Сонымен, математикалық модельдеу экономикалық мазмұндағы есептерді шешу құралы болады деген тұжырым жасауға болады.

Математикалық біліктілік пен дағдылар есептеумен тікелей болсын тікелей болмасын байланысқан оқу тапсырмаларын орындау процесінде қалыптасады. Мұндай есептер мәтіндік және экономикалық мазмұнды есептер болуы мүмкін. Экономикалық есептерді шешу процесіне жасалған талдау оны шешу жоспарын жүзеге асыру жолдарын іздестіру кезеңіне мектеп курсының мәтінді алгебралық есептерін шешу сатылары сәйкес келетінін көрсетті.

Экономикалық мазмұндағы есептерді шығару математикалық білімді өмірмен тығыз байланыстыруға, алған білімдерді еңбекпен байланысты іс-әрекеттермен қолдана білуге көмектеседі. Алуан түрлі экономикалық мазмұнды есептер шығару үстінде, қаржы, еңбек, пайда, рентабельдік, өзіндік құн, еңбек өнімділігі, рынок және т.б. ұғымдармен танысуға болады. Бірден бір маңызды экономикалық ұғым қатарына өндіріс тиімділігі деген түсінік жатады.

Өндіріс пайдалы өнім шығару процесі. Өндіріс тиімділігі – ол еңбектің ең жоғарғы нәтижесінде жоспарланған бағдарламалардың орындалуы арқылы жетуді түсіндіреді. Ауыл шаруашылығы өндірісін жолға қоюда жалпы табыс және тауар өнімі терминдер арқылы есептер құрастырылады.

Жер қаншалықты тиімді пайдаланылады, жердің шығымы қаншалықты өнім береді, еңбек етушілер қандай жолдармен ысырапсыз егінді жинап ала алады, осының барлығы құрастырылатын есеп мазмұнына ендірілуі арқылы экономикалық ұғымдарды терең түсінуге жол ашады.

Есептердің шартында теориялық немесе практикалық маңызы бар сұрақ туатын қандай бір болмасын жағдай баяндалады. Есептердің мақсаты алған білімдерін практикада қолдануға үйрету және әрі қарай дамыту болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін экономикалық мазмұнды математикалық есептерді қарастыру, оқушыларға оларды шығарудың әдіс-тәсілдерін үйрету және есеп шығару дағдыларын қалыптастыру қажет. Есеп шығару барысында экономикалық ұғымдардың мағынасы ашылып, нақтыланады.

Экономикалық мазмұнды математикалық есептердің шығарудың практикалық мәні зор. Мұндай есептердің мазмұны тек қана теориялық біліммен қаруландырып қоймай, оларды келешекте өздігінен дұрыс шешім қабылдауға, еңбек өнімділігін арттыратын әдіс-тәсілдерді іздеп табуға баулиды.

Бұлардың бәрі материалдық қаржы қорын, жұмыс уақытын тиімді пайдалана білуге, еңбек өнімділігін арттыруға, жұмыс сапасын көтеру мүмкіндігін табуға, шаруашылыққа тәрбиелеуге мүмкіндік туғызады.

Материалдық қаражат түрлерін үнемдеп пайдалану жолында өндіріс орындарында ғана емес жеке отбасы өмірінде де түрлі қиыншылыққа кездесуге болады. Осы жағдайлар оқушыларды бұйымдардың, ақшаның және т.б. құндылығын түсініп, үнем ережесінің тиімді жолдарын іздестіруге тәрбиелейді.

Практикада жиі кездесетін жәй, әрі өзекті мәселелердің бірі – көлік тасымал мұқтаждығы. Көлік – қатынас құралдарын оңтайлы пайдалану, жүктің түрлерін дұрыс тандауға, көліктің жүкке лайықтығына тығыз байланысты. Жалпы жүк тасу жұмысы – негізгі өндіріс үрдісі. Олар еңбек пен құралдардың қатыстарымен бірге күш қажет етеді. Еңбек өнімділігін арттыру, тасымалдың өзіндік құнын төмендету, шаруашылықтағы жүк тасымалы жұмыстарының ғылыми ұйымдасуына, жалпы мекемедегі ішкі-сыртқы жағдайға тығыз байланысты.

Өнімділік – бұл еңбектің нәтижелілігі. Бұл уақыт бірлігінде өндірілген өнім санымен өлшенеді. Еңбек өнімділігі тек еңбекке ғана емес, сондай-ақ техникалық прогреске байланысты.

Уақытты үнемдеу үшін өндіріс өнімділігін, техникалық прогрестің шапшаңдылығын арттыру, қорларды дұрыс пайдалану, еңбекті ғылыми ұйымдастыру қажет. Еңбек өнімділігі артқан кезде өнім бірлігін шығаруға кеткен еңбек үлесі қысқарады да, еңбекпен салыстырғанда өндіріс құралдарының үлесі артады.

Үнемдеу дегеніміз – құнды бұйымдарды, заттарды шығыннан сақтау, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану.

Өндірістік практикада жиі кездесетін жай – күрделі есептерді шешу, олар арнайы есептерді керек етеді.

Есептер жүйесіне практикалық жағдайды модельдеуге математикалық білімді колдануды көрнекі көрсетуге немесе керісінше, қандай-да бір математикалық модельмен сипатталатын әр түрлі экономикалық табыстарға мысалдар келтіру арқылы формуланың практикада қолданылуын, математиканың рөлін, абстрактілі ғылым екенін көрсетуге мүмкіндік беретін есептерді енгізу қажет.

Мысалы:

1. Есеп. x^2-58x+480=0 теңдеуін шешіңдер.

2. Есеп. Ұзындығы 116 м құрылыс материалы бар. Онымен құс фермасындағы ауданы 4,8 а, тіктөртбұрыш тәрізді үйрек қамайтын орынды қоршап шығуға бола ма? Оның қабырғаларының ұзындығын анықтандар.

3. Есеп. Зауыт белгіленген уақытта 480 машина жасап шығаруы керек еді. Әр күні бір машинадан артық жасай отырып, белгіленген уақыттан бір күн артық жұмыс істеп, жоспардан артық 59 машина жасады. Завод белгіленген уақытта жоспардан артық неше машина жасады?

4. Есеп. Ауылдан қалаға қарай велосипедші қашықтығы 24 км жолмен жүрді. Ол қайтарда ұзындығы 30 км жолмен жүріп ауылға келді. Қайтар жолда жылдамдығын 2 км/сағ арттырса да, жолға 6 минут артық жұмсады. Велосипедші қайтар жолында қандай жылдамдықпен жүрді?

Берілген есептер бір қарағанда әр түрлі сияқты, өйткені есептердің құрылымы және шығарылу әдістері әр түрлі. Мысалы,

1-есеп. Квадрат теңдеуді шешуді талап етеді.

2-есеп. Практикалық мазмұнды, ол құрылымы қосындысы және көбейтіндісі бойынша сандарды табуға берілген есепке жатады.

3-есеп. Жұмысқа байланысты берілген.

4-есеп. Қозғалысқа берілген.

2, 3, 4 есептердің математикалық моделін құрайық.

2-есеп. $\frac{480}{x}+x=58$, мұнда **x** - қабырға ұзындығы.

3-есеп. $\frac{480}{x}+1=\frac{480+59}{x+1}$, мұнда **x** - бір күнгі шығарылатын машинаның саны.

4-есеп. $\frac{24}{x}+\frac{1}{10}=\frac{30}{x+2}$, мұнда **x** - велосипедшінің ауылдан қалаға барғандағы жылдамдығы.

Осы теңдеулерді шешу $x^2-58x+480=0$ теңдеуін немесе 1- мысалды шешуге келтіріледі.

2-4 есептердің әрқайсысының табиғаты әр түрлі, бірақ осы есептердің элементтерінің арасындағы тәуелділікті математикалық өрнектеу, ол тәуелділікті осы есептердің математикалық моделі болатын мынадай теңдеу арқылы: x^2-58x+480=0 жазуға жол ашады. Бұл теңдеу есептердегі элементтердің байланысын «таза» түрде, нақты мазмұннан тыс көрсетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Монахов В.М. Роль математики в повышении экономической грамотости школьников. //Советская педагогика . М., 1972, №6, 26 с.

2 Акчурин И.А., Введенов М. Ф., Сачков Ю.В. Познавательная роль математического моделирования. М., 1968, 48 С. (Новое в жизни, науке и технике / Сер . Философия, №8)

3 Стукалов В.А. Использование представлений о математическом моделировании в обучении математике. Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. М., 1976, 156 с.

4 Штофф В.А. Моделирование и познание. Минск, 1974, с.212

5 Соболев С.Л. Судить по конечному результату // Математика в школе, 1984, №1, с. 15-1

6 Тихонов Н.Л., Костомаров Д.П. Рассказы о прикладной математике. М., 1979, 206 с.

УДК 378.02:37.016
ГРНТИ 14.35.09

О.С.Сатыбалдиев[1], О.К. Нурбавлиев[2]

[1]п.ғ.д.,профессор, Сулейман Демирел университеті, Қаскелең қ.,, Алматы обл, Қазақстан
[2]докторант, Сулейман Демирел университеті, Қаскелең қ.,, Алматы обл, Қазақстан

БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ КӘСІБИ ДАЯРЛЫҚТАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІ

Аңдатпа

Жоғары оқу орындарында болашақ мұғалімдерді даярлаудың маңызды жақтарының бірі, оны болашақ оқытушылық жұмыс болып табылатын кәсіби-педагогикалық бағыт бойынша оқыту болып табылады. Оқу орны қабырғасында өз саласының жақсы маманын - математика мұғалімін дайындау үшін бүкіл оқу процесін кәсіптік педагогикалық бағыттағы идеяға бағындыруды талап етеді. Бұл үшін математикалық тұрғыдан да, әдістемелік сабақта да зерттелген барлық материал болашақ математика пәні мұғалімінің кәсіби-педагогикалық дайындығының негізгі көрсеткіштерін қалыптастыруға бағытталуы керек. Біздің зерттеу педагогикалық жоғары оқу орындарында болашақ математика мұғалімдерінің біліктілігін арттыру мәселесіне арналды. Философиялық, психологиялық-педагогикалық әдебиеттерді талдауға негізделген кәсіби педагогикалық бағдар тұжырымдамасына сүйене отырып, болашақ математик оқытушысының кәсіби-педагогикалық дайындығының негізгі көрсеткіштерін белгіледік.

Түйін сөздер: математика, көрсеткіштер, кәсіби дайындық, әзірлеу, әдістеме, оқыту, жетілдіру, қалыптастыру.

Аннотация

О.С.Сатыбалдиев[1], О.К. Нурбавлиев[2],
[1]д.п.н.. ,профессор, университет им. Сулейман Демиреля, г. Каскелен,
Алматинская обл, Казахстан
[2]докторант, университет им. Сулейман Демиреля, г.Каскелен, Алматинская обл, Казахстан

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Одной из важнейших сторон обучения студента в педвузе, подготовки его к будущей преподавательской работе является профессионально-педагогическая направленность всего обучения в педвузе. Для того, чтобы воспитать в стенах педвуза хорошего специалиста своего дела - учителя математики требуется весь процесс обучения подчинить идее профессионально-педагогической направленности. Для этого необходимо, чтобы весь изучаемый материал, как с математической точки зрения, так и методической, был направлен на формирование основных показателей профессионально-педагогической подготовки будущего учителя математики. Наше исследование посвящено проблеме повышения прфессиональной подготовки будущих учителей математики в ходе их обучения в педвузе. Опираясь на концепцию профессионально-педагогической направленности, на основе анализа филосовской, психолого-педагогической литературы нами выделены основные показатели профессионально-педагогической подготовки будущего учителя математики.

Ключевые слова: математика, показатели, прфессиональная подготовка, разработка, методика, обучение, совершенствование, формирование.

Abstract

THE MAIN INDICATORS OF THE PROFESSIONAL PREPARATION OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

Satabaldiyev O.S.[1], Nurbavliyev O.K.[2]
[1]Dr. Sci. (Pedagogical), Professor of the Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan
[2]PhD student of the Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan

One of the most important aspects of the student's training in pedagogical university, its preparation for future teaching profession is professional-pedagogical orientation of the teaching in university. In order to educate a good specialist in his field - a mathematics teacher - requires the entire learning process to subordinate to the idea of a professional pedagogical orientation. For this it is necessary that all the material studied, both from the mathematical point of view and the methodical one, be directed to the formation of the basic indices of the professional and pedagogical preparation of the future teacher of mathematics. Our study focuses on the problem of improving professional preparation of future teachers of mathematics during their training in pedagogical university. Based on the concept of a professional pedagogical orientation, based on the analysis of the philosophical, psycho-pedagogical literature, we outlined the main indicators of the professional and pedagogical preparation of the future teacher of mathematics.

Key words: mathematics, indicators, vocational training, development, methodology, training, improvement, formation.

Математика іргелі және қолданбалы ғылымдарда жетекші орын алады және өзінің әмбебаптылығымен басқа ғылымдардан ерекшеленеді. Бүгінгі таңда математика “жұмыс істемейтін” саланы кездестіру мүмкін емес. Дәл қазіргі мезгілде адамзат қоғамы қарқынды математикаландырумен сипатталуда. Бұл деп отырғанымыз қазіргі заман математикасын әртүрлі ғылымдарда қолданудың әліде болса жеткілікті қорларының бар екенін көрсетеді. Мектепте оқылатын басқа пәндермен салыстырғанда, математика күнделікті тер төгіп еңбектенуді қажет етуімен ерекшеленеді, оны меңгеру еске сақтау емес, түсінуге негізделген. Математиканың оқу пәні ретіндегі осы ерекшелігі жоғары оқу орындарында да сақталынады. Бір жағынан, мектеп бітіруші болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орнында дұрыс оқуы үшін мектеп математикасын жақсы білуі тиіс; екінші жағынан, болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орнында математика курстары осы оқу орнын бітірушілердің мектеп математикасын дұрыс оқытуы үшін өтіледі. Бірінші жағдайда, ол мектеп математикасын оқушы ретінде, ал екінші жағдайда, ол мұғалім ретінде білуі тиіс, яғни пәннің әдістемесі мен ол пәнді өте жоғары деңгейде меңгеруі қажет.

Педагогикалық жоғары оқу орнын бітірушілер өз мамандығы бойынша жан-жақты, терең білім алулары, мектептегі оқу пәнінің негізі болып табылатын ғылымның мазмұны мен әдістемелерін меңгерулері тиіс. Мұғалім математиканы тірі, дамытушы ғылым ретінде ылғи көз алдарына елестетулері керек, оның оқушыларға беретін білімдерінен гөрі кең, аумақты математикалық ой-өрісі болуы тиіс. Осындай ой-өрісі болуы үшін жоғары педагогикалық оқу орындарында жүйелі жоғары математика курстары оқылады. Жоғары мектеп математика курсында өтілген нәрселерді ұмытқан мұғалім орта мектеп математикасын жақсы оқытуы мүмкін емес, себебі, мектепте оқытатын математика пәндері мен математика ғылымының байланысын ұғыну оған өте қиынға соғады. Әдістеме, оқытатын пәндердің аумағындағы жеткілікті, нақты терең білімдермен қатар жүргізілгенде ғана айтарлықтай табысқа жетеді [1].

Бүгінгі мектеп осыдан бірнеше жылдар бұрынғы біржүйелі жалпыға орта білім беретін мектеп емес. Пәндердің тереңдетіп оқытатын сыныптар мен мектептердің, сонымен қатар әртүрлі колледждердің, гимназиялардың, жеке мектептердің және т.б. көбеюі мен саналуан оқулықтар мен оқу құралдарының, оқу бағдарламаларының пайда болуы мұғалімдерге, олардың жоғары оқу орындарында оқу мерзімі аралығындағы кәсіби дайындықтарына жаңа, жоғары талаптар жүктейді. Қазіргі мезгілде, болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарында, бұрынғы жалпы орта білім беретін мұғалімдер дайындау жүйесінен, әртүрлі оқу орындарында жұмыс істей алатын көп деңгейлі жүйеге көшудеміз. Міне, осындай жаңа талаптарға арнайы дайындығы жоқ мұғалім, әрине, абдырап қалады. Сондықтан заман ағымына қарай, мұғалімнің өз пәнін жан-жақты, терең білуі аса қажет. Оның үстіне, бұл педагогикалық көзқарас тұрғысынан да өте тиімді, себебі, өз пәнін нашар меңгерген мұғалімнің оқушылардың арасында ешқандай беделі болмайды. Сондықтан да қазақ халқының "тоқытпасаң, оқытпа" деуінде мол астар жатыр. Мұғалімнің оқушыны ұғындыра білуі, өз көкейіндегісін оңай жеткізе білуі үшін оның терең білімі болуы қажет.

Педагогикалық мамандықтың ерекше белгісінің бірі-тек оқытатын пәнін білуі ғана емес, сонымен бірге сол пәнді үйретуі мен оған деген оқушылардың қызығушылықтарын арттыруы болып табылады. Болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарында оқытылатын барлық математикалық курстар, бір жағынан, мектеп математика пәндерінің негізгі түсініктері мен деректерінің қазіргі заманғы ғылыми пайымдауларын түсіндірумен қатар математикалық мәдениеттің деңгейінде анықталатын, математикалық ой-өрісін дамытса, екінші жағынан, мектеп математика пәндерін баяндаудың әдістемелерімен таныстырады.

Біз болашақ математика мұғалімдерін кәсіби бағдарда оқыту үшін жоғары педагогикалық оқу орындарындағы нақты математикалық курстар мен сәйкес мектеп математика пәндерін байланыстыратын идеяларды алдыңғы орынға қоюға тиіспіз. Бұл студенттердің оқу материалдарын саналы түрде меңгерулеріне мүмкіндік береді, мектеп математика пәндері мен болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы математика курстарының арасындағы ұласымдылықты қамтамасыз етеді.

Болашақ мұғалімдердің кәсіби дайындықтарына қажетті шарттың бірі-студенттерге оқыту процесінде болашақ педагогикалық іс-әрекеттерін ұдайы аңғарту болып табылады. Осы ұдайылықтың болмауы болашақ мұғалімдердің жеке тұлғаларының кәсіби бағдарларын қалыптастыруға кедергі болып отырған негізгі факторларының бірі болып табылады. Сондықтан педагогикалық жоғары оқу орындарындағы оқылатын барлық математикалық курстар студенттердің педагогикалық іс-әрекеттерді үзіліссіз аңғару процестеріне атсалысулары тиіс.

Жоғарыда айтылған пайымдауларға сәйкес, болашақ мұғалімдер алдымен, келешекте оқушыларға оқытатын пәндерін жақсы білулері тиіс. Сондықтан алдымен, математика мұғалімдерінің оқытатын пәндерінің саласындағы нақты білімдерді анықтау мақсатында, мектеп мұғалімінің өз жұмысында басшылыққа алып отыратын негізгі іс-қағазы, мектеп математикасының бағдарламасына жүгінелік [2]. .

Сандар мен оларға қолданылатын амалдар мектеп математикасының мазмұнын құратын негізгі бөлімінің бірі. Алдымен натурал, одансоңбүтін, рационалсандар, ал жоғары кластарда иррационал сандар қарастырылады да, ең соңында нақты сандар енгізіледі. Нәтижесінде оқушылар нақты сандарға амалдар орындай алулары, әртүрлі шамаларды есептей және өлшей білулері, есептеулерде жіберілген қателерді бағалай білулері тиіс.

Мектеп математика пәнінің мазмұнын құратын маңызды саласының бірі - функциялар. Олардың қасиеттері қарастырылады, графиктері құрылады. Функциялар мен оның қасиеттері беріледі және олар туындының көмегі арқылы зерттелінеді. Туынды мен интеграл мектеп пәнінде қоршаған ортаны зерттеу аппараты ретінде, геометриялық, физикалық және практикалық есептерді шешудің әдісі ретінде енгізіледі.

Мектеп математикасының негізгі бөлімдерінің бірі-теңдеулер құру және теңсіздіктерді шешу. Алгебра және анализ бастамалары пәнінде тепе-тең түрлендірулер маңызды орын алады.

Планиметрия мен стереометрия геометрия пәнін құрастырушы екі бөлім болып табылады. Геометрияға теорема мен аксиома туралы, геометриялық фигуралардың анықтамалары, қасиеттері мен белгілері туралы түсініктер енеді. Онда түзу, нүкте, сәуле және кесінді секілді негізгі түсініктер беріледі және жазықтықтардың кеңістікте өзара орналасулары қарастырылады. Планиметрияда-жазықтықтағы негізгі фигуралар (үшбұрыш, төртбұрыш, параллелограм, ромб, квадрат, трапеция, көпбұрыштар, шеңбер), олардың қасиеттері мен белгілерін қарастырылады және мектеп оқушыларына фигураның ауданы мен оларды есептеу әдістері туралы түсініктер беріледі. Сонымен қатар, онда фигуралардың ұқсастығы, өстік және орталық симметриялар, бұру, параллель көшіру секілді жазықтық пен кеңістіктің әртүрлі қозғалыстары қарастырылады. Стереометрия көп жақтарды, айналу денелерін, олардың қасиеттерін, көлемдерін, беттің аудандарын қарастырады. Геометрияда, векторлар мен оларға амалдар қолдану, оларды есептер шығаруға пайдалану мәселелері оқылады. Геометрияда да, алгебра да координаталар әдісі пайдаланылады.

Сөйтіп, мектеп бітірушілер алгебраның, анализдің, геометрияның негіздерін меңгерулері тиіс; сан, функция, тепе-теңдік, теңдеу, теңсіздік, туынды, интеграл секілді іргелі ұғымдар жөнінде айқын түсініктері болуы керек; негізгі элементарлық функциялардың қасиеттері мен графиктерін білулері тиіс; негізгі геометриялық фигуралар мен кеңістік денелерін айқындай алулары, олардың қасиеттерін білулері, жазық фигуралардың және беттің аудандары мен кеңістік денелерінің көлемдерін есептей білулері керек; координаталық, векторлық сияқты маңызды әдістерді әртүрлі есептер шығаруға пайдалана білулері, теорияларды құрудың ақиқаттамалық әдістері туралы, дедуктивтік және индуктивтік пайымдаулар туралы түсініктері болуы тиіс.

Мектеп оқушыларының дәл осындай математикалық дайындықтарын жүзеге асыра алу үшін, болашақ мұғалімдердің талапқа сай, қомақты математикалық білімдері болуы тиіс.

Кейбір ғалымдар мектеп математикасын оқытудың стратегиясы мен тактикасын дұрыс таңдау үшін мұғалімдердің математикалық дайын-дықтары өте жоғары деңгейде болса жеткілікті деп есептейді. Алайда, болашақ мұғалімдердің математикалық білімдері математик-зерттеуші немесе математик-программист білімдерінің схемасы түрінде құрыл-майтындығына басты назар аударған жөн. Егер математик-зерттеушіге ауқымды математикалық білімдер мен қатар оның аясы тарлау бөлімін терең меңгеру талабы жүктелсе, ал математик-педагог үшін мүлдем басқаша талаптар қойылады. Алдымен, ол қазіргі заман математикасының құрылымы жөнінде тұтас түсінігі болуы тиіс. Одан соң, математиканың басқа ғылымдармен байланысын және практикада қолдану мәселелерін жақсы білуі қажет. Ол математиканы таным құралы ретінде көруі тиіс. Педагог қазіргі заман математикасының шеңберінен мектеп математикасын көре білуі, математика ғылымдарының жоғары қабатынан элементарлық математиканың қазіргі ғылымда алатын орны мен маңызын дәл бағалауы керек. Қазіргі заман математикасының тармақтарын кең көлемді білуі оған классикалық есептерді шығаруға көп көмегін тигізеді. Бұл да аз. Мұғалім қазіргі математика проблемаларының жалпы философиялық негіздерімен, өз ғылымының тарихымен таныс болуы керек. Математика мұғалімі үшін бұл өте қажет, себебі, математика тарихы оқушылардың пәнге деген қызығушылығын ояту мүмкіндігіне кең жол ашады, математикалық пәндер мен есептерді құру туралы түсінік береді. Мұғалім, біріншіден, қазіргі математиканың негізгі мазмұнын; екіншіден, оның қолдану мүмкіндіктері мен методологиялық проблемаларын және оның тарихи даму процесін білуі тиіс. Формальды түрде математикалық білімдерді анализ, алгебра, геометрия ықтималдықтар теориясы және т.б. курстар арқылы беру жеткіліксіз. Олар болашақ мұғалімнің санасына адамзат білімінің физикамен, астрономиямен, экономикамен, биологиямен, инженерлік іспен байланысты табиғи прогресінің нәтижесі ретінде сіңуі тиіс. Болашақ мұғалімнің көз алдында математиканың жаңа зерттеу бағыттары қалай пайда болды, негізгі математикалық түсініктер қалай шықты, әмбебап ғылымның жаратылыстанудың, әлеуметтік пәндердің, инженерлік және ауыл шаруашылығының әр-алуан салаларына неге, қалай қолданылуы туралы айқын түсініктері болуы тиіс. Болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындары келешек жұмыстарына пайдалана алатындай етіп осы мәселелермен толық қамтамасыз етуге міндетті.

Қайсыбір ғалымдар болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарында студенттерді мектеп мұқтаждықтарын қамтамасыз ететін деңгейде ғана оқыту мәселесін қолдайды. Кейде, студенттерде алдағы жұмыстарына қажеті жоқ көптеген “артық” мәселелерді оқытады деген жалған пікірлер туады. Студенттер жоғары математиканың теоремаларын біледі және оларды дәлелдей алады, бірақ олардың бұл теоремаларды не үшін оқитынын, қайда қолданылатынын және элементарлық математикамен қандай байланыста екенін түсінбейтін жағдайлары жиі кездеседі.

Жоғары математиканы баяндағанда оны оқып-үйренбей талапқа сай мұғалім шықпайтынын студенттердің білуі мен түсінуі тиіс. Әрине, математика мұғалімдерін дайындау процесінде тек мектеп математика пәнінің бағдарламасындағы мәселелермен шектеліп қалуға болмайды. Олардың білімдері мектеп пәнінің ғылыми негізін түсінуде мектеп пәнінің шеңберінен кең жатуы тиіс, соның ішінде, мектепте қарастырылатын математикалық құрылымдар туралы білімдері, әртүрлі математикалық әдістерді қолдана білу іскерліктері және т.б. болуы тиіс.

Кәсіби бағдарды жүзеге асыруда мектеп пен болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы математика курстарын ұласымдылықпен қамтамасыз ететін тақырыптары маңызды рөл атқарады. Студент-болашақ математика мұғалімдері мектеп бағдарламалары мен келешекте оқытатын материалдардан жақсы хабардар болулары тиіс. Математикалық курстардың негізгі міндеті студенттерді математиканың негізгі түсініктерімен, фактілерімен және әдістерімен таныстыру. Осы түсініктерге, фактілер мен әдістерге, ең алдымен, мектеп бағдарламасына негіз болатын мәселелер жатады. Мектеп математикасының бағдарламалары мен оқулықтарына талдау жасай келе, осындай негіз болатын түсініктің бірі функция түсінігі екенін көреміз. Функциялар жөнінде оның анықтамасы, берілу тәсілдері, қасиеттері, графиктерін құру, шамалардың арасындағы функциялық тәуелділік, кері функциялар және т.б. туралы білімдер енеді. Осы бір мәселенің (функцияларды) өзінен ғана математикалық курстарды студенттерге оқытуда саны артық білімдердің тізімін көреміз.

Ақпараттардың ылғи жаңарып отыруына, жаңа бағдарламалар мен оқулықтардың өмірге келуіне, бағдарламаларда кейбір түсініктер мен тақырыптарды баяндаудың әдістемелік нұсқауларының жоқтығына байланысты студенттерді негізгі математикалық түсініктерді, әдістерді, теорияларды жүйелі түрде меңгеруге үйрету керек. Бұл қағидаға сәйкес математикалық курстардың мазмұнын құрушы ретінде жеке математикалық түсініктерді, деректерді немесе заңдарды емес, математикалық теориялар мен арнайы математикалық әдістерді түсінеміз. Мұндай айқындау өте орынды, себебі теория ғылымның құрылымдық бірлігі бола отырып ол өзінің құрамына жеке түсініктерді, олардың қасиеттері мен белгілерін енгізіп қана қоймай, сонымен қатар білімдердің әртүрлі элементтерінің арасындағы байланыстарды да қарастырады. Оның үстіне теория формасы жағынан өте ықшамды, сондықтан ақпараттарды еске сақтау үшін ыңғайлы.

Психолог Л.Я.Зорина "Жүйелі білімдерді оқытушылардың санасына: негізгі ғылыми түсініктер - негізгі ережелер-салдарлар-қолданылуларсхемасы бойынша қалыптасатын білімдер", - деп атап көрсетті. Базалық пән бойынша жеткілікті кәсіби дайындықты меңгеруі үшін болашақ мұғалімдер дәл осындай білім алуы тиіс.

Әрине, болашақ мұғалімдердің санасына теориялар мен ғылыми әдістер берік сіңуі үшін теориялық құрылымға пара-пар әртүрлі үлгілерде баяндалуы қажет. Теорияның мұндай сан алуан үлгілері болашақ мұғалімдерді ғылыми теорияларды тұтас ұғындырумен қатар оларды баяндаудың әр түрлі әдістерімен қаруландыруы тиіс. Неміс халқының педагогы А.Дистервег: "Он пәнді бір жағынан ғана қарастырғаннан гөрі бір пәнді он түрлі жақтан қарастыру өте үлкен пайда әкеледі. Білім беру оның санымен өлшенбейді, оны толық түсінуден және білетініңді шебер қолданудан тұрады", - деп атап көрсетеді.

Сөйтіп, болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындары студенттерді негізгі математикалық түсініктер, әдістер мен теорияларды жүйелі түрде меңгеруге дайындауға тиіс. Ғылыми теорияларды жүйелі түрде меңгеру үшін сол ғылымның негізі бойынша білім берудің мазмұнына пәндік білімдермен қатар, арнайы методологиялық және нақты дүниенің ғылыми бейнесін беретін жалпы таным әдістері туралы білімдерді енгізу керек. Математиканың методологиялық мәселелерін білу болашақ мұғалімдерге атқарған жұмыстары мен олардың нәтижелерін практикамен байланыстыру және бұл жұмыстарда қоғам дамуының жалпы мақсатына бағындыруы үшін өте қажет. Ол қазіргі кезеңдегі математика дамуының сипаты болып отырған дерексіздіктермен, формальдық әдістермен, үлгілермен жұмыс істейтін болашақ мұғалімдерді осы дерексіздік пен үлгілерге әкелетін нақты дүниені көруге, сонымен қатар нақты дүниені танудың ерекше формасы екенін түсінуге мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылған мәселелердің негізінде болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлықтарының негізгі көрсеткіштерін айқындауға болады. Осы көрсеткіштердің көмегімен болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарын бітірушілердің болашақ кәсібіне деген дайындықтарының деңгейлерін бағалай аламыз. Енді сол көрсеткіштерді атап өтелік. Олар: материалдарды білудің өте жоғары деңгейі; материалдарды үйрету мен баяндаудың жан-жақтылығы; оқылатын материалдардың пропедевтикасының мәнін түсіну; оқу іс-әрекеттерін мотивациямен қамтамасыз ету іскерлігі; оқытуда математикалық модельдеуді жүзеге асыру; алгоритмдерді құру мен қолдана білу іскерлігі; логикалық пайымдаулардың қатаңдық деңгейлерін жете түсіну; мектеп оқулықтарымен таныс болу; математиканың тарихын білу; танымдық белсенділік пен творчестволық ойлау.

Аталынған көрсеткіштерге жеке-жеке тоқталалық. Болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлықтарының негізгі көрсеткішінің бірі - олардың келешекте оқытатын пәндерін өте жоғары деңгейде білуі. Өзінің келешекте оқытатын пәнін білмеген маманнан ешуақытта жақсы ұстаз шықпайды. Бұл - өмір шындығы және дау шақырмас ақиқат. Математикалық немесе әдістемелік тұрғыдан болсын мұғалім материалдарды дұрыс, айқын, дәл баяндау үшін, алдымен, өзі сол материалдарды түсінуі, оны баяндаудың егжей-тегжейіне дейін білуі тиіс.

Математиканы оқытуда биік нәтижеге жетуде материалдарды жан-жақты баяндау - болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғару оқу орындары үшін ерекше көңіл аударарлық мәселе. Бұл студенттердің творчестволық әдістемелік көзқарастарын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы математика курстарында студенттерге пропедевтиканы жүзеге асыру әдістерін үйрету аса маңызды. Бұл мақсаттарды курстың қандай бір бөлімін оқытудың алдында кіріспе лекциялар бойынша және қатаң анықтамасына дейін түсініктерді қолдану арқылы жүзеге асырған жөн. Бірінші жағдайда студенттердің, яғни болашақ мұғалімдердің алдында сол оқытылатын курстың мақсаты мен құрылысы айқындалады, алдағы уақытта шешетін проблемалары тұжырымдалады. Екінші жағдайда болашақ мұғалімдердің математикалық мәдениеті мен дүние танымы қалыптасады.

Болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлықтарының негізгі көрсеткіштерінің бірі-барлық оқу жұмыстарын мотивациямен қамтамасыз ету. Ол болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы оқу процесін үйлесімді етуге мүмкіндік туғызады. Мотивация, сонымен қатар студенттердің дұрыс әдістемелік көзқарастарын қалыптастыру үшін өте қажет, себебі, олар алдағы педагогикалық іс-әрекеттерінде тек дұрыс білім беріп қана қоймай, оқушылардың оқу іс-әрекеттерін басқара білулері тиіс. Сондықтан жоғары оқу орындарында студенттерге әрбір жаңа түсініктерді енгізгенде олардың құрылымының мотивациясының мәнін ашатын көптеген дәлелдер мен мысалдар қолдануды үйрету қажет.

Жоғары оқу орындарында оқытудың көңіл аударарлық факторларының бірі-студенттерге математикалық модельдерді үйрету. Сондықтан болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарында студенттерге нақты дүние құбылыстарының математикалық бейнеленулерін, танымның математикалық әдістердің мәнісін және т.б. түсіндіру міндеттері басты назарда тұруы тиіс. Бұл студенттердің диалектикалық дүние танымына тікелей әсер етеді, өйткені модельдер-нақты дүниені танудың жалпы ғылыми әдісі. Математикалық модельдердің негізін меңгеру ғылымдарды математикаландыру мен қазіргі кезеңде аса маңызды болып отыр. Сондықтан болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы математикалық курстардың міндеттерінің бірі студенттерге, болашақ математика мұғалімі ретінде математикалық модельдерді құру мен зерттеуге баулитын әдістерді үйрету болып табылады.

Болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарының қабырғасында оқу мезгілінде студенттер алгоритмдер мен алгоритмдік алдын-ала жазуларды құру мен қолдана білуді әрекеттерін үйренулері тиіс. Себебі, бұл-математиканы оқытудың дәл қазіргі кезеңдегі айырықша сипаты. Алгоритмдердің қолданылулары оқушылардың ақыл-ой әрекетін жүйеге келтіреді, бүкіл ойлау процесін жеке операцияларға ыдыратады. Алгоритмдерді құру мен қолдану мәселесін болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындарының студенттеріне барлық математикалық курстар бойынша үйретуге болады.

Математикалық ойлау мен мәдениеттің ерекше белгісі қатаң логикалық пайымдаулар болып табылады. Математиканы артық формализациялау көп жағдайда интуицияның дамуы мен материалдарды толық меңгеруге кедергі жасайды. Сондықтан математиканы оқытуда ғылыми немесе әдістемелік тұрғыдан қатаңдық деңгейлерін таңдау мәселесі өте маңызды. Материалдарды баяндаудың қатаңдық критерийлерін дұрыс анықтау студенттердің ойлау қабілеті мен дайындық дәрежелерін және пайымдау деңгейлерін ескерудегі басты мәселе болып табылады.

Болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлықтарының негізгі көрсеткіштерінің бірі-болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарының математикалық курстарындағы мектеп математикасынының түсініктерін анықтау және мектеп оқулықтарын міндетті түрде қолдану мәселелері. Мектептегі енгізілген математикалық түсініктер бір жағынан қатаң логикалық формальды анықтамалар арқылы берілсе, екінші жағынан түсінікпен ары қарай жұмыс істеуге мүмкіндік беретін мысалдардың көмегімен тұжырымдалады. Сондықтан болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарының студенттері белгілі бір теорияның түсініктерінің қатаң анықтамалары мен осы теорияны құрудың қатаңдығының арасындағы қатынастардан хабарлар болуы керек. Ол үшін мектеп математика курсының мазмұнымен толық таныс болулары тиіс. Ал оған болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарындағы математикалық курстарды оқытуда мектеп оқулықтарын пайдаланбай жету мүмкін емес. Оның үстіне, мектеп оқулықтарын пайдалану студенттерді болашақта өздері меңгеруге тиіс іскерліктер мен дағдылардың көлемімен танысуға мүмкіндік береді, келешекте оқытатын материалдарды үйренуге қызығушылық тудырады және оларды терең, жетік білуге ұмтылдырады.

Болашақ математика мұғалімдерін заман талаптарына сай қалыптастыруда тағы бір мәселе маңызды рөл атқарады. Ол-математикалық курстардағы тарихи аспектілердің өркендеу сатылары. Бұл мәселелер жаңа математикалық теориялар мен түсініктердің шығу тегіне дұрыс көзқарастар қалыптастырады, себебі, жаңа түсініктерді енгізу мен жаңа теорияларды үйренудің даму тарихымен танысу оқушыларға олардың пайда болуы мен эволюция мотивтерін көрсетуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге, оқушылардың пәнге деген танымдық қызығушылықтарын туғызады. Болашақ мұғалімдер, математиканың тарихымен таныстырудың оқушылар-дың жеке тұлғасына, олардың адамгершілік және әсемдік тану сапаларына белгілі бір мөлшерде әсер ететіндіктерін білулері тиіс.

Студенттер болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарында оқудың алғашқы күнінен бастап оқушылықтан болашақ мұғалімдік позициясына көше бастаулары қажет, өздерін мұғалім-тәрбиеші іс-әрекетіне дайындауға бейімделулері керек, немен шұғылдануды, қандай пәндерді оқып-үйренуді және мектеп мұғалімі мамандығын алудағы мәнісін білулері тиіс.

Студенттерді ізденімпаздық пен белсенділікке тәрбиелеу олардың мұғалімдік іс-әрекеттері үшін мәні зор, себебі мұғалім оқу материалын еске түсіріп қана қоймай, білімдерді өздігінен меңгерулері және оларды сабақта, сабақтан тыс іс-әрекеттерінде әдістемелік жағынан қайта өңдей алулары керек.

Қорыта келгенде, болашақ мұғалімдер даярлайтын жоғары оқу орындарының қабырғасында математика мұғалімін өз ісінің білікті маманы етіп тәрбиелеу үшін барлық оқыту процесін, әсіресе жеке пәндерді, кәсіби бағдар идеясына бағындыру талаптарын орындау қажет. Ол үшін барлық оқылатын материалдар математикалық немесе әдістемелік көзқарас тұрғысынан болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлықтарының негізгі көрсеткіштерін қалыптастыруға бағытталуы тиіс.

Пайданылған әдебиеттер тізімі:

1 Рябушко А.П. Индивидуальные задания по высшей математике. Минск,2010. -304с.

2 Сатыбалдиев О.С., Қаңлыбаев Қ.И. Математиканы оқыту әдістемесі. Оқулық. ЖШС РПБК «Дәуір» Алматы, 2013. - 368 бет.

3 Сатыбалдиев О.С., Сулейменов З.И. Жоғары математика І. - ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы. Алматы, 2010. - 412 бет.

4 Сатыбалдиев О.С., Сулейменов З.И. Жоғары математика ІІ. ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы. Алматы, 2008. - 105 бет.

5 Сатыбалдиев О.С., Сулейменов З.И. Жоғары математика ІІІ. «ҰҒТАО» АҚ баспаханасы. Алматы, 2009. - 185 бет.

6 Сатыбалдиев О.С., Сулейменов З.И. Жоғары математика IV. - «ҰҒТАО» АҚ баспаханасы. Алматы, 2010. - 259 бет.

7 Сатыбалдиев О.С. Сулейменов З.И. Математика І. ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы. Алматы, 2010. - 411 бет.

8 Сатыбалдиев О.С. Сулейменов З.И. Математика ІІ. ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы. Алматы, 2011. - 397 бет.

9 Сатыбалдиев О.С. Сулейменов З.И.Жоғары математика курсы. Алматы,2016. -474бет.

10 Шипачев В.С. Задачник по высшей математике.Москва, 2008. -304с.

УДК 519.634
ГРНТИ 27.41.19

М.А. Султанов[1], *Ж.М.Акимжанова*[2]

[1]*к.ф.-м.н., и.о. профессора Международногоказахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, г.Туркестан, Казахстан*
[2]*магистрант Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави г.Туркестан, Казахстан*

ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ НЕОДНОРОДНОСТИ

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы построения численного алгоритма для приближенного решения обратной здачи определения границы неоднородности. Обратная задача состоит в восстановлении неизвестной поверхности по дополнительной информации для краевой задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Представляя решение прямой задачи в виде суммы двух потенциалов простого слоя и использую свойства потенциалов обратная задача сводится к нелинейному операторнму уравнению относительно неизвестной поверхности и двух плотностей. Построение итерационного процесса приближенного решения по восстановлению неизвестной поверхности строится линеаризацией нелинейного операторного уравнения в окрестности функции $n-$го приближения. При выводе уравнений используется переход из декартовой системы координат в сферическую систему координат. Предполагается, что допустимый класс неизвестных поверхностей таков, что известна точка, являющаяся общим центром зведности для этих поверхностей.

Ключевые слова: краевая задача, оператор, алгоритм, прямая и обратная задача, потенциал

Аңдатпа

М.А. Султанов[1], *Ж.М. Әкімжанова*[2]

БІРТЕКТІ ЕМЕС ОРТАНЫҢ ШЕКАРАСЫН ТІКТЕУ КЕРІ ЕСЕБІН ЖУЫҚТАП ШЕШУ ҮШІН САНДЫҚ АЛГОРИТМ

[1]*ф.-м.ғ.к. Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің профессор м.а., Түркістан қ., Қазақстан*
[2]*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты, Түркістан қ., Қазақстан*

Жұмыста біртекті емес ортаның шекарасын анықтау кері есебін жуықтап шешудің сандық алгоритмін құру мәселелері қарастырылады. Кері есеп Лаплас теңдеуі үшін Дирихле шеттік есебінің қосымша мәліметі бойынша белгісіз бетті тіктеуден тұрады. Тура есептің шешімін екі жай потенциалдардың қосындысы түрінде өрнектеп, кері есеп белгісіз бет пен екі тығыздықтарға қатысты сызықтық емес операторлық теңдеуге келтіріледі. Белгісіз бетті тіктеудің жуық шешімін құрудың итерациялық процесі сызықтық емес операторлық теңдеуді $n-$ші жуықтау функциясы маңайында сызықтандыру арқылы құрылады. Теңдеулерді келтіріп шығаруда декарт координаталық жүйесінен сфералық координаталар жүйесіне өту пайдаланылады. Белгісіз беттердің жарамды классы сондай деп алынады, осы беттер үшін жалпы жұлдыздық центрі болатын нүкте бар деп қарастырылды.

Түйінді сөздер: шеттік есеп, оператор, алгоритм, тура және кері есеп, потенциал

Abstract

NUMERICAL ALGORITHM OF THE APPROXIMATE SOLUTION FOR THE INVERSE PROBLEM RECOVERY OF THE BOUNDARIES OF INHOMOGENEITY

Sultanov M.A.[1], *Akimzhanova Zh.M.* [2]
[1]*Candidate of physico-mathematical sciences, professor Professor of the International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan*
[2]*Undergraduate International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasavi Turkestan, Kazakhstan*

The paper deals with the construction of a numerical algorithm for the approximate solution of the inverse determination of the boundary of the inhomogeneity. The inverse problem consists in reconstructing an unknown surface with additional information for the boundary value Dirichlet problem for the Laplace equation. Representing the solution of the direct problem in the form of a sum of two potentials of a simple layer and using potential properties, the inverse problem reduces to a nonlinear operator equation with respect to an unknown surface and two densities. The construction of an iterative process of an approximate solution for the reconstruction of an unknown surface is constructed by linearizing the nonlinear operator equation in the neighborhood of the function of the first approximation. In the derivation of the equations, a transition from a Cartesian coordinate system to a spherical coordinate system is used. It is assumed that the admissible class of unknown surfaces is such that the point is known which is the common center of zernosti for these surfaces.

Key words: boundary value problem, operator, algorithm, direct and inverse problem, potential

Введение. Развитие методов вычислительной математики и широкое применение высокопроизводительных средств вычислительной техники привело в последние 40-50 лет к возникновению новой области исследований - вычислительной диагностики, под которым подразумевается совокупность методов и средств, предназначенных для исследования внутренних характеристик обьектов по результатам косвенной информации о них. Главное отличие задач вычислительной диагностики заключается в том, что в этих задачах необходима обработка больших обьемов информации об исследуемом обьекте. Одно из интенсивно развиваемых направлений вычислительной диагностики – это томография. Область применения томографических методов обширен (геофизика, медицина, неразрущающий контроль промышленных изделий, мониторинг атмосферы и океана и др.) и с каждым годом всё расширяется [1], [2]. Томографические методы обычно классифицируется по виду излучения, применяемого для зондирования исследуемых обьектов. На этой основе выделяют рентгеновскую, эмиссионную, ультразвуковую, магнитно-резонансную, электроимпедансную и другие виды. В настоящее время быстро развивается метод электроимпедансной томографии (ЭТ) [3], [4], в которой для зондирования обьекта используется электрическое поле и основан на различий в электричесих свойствах биотканей. В методе ЭТ восстанавливается неизвестное распределение электрической проводимости внутри объекта по измерениям электрического напряжения или силы тока на его границе. Можно отметит основные преимущества ЭТ метода перед другими методами томографии: неподверженность обьекта к излучению, небольшой размер оборудования и его простота, быстрый сбор данных.

Математические задачи, которые возникают в методе ЭТ являются, как правило, нелинейными некорректными обратными коэффициентными задачи. При этом сложности решение подобных задач вызвано, в основном, не выполнением условии устойчивости (по Адамару) и нелинейностью задачи, и как следствие, реконструкция внутренности обьекта очень чувствительна к ошибкам измерений и погрешности аппроксимации дифференциальной задачи разностной схемой, что требует разработки устойчивых численных методов их решения.

В настоящей работе рассматривается приближенный алгоритм определения неизвестной границы неоднородности для случая, когда мы имеем результат одного измерения на внешней границе рассматриваемой области. При этом трехмерная среда считается кусочно-постоянной. Вопросы единственности решения обратной задачи и численные методы ее решения исследованы в работах [5]–[7].

Математическая модель и постановка задачи

Математическая формулировка рассматриваемой задачи и связанная с ней обратная задача берет свое начало с работы А.Кальдерона [8]. Пусть $\Omega \subset R^n$ ограниченное и односвязанное множество с гладкой границей $\partial\Omega$, $\sigma : \Omega \to R$ ограниченная измеримая функция, удовлетворяющая условию $\sigma(x) \geq c > 0$ и пусть функция $u \in H^1(\Omega)$ единственное решение следующей краевой задачи:

$$\nabla(\sigma \nabla u) = 0 \text{ в } \Omega , \tag{1}$$

$$u|_{\partial\Omega} = g \in H^{1/2}(\Omega). \tag{2}$$

Обратная задача проводимости заключается в восстановлении электропроводимости σ из отображения Дирихле-Неймана, определяемый следующей формулой:

$$\Lambda_\sigma : g \to \sigma \frac{\partial u}{\partial \nu}\bigg|_{\partial\Omega} . \tag{3}$$

Здесь $H-$соответствующее гильбертово пространство, $\nu-$ единичная внешняя нормаль к границе области Ω, $g-$ распределение напряжения тока, приложенной к границе, $\Lambda_\sigma g-$результирующий поток тока через границу области.

В своей фундаментальной работе А.Кальдерон задавался двумя вопросами:

1) Однозначно ли определяется σ по Λ_σ?
2) Если ответ на первый вопрос положительный, то тогда как можно вычислить σ зная Λ_σ?

В практической электроимпедансной томографии мы имеем только оператор Λ_σ^δ, который является конечным с погрешностью. В общем случае, Λ_σ^δ не является отображением Дирихле-Неймана любой проводимости. Обычно нам известно лишь то, что $\left\|\Lambda_\sigma^\delta-\Lambda_\sigma\right\|_Y\le\delta$. Здесь $Y-$соответствующее пространство данных, а $\delta>0$ характеризует погрешность, которая свойственна любым измерениям. Это обстоятельство приводит нас к третьему вопросу:

3) Зная Λ_σ^δ и σ, как можно построить непрерывное отображение из Y в $L_\infty(\Omega)$, результате которого получили бы хорошую аппросимацию σ?

Поскольку задача обращения проводимости некорректна, то прямое отображение $\mathrm{A}:\sigma\to\Lambda_\sigma$ не имеет непрерывного обратного. Поэтому ответ на третий вопрос получается применением методов регуляризации решений некорректных обратных задач [9], [10].

Переформулируем задачу (1)-(3) в случае кусочно-постоянной среды (т.е. проводимость σ является кусочно-постоянной функцией). Пусть Ω, Ω_1 односвязанные ограниченные области в пространстве R^3 с границами $\partial\Omega$, $\partial\Omega_1$ такие, что $\bar{\Omega}_1\in\Omega$, а поверхности $\partial\Omega$, $\partial\Omega_1$ будем считать достаточно гладкими поверхностями. Обозначим через $\Omega_0=\Omega\setminus\bar{\Omega}_1$. Будем рассматривать следующую краевую задачу для уравнения Лапласа. Надо найти функцию $u(M)$, такую, чтобы она была решением следующей краевой задачи:

$$\Delta u_i(M)=0,\ M\in\Omega_i,\ i=0,1, \tag{4}$$

$$u_0(M)=u_1(M),\ M\in\partial\Omega_1, \tag{5}$$

$$\sigma_0\frac{\partial u_0(M)}{\partial n}=\sigma_1\frac{\partial u_0(M)}{\partial n},\ M\in\partial\Omega_1 \tag{6}$$

$$u_0(M)=f(M),\ M\in\partial\Omega. \tag{7}$$

Здесь $u\in C(\bar{\Omega})$, $u(M)=u_i(M)$, $M\in\Omega_i\ (i=0,1)$, $u_i\in C^2(\Omega)\cap C^1(\bar{\Omega}_1)(i=0,1)$, σ_0, σ_1 заданные положительные константы, $f(M)$ непрерывная функция на $\partial\Omega$ ($f\ne\mathrm{const}$). Дадим теперь формулировку обратной задачи. Предположим, что в краевой задаче (4)-(7) поверхность $\partial\Omega$, постоянные σ_0,σ_1 и функция $f(M)$ на $\partial\Omega$ заданы, а поверхность $\partial\Omega_1$ неизвестна. Требуется определить поверхность $\partial\Omega_1$, если нам известна дополнительная тнформация о решении задачи (4)-(7):

$$\frac{\partial u(M)}{\partial\nu}=g(M),\quad M\in\partial\Omega, \tag{8}$$

где $g(M)$ известная непрерывная функция на $\partial\Omega$, а $\nu-$ внутренняя нормаль к поверхности $\partial\Omega$.

Вывод операторного уравнение для неизвестной поверхности

Займемся выводом операторного уравнения относительно искомой неизвестной поверхности $\partial\Omega$. Предположим, что допустимый класс неизвестных поверхностей $\partial\Omega_1$ таков, что известна точка M_0, являющаяся общим центром зведности для поверхностей $\partial\Omega_1$ из этого класса. Кроме того, будем считать, что поверхность $\partial\Omega_1$ задана в сферической системе координат с центром в точке M_0 функциями $r = r(\theta,\varphi)$, $r \in C^2\{[0,\pi]\times[0,2\pi]\}$ и $\|r\|_{C^2\{[0,\pi]\times[0,2\pi]\}} \le c$ $(c = \text{const})$. Будем также считать, что известная поверхность $\partial\Omega$ задается в той же сферической системе координат функцией $R(\theta,\varphi) : R(\theta,\varphi) \in C^2\{[0,\pi]\times[0,2\pi]\}$. При выводе уравнений будем использовать декартову систему координат, которая также иметь начало в точке M_0 .

Будем искать функцию $u(M)$ в виде суммы двух потенциалов простого слоя

$$u(M) = \iint\limits_{\partial\Omega} \mu(P)\frac{1}{\rho_{MP}}ds_P + (\sigma_0 - \sigma_1)\iint\limits_{\partial\Omega} \nu(P)\frac{1}{\rho_{MP}}ds_P, \quad M \in \Omega, \tag{9}$$

здесь ρ_{MP} – расстояние между точками M и P .

Из (6), (7) и (9) получаем систему интегральных уравнений для плотностей $\mu(P), \nu(P)$

$$\iint\limits_{\partial\Omega} \mu(P)\frac{1}{\rho_{MP}}ds_P + (\sigma_0 - \sigma_1)\iint\limits_{\partial\Omega} \nu(P)\frac{1}{\rho_{MP}}ds_P = f(M), \quad M \in \partial\Omega, \tag{10}$$

$$\begin{gathered} 2\pi\nu(M) + \frac{1}{(\sigma_0+\sigma_1)}\iint\limits_{\partial\Omega} \nu(P)\frac{\partial}{\partial n_m}\left(\frac{1}{\rho_{MP}}\right)ds_P + \\ + \frac{(\sigma_0-\sigma_1)}{(\sigma_0+\sigma_1)}\iint\limits_{\partial\Omega_1} \nu(P)\frac{\partial}{\partial n_m}\left(\frac{1}{\rho_{MP}}\right)ds_P = 0, \ M \in \partial\Omega_1 \end{gathered}, \tag{11}$$

где n_m – внутренняя нормаль в точке M к поверхности $\partial\Omega_1$.

Переходя в уравнениях (10), (11) к сферическим координатам, получим

$$\begin{gathered} \int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi} N(\theta,\varphi,\xi,\alpha)\mu(\xi,\alpha)d\xi d\alpha + (\sigma_0-\sigma_1)\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi} K(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r)\nu(\xi,\alpha)d\xi d\alpha = \\ = f(\theta,\varphi), \quad 0 \le \theta \le \pi, 0 \le \varphi \le 2\pi, \end{gathered} \tag{12}$$

$$\begin{gathered} 2\pi\nu(\theta,\varphi) + \frac{1}{(\sigma_0+\sigma_1)}\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi} W(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r)\mu(\xi,\alpha)d\xi d\alpha + \\ + \frac{(\sigma_0-\sigma_1)}{(\sigma_0+\sigma_1)}\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi} Q(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r)\nu(\xi,\alpha)d\xi d\alpha = 0, \quad 0 \le \theta \le \pi, 0 \le \varphi \le 2\pi, \end{gathered} \tag{13}$$

где

$$N(\theta,\varphi,\xi,\alpha) = \frac{D(\xi,\alpha;R)}{H(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha))}, \tag{14}$$

$$K(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r) = \frac{D(\xi,\alpha;r)}{H(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r(\xi,\alpha))}, \tag{15}$$

$$W(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r) = \frac{D(\xi,\alpha;R)}{D(\theta,\varphi;r)}J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha)), \tag{16}$$

$$Q(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r) = \frac{D(\xi,\alpha;r)}{D(\theta,\varphi;r)}J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r(\theta,\varphi),r(\xi,\alpha)). \tag{17}$$

Используя дополнительное условие (8), представление (9) и свойства потенциала простого слоя, имеем:

$$-2\pi\mu(M)+\iint\limits_{\partial\Omega}\mu(P)\frac{\partial}{\partial n_m}\left(\frac{1}{\rho_{MP}}\right)ds_P+(\sigma_0-\sigma_1)\iint\limits_{\partial\Omega_1}v(P)\frac{\partial}{\partial n_m}\left(\frac{1}{\rho_{MP}}\right)ds_P=g(M),\;\; M\in\partial\Omega.$$

После перехода в последнем уравнений к сферическим координатам получим

$$-2\pi\mu(\theta,\varphi)+\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}S(\theta,\varphi,\xi,\alpha)\mu(\xi,\alpha)d\xi d\alpha+$$
$$(\sigma_0-\sigma_1)\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}T(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r)v(\xi,\alpha)d\xi d\alpha=g(\theta,\varphi),\quad 0\le\theta\le\pi, 0\le\varphi\le 2\pi, \tag{18}$$

где

$$S(\theta,\varphi,\xi,\alpha)=\frac{D(\xi,\alpha;R)}{D(\theta,\varphi;R)}J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha)), \tag{*}$$

$$T(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r)=\frac{D(\xi,\alpha;r)}{D(\theta,\varphi;R)}J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r(\xi,\alpha)). \tag{**}$$

Уравнения (12), (13) и (18) определяют нелинейное операторное уравнение относительно неизвестной функции $r(\theta,\varphi)$:

$$Ur=g. \tag{19}$$

Для вычисления функции $(Ur)(\theta,\varphi)$ призаланной $r(\theta,\varphi)$ нужно решить систему интегральных уравнений (12), (13) и определить плотности $\mu(\theta,\varphi), v(\theta,\varphi)$, а затем вычислить значение оператора, стоящего в левой части уравнения (18).

Итерационный метод решения обратной задачи

Рассмотрим вопросы приближенного решения рассматриваемой обратной задачи. Необходимо задать начальное приближение для определеяемой поверхности. Наиболее простым начальным приближением является сфера с радиусом a. Радиус такой сферы определяется как задача минимизации функции одной переменной, которое получается известными методами одномерной оптимизации.

Займемся построением итерационного процесса решения уравнения (19). Пусть $r_0(\theta,\varphi)$ начальное приближение сферы, а $r_n(\theta,\varphi)$ - $n-$е приближение. Осуществим линеаризацию уравнение (19) в окрестности функции $r_n(\theta,\varphi)$, получим линейное операторное уравнение для функции $\rho_n(\theta,\varphi)$:

$$F[r_n]\rho_n=g_n. \tag{20}$$

Решая это уравнение и определив функцию $\rho_n(\theta,\varphi)$, находим следующее приближение:

$$r_{n+1}(\theta,\varphi)=r_n(\theta,\varphi)+\rho_n(\theta,\varphi). \tag{21}$$

Определим оператор $F[r_n]$ и функцию g_n, которые входят в уравнение (20). Оператор $F[r_n]$, который действует на функцию $\rho_n(\theta,\varphi)$ определяется следующим образом. С функцией $r_n(\theta,\varphi)$ решаем систему линейных интегральных уравнений (12), (13) и находим плотности $\mu(\theta,\varphi;r_n)$, $v(\theta,\varphi;r_n)$. Используя найденные плотности $\mu(\theta,\varphi;r_n)$, $v(\theta,\varphi;r_n)$, определим следующую функцию

$$E(\theta,\varphi;r_n,\rho_n)=(\sigma_1-\sigma_0)\cdot\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Bigg\{D_1(\xi,\alpha;r_n,\rho_n)\frac{v(\xi,\alpha;r_n)}{H(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}-$$

$$-\frac{v(\xi,\alpha;r_n)D(\xi,\alpha;r_n)\rho_n(\xi,\alpha)}{H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}\cdot \tag{22}$$

$$\Big(r_n(\xi,\alpha)-R(\theta,\varphi)\big[\sin\xi\sin\theta\cos(\varphi-\alpha)+\cos\xi\cos\theta\big]\Big)\Bigg\}\cdot d\xi d\alpha.$$

Функцию $V(\theta,\varphi;r_n;\rho_n)$ определим так

$$V(\theta,\varphi;r_n;\rho_n)=-\frac{1}{(\sigma_0+\sigma_1)}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Bigg\{J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha))\Bigg[-\frac{D_1(\theta,\varphi;r_n;\rho_n)D(\xi,\alpha;R)}{D^2(\theta,\varphi;r_n)}+$$

$$+\frac{D(\xi,\alpha;R)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha))}{D(\theta,\varphi;r_n)}V_1(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)\Bigg]+$$

$$+\frac{D(\xi,\alpha;R)V_2(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)}{D(\theta,\varphi;r_n)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),R(\xi,\alpha))}\Bigg\}\mu(\xi,\alpha;r_n)d\xi d\alpha-$$

$$-\frac{(\sigma_0-\sigma_1)}{(\sigma_0+\sigma_1)}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Big\{J(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))\cdot$$

$$\cdot\Bigg[\frac{D_1(\xi,\alpha;r_n,\rho_n)}{D(\theta,\varphi;r_n)}-\frac{D_1(\theta,\varphi;r_n,\rho_n)D(\xi,\alpha;r_n)}{D^2(\theta,\varphi;r_n)}+$$

$$+\frac{D(\xi,\alpha;r_n)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}{D(\theta,\varphi;r_n)}V_3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)\Bigg]+$$

$$+\frac{D(\xi,\alpha;r_n)V_4(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)}{D(\theta,\varphi;r_n)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}\Bigg\}v(\xi,\alpha;r_n)d\xi d\alpha. \tag{23}$$

Функции $V_1(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)$ и $V_2(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)$, входящие в первый интеграл из формулы (23) определены следующим образом

$$V_1(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)=\frac{3\rho_n(\theta,\varphi)\big\{r_n(\theta,\varphi)-R(\xi,\alpha)\big[\sin\xi\sin\theta\cos(\varphi-\alpha)+\cos\xi\cos\theta\big]\big\}}{H^5(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n(\theta,\varphi)R(\xi,\alpha))},$$

$$V_2(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)=\rho_n(\theta,\varphi)\big[A(\theta,\varphi,r_n)\cos\varphi\sin\theta+B(\theta,\varphi,r_n)\sin\varphi\sin\theta+$$

$$C(\theta,\varphi;r_n)\cos\theta\big]+A_1(\theta,\varphi;r_n,\rho_n)\big[x(\theta,\varphi;r_n)-x(\xi,\alpha;R)\big]+$$

$$+B_1(\theta,\varphi;r_n,\rho_n)\big[y(\theta,\varphi;r_n)-y(\xi,\alpha;R)\big]+C_1(\theta,\varphi;r_n,\rho_n)\big[z(\theta,\varphi;r_n)-z(\xi,\alpha;R)\big],$$

а функции $V_3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)$ и $V_4(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)$, входящие во второй интеграл из формулы (23), задается так

$$V_3\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)=\frac{-3}{H^5\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\left(\theta,\varphi\right),r_n\left(\xi,\alpha\right)\right)}\cdot$$

$$\cdot\Big(\rho_n\left(\xi,\alpha\right)\big\{r_n\left(\xi,\alpha\right)-r_n\left(\theta,\varphi\right)\big[\sin\xi\sin\theta\cos\left(\varphi-\alpha\right)+\cos\xi\cos\theta\big]\big\}+$$

$$+\rho_n\left(\theta,\varphi\right)\big\{r_n\left(\theta,\varphi\right)-r_n\left(\xi,\alpha\right)\big[\sin\xi\sin\theta\cos\left(\varphi-\alpha\right)+\cos\xi\cos\theta\big]\big\}\Big),$$

$$V_4\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)=A_1\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)\left[x\left(\theta,\varphi;r_n\right)-x\left(\xi,\alpha;r_n\right)\right]+$$

$$+B_1\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)\left[y\left(\theta,\varphi;r_n\right)-y\left(\xi,\alpha;r_n\right)\right]+C_1\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)\left[z\left(\theta,\varphi;r_n\right)-z\left(\xi,\alpha;r_n\right)\right]-$$

$$-\rho_n\left(\xi,\alpha\right)\left[A\left(\theta,\varphi;r_n\right)\cos\alpha\sin\xi+B\left(\theta,\varphi;r_n\right)\sin\alpha\sin\xi+C\left(\theta,\varphi;r_n\right)\cos\xi\right]+$$

$$+\rho_n\left(\theta,\varphi\right)\left[A\left(\theta,\varphi;r_n\right)\cos\varphi\sin\theta+B\left(\theta,\varphi;r_n\right)\sin\varphi\sin\theta+C\left(\theta,\varphi;r_n\right)\cos\theta\right].$$

С функциями $E\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)$ и $V\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)$, вычисленными по формулам (22), (23), решается система линейных интегральных уравнений относительно функций $\tilde{\mu}\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)$ и $\tilde{v}\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)$

$$\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}N\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha\right)\tilde{\mu}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha+$$

$$+\left(\sigma_0-\sigma_1\right)\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}K\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)\tilde{v}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha=E\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right),$$

$$0\le\theta\le\pi,\ \ 0\le\varphi\le2\pi.$$

$$2\pi\tilde{v}\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)+\frac{1}{\left(\sigma_0+\sigma_1\right)}\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}W\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)\tilde{\mu}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha+$$

$$+\frac{\left(\sigma_0-\sigma_1\right)}{\sigma_0+\sigma_1}\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}Q\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)\tilde{v}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha=V\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right).$$

Здесь функции $N\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha\right)$, $K\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)$, $W\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)$ и $Q\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)$ определяются формулами (14), (15), (16) и (17) соответственно.

После этого функция $F\left[r_n\right]\rho_n$ вычисляется как значение линейного оператора:

$$\left(F\left[r_n\right]\rho_n\right)\left(\theta,\varphi\right)=-2\pi\tilde{\mu}\left(\theta,\varphi;r_n,\rho_n\right)+\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}S\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha\right)\tilde{\mu}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha+$$

$$+\left(\sigma_0-\sigma_1\right)\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}L\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)\tilde{v}\left(\xi,\alpha;r_n\right)d\xi d\alpha+$$

$$+\left(\sigma_0-\sigma_1\right)\int\limits_0^{2\pi}\int\limits_0^{\pi}T\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)\tilde{v}\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)d\xi d\alpha.$$

Здесь функции $S\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha\right)$ и $T\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n\right)$ вычисляются по формулам (*), (**) соответственно, а

$$L\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)=J\left(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R\left(\theta,\varphi\right),r_n\left(\xi,\alpha\right)\right)\left[\frac{D_1\left(\xi,\alpha;r_n,\rho_n\right)}{D\left(\theta,\varphi;R\right)}+\right.$$

$$+\frac{D(\xi,\alpha;r_n)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}{D(\theta,\varphi;R)}L_1(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)\Bigg]-$$

$$-\frac{D(\xi,\alpha;r_n,\rho_n(\xi,\alpha))}{D(\theta,\varphi;R)H^3(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}\cdot$$

$$+\left(A(\theta,\varphi;R)\cos\alpha\sin\xi+B(\theta,\varphi;R)\sin\alpha\sin\xi+C(\theta,\varphi;R)\cos\xi\right),$$

где

$$L_1(\theta,\varphi,\xi,\alpha;r_n,\rho_n)=-\frac{3\rho_n\left(\xi,\alpha\left\{r_n(\xi,\alpha)-R(\theta,\varphi)\left[\sin\xi\sin\theta\cos(\varphi-\alpha)+\cos\xi\cos\theta\right]\right\}\right)}{H^5(\theta,\varphi,\xi,\alpha;R(\theta,\varphi),r_n(\xi,\alpha))}.$$

Правая часть $g_n(\theta,\varphi)$ уравнения (20), вычисляется следующим образом

$$g_n(\theta,\varphi)=g(\theta,\varphi)+2\pi\mu(\theta,\varphi;r_n)-\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}S(\theta,\varphi,\xi,\alpha)\mu(\xi,\alpha;r_n)d\xi d\alpha-$$

$$-(\sigma_0-\sigma_1)\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}T(\theta,\varphi,\xi,\alpha)v(\xi,\alpha;r_n)d\xi d\alpha.$$

На этом описание линейного операторного уравнения (20), определяющего итерационный процесс (21) завершается.

Заключение. В работе расмотрены вопросы построения алгоритма приближенного решения обратной задачи восстановления границы неоднородности. Задача рассматривается как обратная задача по определению неизвестной поверхности по дополнительной информации для краевой задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Представляя решение в виде суммы двух потенциалов простого слоя и использую свойства потенциалов обратная задача сведена к нелинейному операторному уравнению относительно неизвестной поверхности и двух плотностей. Построение итерационного процесса приближенного решения по восстановлению неизвестной поверхности основано на линеаризации нелинейного операторного уравнения в окрестности функции $n-$го приближения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерство образования и науки Республики Казахстан (проект 3630/ГФ4).

Список использованной литературы:

1 Electrical Impedance Tomography: Methods, History and Applications // Edited by D. S. Holder. - Taylor & Francis, 2004. - 456 p.

2 Borcea L. Electrical impedance tomography // Inverse Problems. 2002. V. 18. P. 99–136

3 Somersalo E. Existence and uniqueness for electrode models for electric current computed tomography / E. Somersalo, M. Cheney, D. Isaacson // SIAM J . Appl. Math - 1992 .-Vol. 52 . - № 4 . - P . 1023-1040.

4 Шерина Е С., Старченко А. В. Численный метод реконструкции распределения электрического импеданса внутри биологических объектов по измерениям тока на границе // Вестник Том. гос. ун-та. Математика и механика. - 2012. - № 4. - С. 36-49.

5 Alessandrini G., Isakov V. Analiticity and uniqueness for the inverse conductivity problem // Rend. Ist. Mat. Univ. Trieste. 1996. V. 28. P. 351–369.

6 Kang H., Seo J.K. Inverse conductivity problem with one measurement: uniqueness of balls in R3 // SIAM J. Appl. Math. 1999. V. 59. P. l533–39.

7 Bruhl M., Hanke M. Numerical implementation of two noniterative methods for locating inclusions by impedance tomography // Inverse Problems. 2000. V. 16. P. 1029–42.

8 Calderon A.P. On an inverse boundary value problem // Seminar on Numerical Analys. and its Appl. Continuum Phys. 1980. V. 18. P. 65–73.

9 *Лаврентев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П. Некорректные задачи математической физики и анализа. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1980*

10 Леонов А.С. Решение некорректно поставленных обратных задач. - М.: Изд-во «Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

УДК 530.1:51-72
ГРНТИ 29.05.03

А.М.Чулакова[1]*, Г.Н. Шайхова*[2]*, А.М. Сыздыкова*[3]

[1] *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Жалпы және теориялық физика кафедрасының магистранты Қазақстан, Астана қаласы*
[2] *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Жалпы және теориялық физика кафедрасының PhD докторы, доцент м.а. Қазақстан, Астана қаласы*
[3]*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Жалпы және теориялық физика кафедрасының аға оқытушысы Қазақстан, Астана қаласы*

ТӨРТ КОМПОНЕНТТІ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ШРЕДИНГЕР ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНІҢ СОЛИТОНДЫ ШЕШІМДЕРІ

Аңдатпа

Көп компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулерінің солитондық өзара әсерлесуі негізінде жатқан жаңа динамикалық ерекшеліктерін зерттеу өзекті бағыттардың бірі болып табылады. Бұл ерекшеліктер сызықты емес оптиканың әртүрлі физикалық жағдайларында көп модалық толқындардың таралуын модельдейді.Берiлiп отырған жұмыста, Хирота әдісі арқылы бисызықты жүйе құрылып, төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің бір және екі солитонды шешімдері алынды. Хиротаның билинеризация әдісі интегралданатын барлық теңдеулерден солитонды шешімдерді алу үшін қарапайым және альтернативті әдістердің бірі болып табылады. Төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулері оптикалық талшықтарда төрт модалардың таралуын сипаттайды. Maple бағдарламасын пайдалана отырып графикалық көріністерінен көп солитонды соқтығысуы кезінде амплитуда және фазаларының өзгерулеріне қарамастан солитондар өз формасын сақтайды сақтайтыны көрсетілген.

Түйін сөздер: Төрткомпонентті сызықты емес Шредингер теңдеуі, Хирота әдісі, солитон, бисызықты жүйе, Манакова жүйесі

Аннотация

А.М.Чулакова[1]*, Г.Н. Шайхова*[2]*, А.М. Сыздыкова*[3]
[1] *магистрант кафедры "ОиТФ" ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Казахстан, г.Астана*
[2] *доктор (PhD), и.о. доцента кафедры "ОиТФ" ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Казахстан, г.Астана*
[3]*преподаватель кафедры "ОиТФ" ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Казахстан, г.Астана*

СОЛИТОННЫЕ РЕШЕНИЯ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ШРЕДИНГЕРА

Изучение новых динамических особенностей, лежащих в основе солитонных взаимодействий в многокомпонентных нелинейных уравнениях Шредингера является актуальным направлением. Эти особенности моделируют многомодовое распространение волн в различных физических ситуациях в нелинейной оптике. В настоящей работе методом Хироты получена билинейная система уравнений, на основе которой построены одно и двух солитонные решение для четырех компонентной нелинейной системы уравнений Шредингера. Билинейный метод Хироты является простым и альтернативным методом для получения солитонных решений интегрируемых уравнений. Четырехкомпонентная нелинейная система уравнений Шредингера описывает распространение четырех мод в оптическом волокне. С помощью специальный программы Maple построены графические представлении многосолитонных решений, можно увидеть что при столкновении солитон сохраняет свою форму.

Ключевые слова: нелинейное уравнение Шредингера, метод Хироты,солитон, билинейная система, система Манакова

Abstract

SOLITON SOLUTIONS OF THE FOUR-COMPONENT NONLINEAR SCHRODINGER SYSTEM OF THE EQUATIONS

Chulakova A.M.[1], G.N. Shaikhova[2], A.M. Syzdykova[3]
[1] The master student of the department General and Theoretical Physics
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[2] PhD, associate professor of the department General and Theoretical Physics
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[3]Assistant of professor of the department General and Theoretical Physics
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Studying new dynamic features of underlying soliton interactions in multicomponent nonlinear Schrödinger equation is the actual direction. These features simulate multimode wave propagation in various physical situations in nonlinear optics. In this paper, bilinear system of equations is obtained by the method of Hirota We construct one and two-soliton solutions for the four component nonlinear Schrödinger system of equation. The Hirota bilinear method is a simple and alternative method for obtaining soliton solutions of integrable equations. The four component nonlinear system of Schrödinger equations describes the propagation of four modes in an optical fiber. With the help of a special program Maple we built graphical representation of multisoliton solutions, we can see that the collision of the soliton maintains save shape.

Key words: nonlinear Schrodinger equations, Hirota method, soliton, bilinear system, Manakov system

Кіріспе

Оптикада сызықты емес Шредингер теңдеуініңшешімі, оптикалық талшықтарда, толқынның таралу моделі ретінде туындайды. 1974 жылы Манаков сызықты емес Шредингер теңдеулерінің байланысқан, интегралданатын жүйесін ұсынды[1,2]. Бұл жүйе бір уақытта оптикалық талшықта екі немесе одан да көп модаларда өрістің таралуын анықтайды. Сызықты емес Шредингер теңдеуі сызықты емес ортада толқындардың таралуын сипаттайды. Ал екінші ретті туынды дисперсияны көрсетеді. Бұл теңдеулерді колдану оптикалық талшықтардағы көп модалы кабельдерде толқындардың солитон ретінде берілуін және оптикалық солитондар өзараәрекеттескенде байланыстың сапасына және сыйымдылыққа қалай әсер ететінін түсіндіреді [3,4].Бұл жұмыста қарастырылатын төрткомпонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің түрі келесідей :

$$iq_{1x}+q_{1tt}+2\mu(|q_1|^2+|q_2|^2+|q_3|^2+|q_4|^2)q_1=0, \tag{1}$$

$$iq_{2x}+q_{2tt}+2\mu(|q_1|^2+|q_2|^2+|q_3|^2+|q_4|^2)q_2=0, \tag{2}$$

$$iq_{3x}+q_{3tt}+2\mu(|q_1|^2+|q_2|^2+|q_3|^2+|q_4|^2)q_3=0, \tag{3}$$

$$iq_{4x}+q_{4tt}+2\mu(|q_1|^2+|q_2|^2+|q_3|^2+|q_4|^2)q_4=0, \tag{4}$$

мұнда $q_1(x,t)$, $q_2(x,t)$, $q_3(x,t)$, $q_4(x,t)$ - өзара әрекеттесуші оптикалық модалардың баяу өзгермелі жанаушылары, x және t айнымалылары - қашықтық пен уақыт, μ - сызықты емес екенін көрсететін параметр. Жұмыстың мақсаты солитонды шешімді алу. Солитон – таралу кезіндегі өзінің жылдамдығы мен формасын өзгертпей сақтай алатын оңашаланған толқын [5]. Солитонды шешімді алу үшін Хирота әдісін қолданамыз.

1.Бисызықты форма. Төрткомпонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің солитонды шешімдерін алу үшін Хирота әдісінің бірінші қадамы теңдеуді бисызықты формаға айналдыру [3]. Бұл әдіс бойынша (1) - (4) теңдеулердіңсолитонды шешімдерін келесі түрде іздейміз:

$$q_1=\frac{g^{(1)}}{f}, \tag{5}$$

$$q_2=\frac{g^{(2)}}{f}, \tag{6}$$

$$q_3=\frac{g^{(3)}}{f}, \tag{7}$$

$$q_4=\frac{g^{(4)}}{f}, \tag{8}$$

(5)-(8) өрнектерді (1)-(4) теңдеулерге қоя отырып, Хирота операторларымен келесі бисызықты теңдеулер жүйесі алынады:

$$\left[iD_x + D_t^2\right](g^{(1)}\cdot f) = 0, \tag{9}$$

$$\left[iD_x + D_t^2\right](g^{(2)}\cdot f) = 0, \tag{10}$$

$$\left[iD_x + D_t^2\right](g^{(3)}\cdot f) = 0, \tag{11}$$

$$\left[iD_x + D_t^2\right](g^{(4)}\cdot f) = 0, \tag{12}$$

$$D_t^2(f\cdot f) = 2\mu(\left|g^{(1)}\right|^2 + \left|g^{(2)}\right|^2 + \left|g^{(3)}\right|^2 + \left|g^{(4)}\right|^2), \tag{13}$$

мұнда $g^{(1)}(x,t), g^{(2)}(x,t), g^{(3)}(x,t), g^{(4)}(x,t)$-комплексті функциялар, $f(x,t)$-нақты функция. Бисызықты операторлар келесі түрде анықталады:

$$D_x^l D_t^n (f(x,t)\cdot g(x,t)) = (\frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x'})^l (\frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial t'})^n (f(x,t)\cdot g(x',t'))|_{x'=x,t'=t}, \tag{14}$$

мұндағы $l, n \in Z$.Біздің кейінгізерттеулеріміз үшін қажетті Хирота операторларының кейбір қасиеттерін келтірейік:

$$D_x^2(g\cdot 1) = (\frac{\partial}{\partial x})^2 g, \quad D_t^2(f\cdot 1) = (\frac{\partial}{\partial t})^2 f, \tag{15}$$

$$D_t^2(f\cdot f) = 2f_{tt}f - 2f_t^2, \tag{16}$$

$$D_t^2(\exp(p_1t)\cdot\exp(p_2t)) = (p_1 - p_2)^2\exp[(p_1 + p_2)t]. \tag{17}$$

3. **Солитонды шешімдер.** Хирота әдісіне сәйкес кішкентай ε параметр бойынша $g^{(1)}, g^{(2)}, g^{(3)}, g^{(4)}, f$ функцияларынформальды қатарларға жіктейік:

$$g^{(1)} = \varepsilon g_1^{(1)} + \varepsilon^3 g_3^{(1)} + \varepsilon^5 g_5^{(1)} + ..., \tag{18}$$

$$g^{(2)} = \varepsilon g_1^{(2)} + \varepsilon^3 g_3^{(2)} + \varepsilon^5 g_5^{(2)} + ..., \tag{19}$$

$$g^{(3)} = \varepsilon g_1^{(3)} + \varepsilon^3 g_3^{(3)} + \varepsilon^5 g_5^{(3)} + ..., \tag{20}$$

$$g^{(4)} = \varepsilon g_1^{(4)} + \varepsilon^3 g_3^{(4)} + \varepsilon^5 g_5^{(4)} + ..., \tag{21}$$

$$f = 1 + \varepsilon^2 f_2 + \varepsilon^4 f_4 + \varepsilon^6 f_6 + ..., \tag{22}$$

(18)-(22)-ні (9) - (13) теңдеулерге қойып (15)-(17) Хирота операторларының қасиеттерін пайдалана отырып $g^{(1)}, g^{(2)}, g^{(3)}, g^{(4)}$ және f-ті ε параметрлері бойынша жинақтап бір солитонды шешімдер үшін жүйені келесі түрде жаза аламыз:

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(1)}\cdot 1) = 0, \tag{23}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(2)}\cdot 1) = 0, \tag{24}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(3)}\cdot 1) = 0, \tag{25}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(4)}\cdot 1) = 0, \tag{26}$$

$$\varepsilon^2 : D_e^2(f_2\cdot 1 + 1\cdot f_2) = 2\mu(g_1^{(1)}\cdot g_1^{(1)*} + g_1^{(2)}\cdot g_1^{(2)*} + g_1^{(3)}\cdot g_1^{(3)*} + g_1^{(4)}\cdot g_1^{(4)*}) = 0, \tag{27}$$

ал екі солитонды шешімдер алу үшін жүйені келесідей аламыз

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(1)}\cdot 1) = 0, \tag{28}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(2)}\cdot 1) = 0, \tag{29}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(3)} \cdot 1) = 0, \tag{30}$$

$$\varepsilon^1 : [iD_x + D_t^2](g_1^{(4)} \cdot 1) = 0, \tag{31}$$

$$\varepsilon^2 : D_t^2(f_2 \cdot 1 + 1 \cdot f_2) = 2\mu(g_1^{(1)} \cdot g_1^{(1)*} + g_1^{(2)} \cdot g_1^{(2)*} + g_1^{(3)} \cdot g_1^{(3)*} + g_1^{(4)} \cdot g_1^{(4)*}) = 0, \tag{32}$$

$$\varepsilon^3 : [iD_x + D_t^2](g_3^{(1)} \cdot 1 + g_1^{(1)} \cdot f_2) = 0, \tag{33}$$

$$\varepsilon^3 : [iD_x + D_t^2](g_3^{(2)} \cdot 1 + g_1^{(2)} \cdot f_2) = 0, \tag{34}$$

$$\varepsilon^3 : [iD_x + D_t^2](g_3^{(3)} \cdot 1 + g_1^{(3)} \cdot f_2) = 0, \tag{35}$$

$$\varepsilon^3 : [iD_x + D_t^2](g_3^{(4)} \cdot 1 + g_1^{(4)} \cdot f_2) = 0, \tag{36}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon^4 : D_t^2(f_4 \cdot 1 + f_2 \cdot f_2 + 1 \cdot f_4) = 2\mu(g_1^{(1)} \cdot g_3^{(1)*} + g_3^{(1)} \cdot g_1^{(1)*} + g_1^{(2)} \cdot g_3^{(2)*} + g_3^{(2)} \cdot g_1^{(2)*} + \\ + g_1^{(3)} \cdot g_3^{(3)*} + g_3^{(3)} \cdot g_1^{(3)*} + g_1^{(4)} \cdot g_3^{(4)*} + g_3^{(4)} \cdot g_1^{(4)*}) = 0 \end{aligned} \tag{37}$$

2.1. Бір солитонды шешімдер. Төрткомпонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің бір солитонды шешімін алу үшін $g^{(1)}, g^{(2)}, g^{(3)}, g^{(4)}$ және f келесі түрде аламыз:

$$g^{(1)} = \varepsilon g_1^{(1)}, \tag{38}$$

$$g^{(2)} = \varepsilon g_1^{(2)}, \tag{39}$$

$$g^{(3)} = \varepsilon g_1^{(3)}, \tag{40}$$

$$g^{(4)} = \varepsilon g_1^{(4)}, \tag{41}$$

$$f = 1 + \varepsilon^2 f_2. \tag{42}$$

мұнда $g_1^{(1)} = \alpha_1^{(1)} e^{\eta_1}, g_1^{(2)} = \alpha_1^{(2)} e^{\eta_1}, g_1^{(3)} = \alpha_1^{(3)} e^{\eta_1}, g_1^{(4)} = \alpha_1^{(4)} e^{\eta_1}$, (38)-(42)-ті (23)-(27) теңдеулерге қойып, f_2 мүшесін тауып, бір солитонды шешімді аламыз:

$$q_1 = \frac{\alpha_1^{(1)} e^{\eta_1}}{1 + e^{\eta_1 + \eta_1^* + R}}, \tag{43}$$

$$q_2 = \frac{\alpha_1^{(2)} e^{\eta_1}}{1 + e^{\eta_1 + \eta_1^* + R}}, \tag{44}$$

$$q_3 = \frac{\alpha_1^{(3)} e^{\eta_1}}{1 + e^{\eta_1 + \eta_1^* + R}}, \tag{45}$$

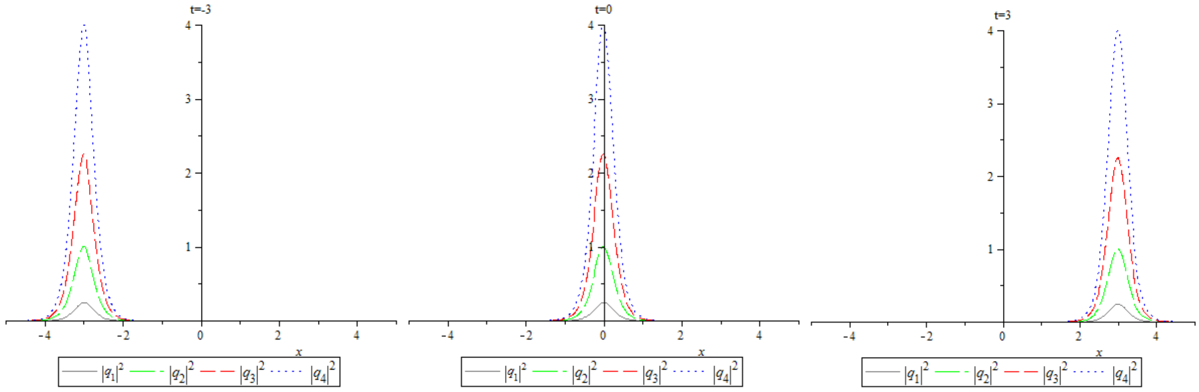
$$q_4 = \frac{\alpha_1^{(4)} e^{\eta_1}}{1 + e^{\eta_1 + \eta_1^* + R}}, \tag{46}$$

мұнда

$$e^R = \frac{\mu(\left|\alpha_1^{(1)}\right|^2 + \left|\alpha_1^{(2)}\right|^2 + \left|\alpha_1^{(3)}\right|^2 + \left|\alpha_1^{(4)}\right|^2)}{(k_1 + k_1^*)^2}, \tag{47}$$

$$\eta_1^* = k_1^* t - i(k_1^*)^2 x, \; \eta_1 = k_1 t + i k_1^2 x. \tag{48}$$

(1)-(4) теңдеулердің бір солитонды шешімдерінің қозғалыс динамикасы Сурет 1 көрсетілген.



Сурет 1. Төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулерінің $\alpha^{(1)} \prec \alpha^{(2)} \prec \alpha^{(3)} \prec \alpha^{(4)},\ \mu = 3$ *мәндеріндегі бір солитонды шешімдерінің қозғалыс динамикасы*

2.2. Екі солитонды шешімдер.Хирота әдісімен екі солитонды шешімін алу үшін $g^{(1)}, g^{(2)}, g^{(3)}, g^{(4)}$ және f келесі түрде аламыз:

$$g^{(1)} = \varepsilon g_1^{(1)} + \varepsilon^3 g_3^{(1)}, \tag{49}$$

$$g^{(2)} = \varepsilon g_1^{(2)} + \varepsilon^3 g_3^{(2)}, \tag{50}$$

$$g^{(3)} = \varepsilon g_1^{(3)} + \varepsilon^3 g_3^{(3)}, \tag{51}$$

$$g^{(4)} = \varepsilon g_1^{(4)} + \varepsilon^3 g_3^{(4)}, \tag{52}$$

$$f = 1 + \varepsilon^2 f_2 + \varepsilon^4 f_4. \tag{53}$$

мұнда $g_1^{(i)} = \alpha_1^{(i)} e^{\eta_1} + \alpha_2^{(i)} e^{\eta_2}, (i = 1,2,3,4)$, (49)-(53)теңдеулерді (28)-(37) бисызықты теңдеулер жүйесіне қойып, $g_3^{(1)}, g_3^{(2)}, g_3^{(3)}, g_3^{(4)}, f_2, f_4$ мүшелерін есептеп,екі солитонды шешімді аламыз:

$$q_1 = \frac{\alpha_1^{(1)} e^{\eta_1} + \alpha_2^{(1)} e^{\eta_2} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2+\delta_1^{(1)}} + e^{\eta_2+\eta_2^*+\eta_1+\delta_2^{(1)}}}{1 + e^{\eta_1+\eta_1^*+R_1} + e^{\eta_1+\eta_2^*+R_2} + e^{\eta_1^*+\eta_2+R_3} + e^{\eta_2+\eta_2^*+R_4} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2^*+\eta_2^*+R_5}}, \tag{54}$$

$$q_2 = \frac{\alpha_1^{(2)} e^{\eta_1} + \alpha_2^{(2)} e^{\eta_2} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2+\delta_1^{(2)}} + e^{\eta_2+\eta_2^*+\eta_1+\delta_2^{(2)}}}{1 + e^{\eta_1+\eta_1^*+R_1} + e^{\eta_1+\eta_2^*+R_2} + e^{\eta_1^*+\eta_2+R_3} + e^{\eta_2+\eta_2^*+R_4} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2^*+\eta_2^*+R_5}}, \tag{55}$$

$$q_3 = \frac{\alpha_1^{(3)} e^{\eta_1} + \alpha_2^{(3)} e^{\eta_2} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2+\delta_1^{(3)}} + e^{\eta_2+\eta_2^*+\eta_1+\delta_2^{(3)}}}{1 + e^{\eta_1+\eta_1^*+R_1} + e^{\eta_1+\eta_2^*+R_2} + e^{\eta_1^*+\eta_2+R_3} + e^{\eta_2+\eta_2^*+R_4} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2^*+\eta_2^*+R_5}}, \tag{56}$$

$$q_4 = \frac{\alpha_1^{(4)} e^{\eta_1} + \alpha_2^{(4)} e^{\eta_2} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2+\delta_1^{(4)}} + e^{\eta_2+\eta_2^*+\eta_1+\delta_2^{(4)}}}{1 + e^{\eta_1+\eta_1^*+R_1} + e^{\eta_1+\eta_2^*+R_2} + e^{\eta_1^*+\eta_2+R_3} + e^{\eta_2+\eta_2^*+R_4} + e^{\eta_1+\eta_1^*+\eta_2^*+\eta_2^*+R_5}}, \tag{57}$$

мұнда

$$\eta_n = k_n t + i k_n{}^2 x, \quad n = 1,2, \tag{58}$$

$$\eta_n^* = k_n^* t - i(k_n^*)^2 x, \quad n = 1,2, \tag{59}$$

$$e^{R_1} = \frac{k_{11}}{k_1 + k_1^*}, \tag{60}$$

$$e^{R_2} = \frac{k_{12}}{k_1 + k_2^*}, \tag{61}$$

$$e^{R_3} = \frac{k_{21}}{k_1^* + k_2}, \tag{62}$$

$$e^{R_4}=\frac{k_{22}}{k_2+k_2^*}, \tag{63}$$

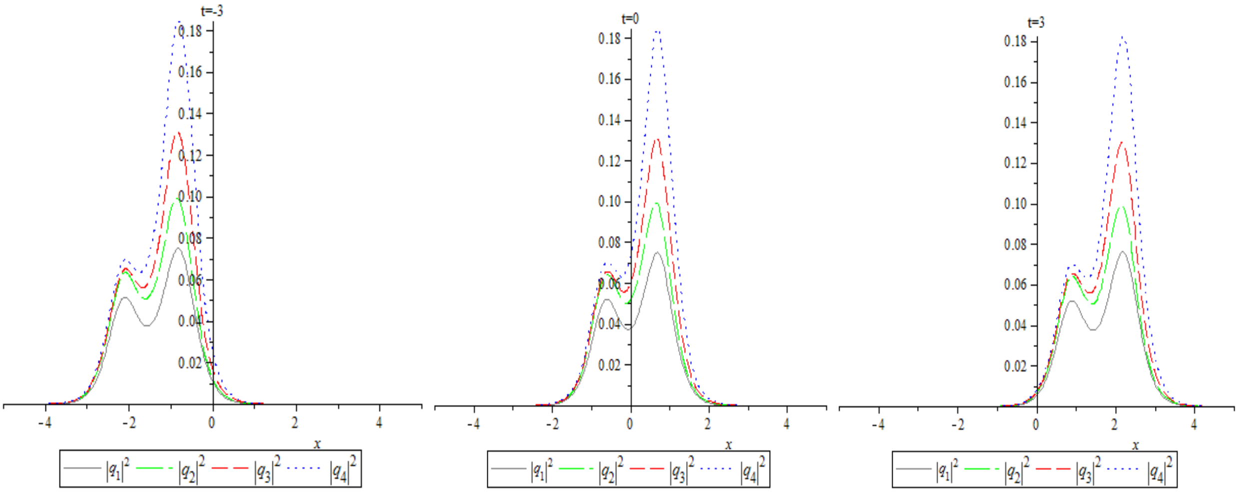
$$e^{\delta_1^{(i)}}=\frac{(\alpha_1^{(i)}k_{21}-\alpha_2^{(i)}k_{11})(k_1-k_2)}{(k_1+k_1^*)(k_1^*+k_2)},\quad i=1,2,3,4, \tag{64}$$

$$e^{\delta_2^{(i)}}=\frac{(\alpha_2^{(i)}k_{12}-\alpha_1^{(i)}k_{22})(k_2-k_1)}{(k_1+k_2^*)(k_2^*+k_2)},\quad i=1,2,3,4, \tag{65}$$

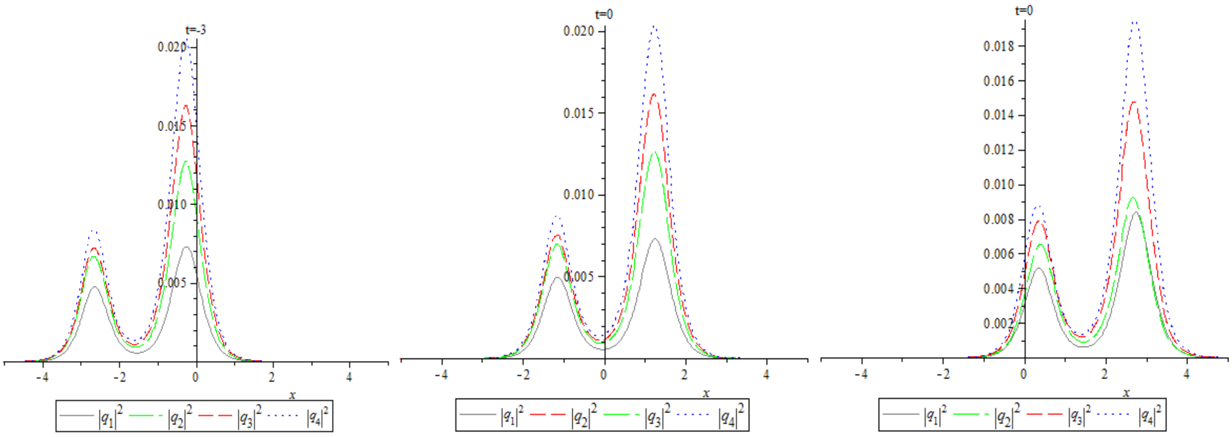
$$e^{R_5}=\frac{|k_1-k_2|^2}{(k_1+k_1^*)(k_2+k_2^*)|k_1+k_2^*|^2}(k_{11}k_{22}-k_{12}k_{21}), \tag{66}$$

$$k_{ij}=\frac{\mu\sum_{n=1}^{4}\alpha_i^{(n)}\alpha_j^{(n)*}}{k_i+k_j^{\ *}},\quad i,j=1,2. \tag{67}$$

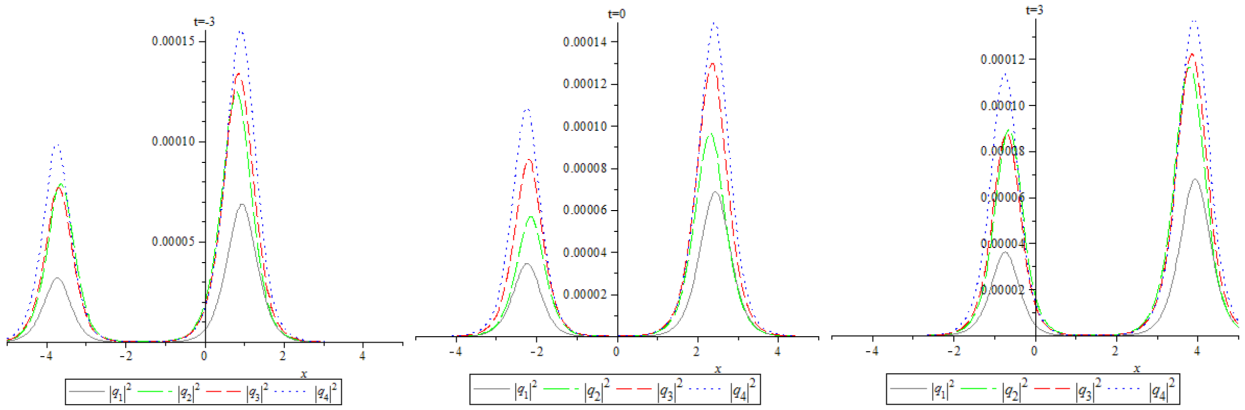
(1)-(4) теңдеулердің екі солитонды шешімдерінің қозғалыс динамикасы Сурет 2,3,4 көрсетілген.



Сурет 2. Төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің $\alpha^{(1)}\prec\alpha^{(2)}\prec\alpha^{(3)}\prec\alpha^{(4)}$, $\mu=0.5$ *мәндеріндегі екі солитондарының қозғалыс динамикасы*



Сурет 3. Төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің $\alpha^{(1)}\prec\alpha^{(2)}\prec\alpha^{(3)}\prec\alpha^{(4)}$, $\mu=1$ *мәндеріндегі екі солитондарының қозғалыс динамикасы*



Сурет 4. Төрт компонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесінің $\alpha^{(1)} \prec \alpha^{(2)} \prec \alpha^{(3)} \prec \alpha^{(4)}$, $\mu = 2$ *мәндеріндегі екі солитондарының қозғалыс динамикасы*

Қорытынды

Бұл жұмыста талшықтардағы оптикалық солитондар шеңберінде соңғы зерттеулерде көп қолданылатын төрткомпонентті сызықты емес Шредингер теңдеулер жүйесі зерттелді. (43) - (46) бір солитонды және (54) - (57) екі солитонды шешімдері алынды. Солитонды шешімдердің қозғалыс динамикалары сурет1,2,3,4 көрсетілген.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1 T. Kanna andM. Lakshmanan, Exact soliton solutions of coupled nonlinear Schrodinger equations: Shape changing collisions, logic gates and partially coherent solitons.arxiv:nlin/030325v1, 14 Mar2003.

2 F.P. Zen and H.I. Elim. Multi-soliton Solution of the Integrable CoupledNonlinear Schrödinger Equation of Manakov Type.arxiv:solv-int/9901010v2, 7 Feb 1999.

3 R. Radhakrishnan, M. Lakshmanan, and J. Hietarinta, Inelastic Collision and Switching of Coupled Bright Solitons in Optical Fibers, Phys. Rev. E 56, 2213 – Published 1 August 1997.

4 T.T Jia, Y. Chai, H.Q. Hao, Multisoliton Solutions and Breathers for the Coupled NonlinearSchrödinger Equations via the Hirota Method, Mathematical Problems in EngineeringVolume 2016 (2016), Article ID 1741245, 11.

*5 P. Freddy, I. Hendry, Soliton soliton of the Integrable coupled Nonlinear Schrodinger equation of ManakovType,*etal.*hep-th/9812215*

ФИЗИКА, ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

УДК 53:001.92
ГРНТИ 29.01.39

Б.Е. Акитай[1]*, Қ. Жарқын*[2]

[1] *п.ғ.к., Абай атындағы ҚазҰПУ Математика, физика және информатика иституттының профессоры, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *Абай атындағы ҚазҰПУ, Физика мамандығының магистранты*

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ТЕОРИЯНЫ ОҚЫТУДА ТАРИХИ МАТЕРИАЛДАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Бұл мақалада электрондық теорияны оқыту әдістемесі берілген. Физика пәнін оқытуда тарихи материалдарды қолдану мәселелері қарастырылған. Қазіргі педагогика ғылымы мен мектеп тәжірибесінде тарихи материал принципін іске асыру мәселесін саралау кезінде, оны пайдалану, физика пәні бойынша оқу бағдарламасының құрамын анықтаудағы маңызды шарт болып табылады. Орта мектептегі физиканы оқыту әдістемесіндегі тарихи материалдар элементтерін қолдану мәселесін шешу, оқушылардың физика және жалпы ғылым жайлы түсініктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.19-20 ғасырдағы электрондық теорияның дамуына байланысты тарихи материалдар және ұлы ғалымдардың еңбектері келтірілген. Мұнда әр түрлі ортадағы электр тоғының өткізгіштігі, яғни металдардағы, шала өткізгіштіктердегі, вакуумдағы, газдардағы, сұйықтардағы электр тоғын электрондық теорияны қолданып түсіндірілуі кестеде көрсетілген. Сондай-ақ оқушылардың білімін жүйеге түсіру үшін электрондық теорияның қалыптасуына себепші болған фактілермен тәжірибелер, идеялар, болжамдар моделдер, ұғымдар, анықтамалар, заңдылықтар, эксперимент одан шығатын салдарлар, практикада қолданылуы, қолдану шегі анықталып кесте түрінде берілген.

Түйін сөздер:классикалық электрондық теория, заряд, әр түрлі ортадағы электр тоғы, тарихи материалдар;

Аннотация

Б.Е. Акитай[1]*, Қ. Жарқын*[2]
[1] *к.п.н., профессор Института Математики, физики и информатики при КазНПУ им.Абая, г.Алматы, Казахстан*
[2] *Магистрант по специальности Физика КазНПУ им.Абая, г.Алматы, Казахстан*

ПРИМЕНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ОБУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ

В данной статье рассмотрена методика преподавания электронной теории. В преподавании физики используются исторические материалы. При анализе состояния проблемы реализации принципа историзма в современной педагогической науке и школьной практике выявлено, что историзм, как метод познания, является необходимым условием при определении содержания учебной программы по физике в средней школе. Использование элементов истории было и остается одним из тех вопросов методики преподавания физики в средней школе, решение которого заключается в расширении представления у учащихся о физике и науке в целом. При обучении электронной теории были применены открытия великих ученых 19-20 века. Применение электронной теории для объяснения электрического тока в различных средах: металлах, полупроводниках, жидкостях, газах и в вакуме приведено в виде таблицы. Для обобщения знаний учащихся по электронной теории были использованы таблицы, в которой приведены: факты, эксперименты, гипотезы, модели, понятия, определения, закономерности и предел применения.

Ключевые слова: классическая электронная теория, заряд,ток в различных средах, исторические материалы;

Abstract

Akitay B.Ye.[1]*, Zharkyn K.*[2]
[1] *Cand. Sci. (Pedagogical), Professor of the Mathematics, Physics and Informatics Institute at Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Student of Master Programme in Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

In this article, we consider the methods of the approximation of the electron theory. The teaching of physics uses historical materials. The analysis of problems of implementation of the principle of historicism in modern pedagogy and school practice revealed that historicism, as a method of cognition, is essential in determining the content of the curriculum for physics in secondary school. The use of elements of history was and remains one of the issues of methodology of teaching physics in secondary school, a decision which allows you to expand representation of students about physics and science in general. When teaching the electronic theory we were applied, the discoveries of great scientists of the 19th and 20th centuries. The application of the electronic theory to explain the electric current in various environment: metals, semiconductors, liquids, gases and in vacuum given in the form of a table. To summarize students' knowledge of electronic theory I used tables where are given: facts, experiments, hypotheses, models, concepts, definitions, regularities and the limit of application.

Key words:classical electronic theory, electric charge, electric current in different environment, historical materials;

Кіріспе

Физика пәнін оқытуда тарихи материалдарды қолдану мынандай мәселелерді шешуге:оқыту үдерісінде жастардың,тәрбиелігін,дамытушылығын,олардың ғылыми көзқарастарын, патриоттық, интернационалдық, адамгершілік, ғылымға деген сүйіспеншіліктерін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Физика пәнін оқытуда тарихи материалдарды қолдану арқылы оқыту және тәрбиелеу мақсаттарын шешуде қолдануға болады. Оқытушы бұл мәселелер бойынша тек жалпы әдістемелік нұсқауларды ғана емес сонымен қатар сабақтың мазмұнына тікелей пайдаланатын нақты тарихи материалдарды қажет етеді.

Физиканы алға дамытқан көрнекті ғалымдардың рухани дүниесімен студенттерді таныстыру, олардың өмірге деген көзқарастарын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Яғни, ғалымдардың өмірбаянымен таныстырған кезде, жас ұрпақтың ішкі дүниетанымын қалыптастыру үшін маңызы бар материалды алу керек.

Физика пәнінің тарихын біріншіден іргелі физикалық теориялардың эволюциялық даму үдерісін талдай отырып: сақталу заңы, салыстырмалылық, атомдық, өріс, корпускулалық толқынды-дуализм сияқты мәселелерге көз қарастың дамып жетілуінқарастырады.

Физиканы оқытуда тарихи материалдарды қолданудың келесі тәсілдерін:

1. жаңа білім беруде тарихи шолу жасау кезінде негіздеуге ;
2. білімді жүйелеу мен жалпылауда тарихи шолулар жасау;
3. білімді нақтылауда іргелі тәжірибелердің ашылу тарихының сипаттамасын пайдалану;
4. студенттердің тұлға болып қалыптасуы үшін ғалымдардың толық өмірбаяны және өмірбаянынан үзінділер келтіру;
5. тарихи есептердің мазмұнында қолдануды ұсынуға болады.

Әрине, тарихи материалдарды қолданудың осы түрде жіктелуі шартты түрде және олар оның классификациясы болып табылмайды [1].

Енді *электрондық теорияның шығуына* қысқаша тарихи шолу жасасақ,

1887-1900 ж. Дж.Дж. Томсон катодтық сәулелердің электр және магнит өрісінде ауытқуын көрсететін тәжірибесінде катодтық сәулелердің электрондар ағыны екенін тағайындады. Осыдан кейін Лоренц 1904 жылы атом құрылысының Томсон үлгісін негізге алып, (яғни атомда электрондардың бар екенін ескеріп), барлық заттағы физикалық құбылыстарды, атап айтқанда электрлік, магниттік, оптикалық қасиеттерін теория жүзінде түсіндіреді, яғни классикалық электрондық теорияның негізін қалайды. Лоренцке байланыссыз 1900 ж. П.Друде металдардың электр өткізгіштігін электрондық теория арқылы негіздеді. Сондықтан да металдардың өткізгіштігін түсіндіретін классикалық электрондық теория Друде-Лоренц теориясы деп аталады. Электрондық теорияның мазмұны, заттың әртүрлі қасиеттерін электронның қозғалысы арқылы түсіндіріледі [2].

Классикалық электрондық теория келесі қағидаларды ескереді:

1. Электронның қозғалысы классикалық механика заңдарына бағынады.
2. Электрондар бір-бірімен әсерлеспейді.
3. Электрондар кристалдық тордағы иондармен өзара әсерлеседі, нәтижесінде олар соқтығысады.
4. Соқтығысу аралықтарында электрон мүлде еркін қозғалады.
5. Металдарда еркін электрондар идеал газ сияқты электрондық газ түзеді, электрондық газ да энергияның еркіндік дәрежесіне қарай бірқалыпты тарау заңына бағынады.
6. Кез-келген соқтығысу кезінде электроның барлық энергиясы басқа бөлшекке беріледі.

Классикалық электрондық теория металдардың кедергісін, Ом және Джоуль-Ленц заңын жақсы түсіндіреді, меншікті электр өткізгіштікті металдың атомдық тұрақтылары арқылы өрнектеуді, электр өткізгіштіктің температураға тәуелділігін түсіндіре алады, жылу және электр өткізгіштік арасында байланысты көрсетеді. Кей жағдайларда теория тәжірибелерге *қайшы* жағдайларға да алып келеді.

Мысалы, теория бойынша меншікті кедергі температура артқан кезде металдың меншікті кедергісі $\rho \sim \sqrt{T}$ байланысты арту керек. Ал тәжірибе меншікті кедергі $(\rho = \rho_0 \alpha \cdot T)$ тура пропорционал екендігін көрсетеді.

Классикалық электрондық теория жылу сыйымдылық және асқын өткізгіштік құбылысын мүлдем түсіндіре алмады. Себебі классикалық электрондық теорияның қиыншылықтарының болуынан: а) электрондардың бір-бірімен өзара әсерлесуі ескерілмейді; б) кристалдық тордың периодты өрісіндегі электрондардың қозғалысы классикалық механика заңдары емес, кванттық механика заңдарына бағынады.

Қазіргі кезде классикалық электрондық теорияның орнына, оның шеше алмаған мәселелерін түсіндіріп беретін қатты денелердің кванттық теориясы келді. Классикалық электрондық теория әлі де қолданылады, себебі ол қарапайым әрі көрнекті, ал заряд тасымалдаушылардың концентрациясы аз, температурасы жоғары болғанда, кванттық және классикалық теориялар жуық нәтижелер береді.[3]

Орта мектепте классикалық электрондық теория әр түрлі ортадағы электр тоғы тарауында оқытылады. Негізгі мектепте сапалық түрде болса да бұл теорияның кейбір элементтері оқытылып келеді. Әрине мұғалім бұл материалдарды түсіндіру үшін электрондық теорияны жақсы меңгеруі қажет. Жалпы білім беретін орта мектеп бағдарламасына электронның реттелген қозғалыс жылдамдығы, кедергінің температураға байланыстылығы және асқын өткізгіштік енгізілді.

Оқушыларды классикалық электрондық теориямен таныстырған кезде мынандай маңызды қағидаларға көңіл бөлу керек:

1) *теория қашан және неге жасалған;*

2) *теорияның негізгі қағидалары және көрнекілік үлгісі;*

3) *теорияның тәжірибеде дәлелденуі;*

4) *классикалық электрондық теорияның қолданылуы (қандай құбылыс және фактілер осы теориямен түсіндіріледі);*

5) *классикалық электрондық теорияның қиыншылықтары және оның пайда болу себептері;*

6) *классикалық электрондық теорияның маңызы.*

Классикалық көзқарас бойынша металдарда иондық тор және еркін «электрондық газ» бар. Металдарда электрондар бейберекет қозғалыста болады. Олардың қозғалыс жылдамдығы температураға байланысты. Иондар кристалдық тордың түйіндерінде тепе-теңдік жағдайында тербелісте болады. Электрондардың бей-берекет қозғалысында өткізгіште зарядтың орын ауыстыруы орташа алғанда жоқ. Өткізгіш ұштарында потенциалдар айырмасы болған кезде, өткізгіш ішінде кернеулігі E-ге тең электр өрісі электрондарды реттелген қозғалысқа келтіреді де, олар аздаған жылдамдық алады. Бұл аз жылдамдықтың шамасын табуға болады. Егерде ток тығыздығының формуласына:

$$j = n \cdot q \cdot \upsilon \tag{1}$$

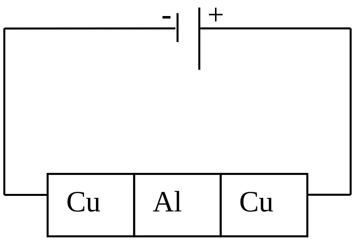
$j = 1$ А/мм^2 қойып υ - жылдамдықты табуды оқушыларға ұсынуға болады. Оның мәні (10^{-6} м/с) жылулық қозғалыстың жылдамдығынан өте аз болғандықтан дрейф (бір орында қалқып тұру) жылдамдық деп те атайды. Электронның жылулық қозғалысының орташа квадраттық жылдамдығын:

$$\frac{m\bar{\upsilon}^2}{2} = \frac{3}{2}kT \tag{2}$$

2 формуладан жылдамдықты тауып (10^5 м/с) оны дрейф жылдамдықпен салыстырсақ, онда өте аз шама екені көрініп тұр. Осы аз дрейф жылдамдығы өткізгіште электр тогының болуын қамтамасыз етеді.[4]

Металдарда электр тогын тасымалдаушы электрондар екенін дәлелдейтін іргелі тәжірибелер: 1) Рикке тәжірибесі (1901 ж.);

Рикке тәжірибесі 1-суреттегі схема бойынша жүргізілді. Бір жыл бойы осы тізбек арқылы ток жіберілді.Осы уақыт ішінде одан өте үлкен заряд ($3{,}5 \cdot 10^6$ Кл) шамасы өтті, бірақта заттарда ешқандай массаның ауысуы немесе цилиндрлердің түсінің өзгеруі байқалмады. Қорытындысында металдарда электр тоғын тасушылар барлығында бірдей бөлшектер – электрондар екені белгілі болды.



Сурет 1. Рикке тәжірибесі

2) Мандельштам және Пакалекси тәжірибесі (1913 ж.); 3) Толмен және Стюарт тәжірибесі (1916ж.). Олардың идеясы – электрондардың инерциясы бойынша қозғалысын тіркеу [5].

Мандельштам және Папалекси тәжірибесінде электрондардың инерциялық қозғалысын тіркеу үшін телефон қолданылады, ал Толмен және Стюарттәжірибеде электронның таңбасы және меншікті заряд шамасы анықталып, индикатор ретінде гальвонометр пайдаланылған. Сондықтан, мектепте екінші тәжірибені түсіндіріп, біріншісі жөнінде оқушыларды таныстырса да болады.

Мектеп физика курсында классикалық электрондық теорияны өткізгіштің кедергісінің пайда болуын және тізбек бөлігі үшін Ом заңын түсіндіру үшін қолданады. Осы кезде алынған формулаларды (3-4) талдау:

$$I = \frac{ne^2 S\lambda}{2m\upsilon_Ж L}; \tag{3}$$

$$\rho = \frac{2m\upsilon_Ж}{ne^2\lambda}. \tag{4}$$

Ом заңының қолданылу шегін көрсетеді, меншікті кедергінің (макроскопиялық шама) микропараметрлер: $m, n, e, \upsilon,\ \lambda$,-ортадағы электрондық газды сипаттайды және меншікті кедергінің температураға байланысын тағайындайды.

Берілген формулада электронның жылулық қозғалысының жылдамдығы $\upsilon_Ж$ кірген. Сондықтан да классикалық электрондық теорияға Ом заңын қорытпай тұрып, оқушылармен «электр тоғының тарау жылдамдығы», «жылулық қозғалыс жылдамдағы» ұғымдарыжеке-жеке қарастырылады.

Өткізгіште электр тоғының тарау жылдамдығы - өткізгіштегі зарядқа электр өрісінің әсерінің тарау жылдамдығы. Өріс лезде (жарық жылдамдығына жуық жылдамдықпен) электронды реттелген баяу қозғалысқа келтіріп, аз жылдамдық (секундына миллиметрдің оннан бір бөлігіндей) береді.

Электрмагниттік өріс әсерінен электрондардың реттелген қозғалысының орташа жылдамдығы өткізгіштегі ток күшін анықтайды: электрондардың реттелген қозғалысының жылдамдығы $\upsilon_{др}$ *үлкен болса, өткізгіштің көлденең қимасының ауданы S арқылы бірлік уақыт ішінде өтетін электрондардың саны көп болады.*

Әр электронның заряды e-ге тең болғандықтан, өткізгіштің көлденең қимасынан бірлік уақыт ішінде өтетін заряд шамасы - $n \cdot e \cdot S \cdot \upsilon_{др}$ тең. Бірлік уақыт ішіндегі өткізгіштің көлденең қимасы арқылы өтетін заряд шамасы ток күшіне тең:

$$I = n \cdot e \cdot S \cdot \upsilon_{др}. \tag{5}$$

Осы формуланы (5) пайдаланып белгілі бір өткізгішті алып, ондағы электрондардың реттелген қозғалысының жылдамдығын есептеген пайдалы. Мысалы, мыс үшін $n_{Cu} = 9 \cdot 10^{28} м^{-3}$; және ток күші $I = 10A$ болғанда, көлденең қимасы $S = 1мм^2$ болса, ондаэлектрондардың реттелген қозғалысының жылдамдығы $\upsilon_{др} = 0{,}7мм/с$ тең болады.

Оқушылар электрондық бейтарап жылулық қозғалыс жылдамдығы мен дрейф жылдамдықтың айырмашылығын анық білуі керек.

Классикалық электрондық теорияның қолданылу шегін, оның қиыншылықтарын көрсету үшін мына 6формуланыталдау арқылы көрсетуге болады:

$$\rho = \frac{2m\upsilon_{ж}}{e^2 n \cdot \lambda} \qquad (6)$$

Мұндағы Р- меншікті кедергінің Т- температурадан сандық тәуелділігін тағайындауға болады. Теория бойынша $\rho \sim v_{ж}$ ($\rho \sim \sqrt{T}$), ал экспериментте (7) формула бойынша өзгереді: ρ~T,

$$\rho=\rho_0(1+\alpha t). \qquad (7)$$

Осы талдауларды ескере отырып классикалық электрондық теорияның құрылымдық жүйесін 1-кестеде көрсетуге болады.

Кесте 1. Классикалық электрондық теорияның құрылымдық жүйесі

Классикалық электрондық теорияның құрылымы				
Фактілер, тәжірибелер	Идеялар, болжамдар, модельдер	Ұғымдар, анықтамалар, заңдылықтар	Эксперимент одан шығатын салдарлар, практикада қолданылуы	Қолдану шегі.
электрлену және электрлік өзара әсерлесу; - өткізгіштердегі заряд тасушылар; - денелердің магниттік қасиеттері; - атом құрылысының ашылуы. Дж.Дж.Томсонның тәжірибесі, яғни электронның ашылуы. (1887-1900 ж.).	- электронның қозғалысы классикалық механика заңдарына бағынады; - электрондар бір-бірімен әсерлеспейді; - соқтығысу аралықтарында электрон еркін қозғалады; - идеал электрондық газ моделі.	- электр заряды; - кернеу, потенциал, ток күші, кедергі, электрмагниттік индукция, Лоренц күші, диэлектрлік және магниттік өтімділік, магнит ағыны; Зарядтың сақталу заңы, электролиз заңы, Кулон, Ампер, Джоуль-Ленц, электрмагниттік индукция заңдары.	- Лорнецтің заттың қасиеттері (электрлік, магниттік, оптикалық); - П.Друде металдардың электр өткізгіштігін (1900) түсіндірді; - Ом заңы; - Джоуль-Ленц заңы; -меншікті электр кедергісі; - электролиз құбылысы; - әр түрлі ортадағы электр тоғы; - Стюарт-Тольмен тәжірибесі; - электрондық құрал-жабдықтардың қолданылуы.	Заряд тасымалдау шылардың концентрациясы өте көп болғанда және төменгі температурада қолдануға болмайды.

Жоғарғы сыныптарда электр тоғының әр түрлі қатты, сұйық және газ тәрізді ортада өтуін оқып-үйренеді. Мұнда әр түрлі өткізгіштікті, яғни металдардағы электр тоғын, шала өткізгіштіктердегі, вакуумдағы, газдардағы, сұйықтардағы электр тоғы қарастырылады. Металдардағы электр тоғы толық жан-жақты талданып, сандық түрде оқып үйретіледі. Ал қалған материалдар тек сапалық түрде оқытылады.

Әр түрлі ортадағы заряд тасушыларды және олардың қозғалысын көріп бақылауға болмайтындықтан, көбінесе үлгілер, кинофильмдер, виртуальды физикалық демонстацияларды көптеп қолдануға болады.

Сұйықтардағы электр тоғын оқып үйренгенде Фарадей заңдарына басты назар аударылып, бір валентті ионның зарядын анықтау формуласы қорытылып шығады. Бұл материалдарды өткен кезде пәнарлық байланысқа көп көңіл бөлінеді. Мұнда химия пәнімен тығыз байланыста болатын материал (электролиттік диссоциация электролиттердегі ток тасымалдау табиғаты, электролиздің практикада қолданылуы) пайдаланылады. Сондықтан да қазіргі кезде Фарадей заңдарының біріккен түрін теориялық жолмен шығарып алып, тек электрохимиялық эквивалент жөнінде талдау жасалады.

Шалаөткізгіштердегі электр тоғын оқып үйренгенде қазіргі кездегі танып білудегі ғылымның жетістіктері және шалаөткізгіш материалдардың қолданылуын көрсетеді. Оқыту шала өткізгіштердің қасиетін көрсететін демонстрациялық тәжірибелерден басталады. Содан кейін химия пәнінен өтілген коваленттік және қос электрондық байланыс арқылы шалаөткізгіштердіңэлектр өткізгіштігі және қасиеттері түсіндіріледі.

Мұнда жаңа «кемтік», «кемтіктік өткізгіштік» ұғымдарға көп көңіл бөлінеді. Кемтік электроны кетіп, байланыстың үзілген орны, оның заряды оң, ал кемтік өткізгіштік-электр өрісінде кемтіктердің орын ауыстыруы нәтижесінде токтың тасымалдануын айтады.[6]

Қазіргі кездегі психология-педагогикалық тұжырымдамаға сәйкес, алған білімдерін белгілі бір жүйеге түсіріп жалпылау тәсілі қолданылады, яғни әртүрлі ортадағы электр тоғы бір жоспармен немесе бірдей әдістемелік үлгімен қарастырылуы керек. Оған:

1)заряд тасымалдаушылардың табиғатын және олардың қозғалысындағы ерекшіліктерді анықтау;

2) вольт-амперлік сипаттамасын алу;

3) осы ортадағы ток қандай заңдылықпен өзгеретіндігін түсіндіру;

4) осы ортадағы токтың өтуін сүйемелдейтін құбылыстарды атап өту;

5) осы ортадағы токтың практикадағы қолданулары, әр түрлі құрал-жабдықтардың жұмыс істеу принциптері мен құрылысы жатады.

Әр түрлі ортадағы электр тоғын өтіп болғаннан кейін, өтілген материалды жалпылап, белгілі бір жүйеге түсіру үшін 2-кестені пайдалануға болады.

Кесте 2. Әр түрлі ортадағы электр тоғын салыстыру.

Орта	**Заряд тасушылар**	**Негізгі заңдар**	**Техникалық қолданулары**
Металдар	Еркін электрондар	$I = U / R, I = ne\upsilon S$ $R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \rho = \rho_0(1+\alpha t)$	Электротехникада
Электролиттер	Оң және теріс иондар	$m = kIt = MIt / N_A \cdot e \cdot n$ $I = \frac{U - V}{r}$ мұндағы V -электродтың поляризация потенциалы	Гальвонопластинка, электрометаллургияда, тегістеуде, металдарды қаптауда
Газдар	Электрондар, оң және теріс иондар	$qEI = m\upsilon^2 / 2 \geq W_K$ I -ионизатордың интенсивтілігіне тәуелді	Солғын разряд, жарнамалық түтіктерде, люминесценттік шамдарда, пісіруде, кесуде, балқытуда және т.б.
Вакуум	Кез келген зарядталған бөлшектер,вакуумда индукцияланады (көбіне электрондар)	$m\upsilon^2 / 2 >= A_{\text{шығ}}$	Түзеткіштер, күшейткіштер, генераторлар, электрондық-сәулелі түтікшелер (осциллографтар, телевизорлар)
Жартылай өткізгіштер	Еркін электрондар, байланысқан электрондар (кемтіктер)	$I = I_Э + I_Д$	Электротехникада

Қорытындысында физика пәнін оқытуда тарихи материалдарды қолдану арқылы оқушыларда классикалық электрондық теорияны оқытудағы бар білімдерін жалпылап бекіту үшін, оның құрылымдық кестесін пайдаланып, оларды бес топқа бөліп :

– *бірінші топқа теорияның шығуына себепші болған* тарихи фактілерді, тәжірибелерді; *екінші топқа осыларды түсіндіру үшін сол кезде ұсынылған* идеялар мен болжамдарды, модельдерді;

– *үшінші топқа электрондық теориядағы енгізілген* ұғымдарды, анықтамаларды, заңдылықтарды;

– *төртінші топқа теорияның экспериментте тексеріліп* дәлелденуі және одан шығатын салдарларды, оның практикада қолданылуын;

– *бесінші топқа теорияның қолдану шегі* туралы тапсырмалар беріліп дөгелек стол әдісін колданып білімдерін нақты бір жүйеге келтіріп, бір-бірімен пікір алмасып ойларын тұжырымдап бекітеді.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

1 *Мощанский В.Н., Савелова Е.В. История физики в средней школе. М.,-Просвещение, 1981.-205 с.*
2 *Спасский Б.И. История физики. Ч.1 М., Высшая школа, 1977.-230 с.*

3 Акитай Б. Е. Физиканы оқытуды теориясы және әдістемелік негіздері. Алматы.: Қазақ университеті, 2006. – 279 б.

4 Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы. Под ред.С.Е.Каменецкого. М.: «Академия», 2000г. Часть 3. 384 с.

5 Кудрявцев П.С. История физики. Т.1-3. М., -Просвещение, 1990.

6 Құдайқұлов М., Жаңабергенов Қ.. Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі. А.: «Рауан», 1998ж. 310б.

УДК 517.958 : 539.3
ГРНТИ 27.35.31; 30.19.15

Н.К. Аширбаев[1], А. Абжапбаров[2], Ж.Н. Аширбаева[3], Д.У. Ыдырысбаев[4]

[1] д.ф.-м.н., профессор, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[2] к.ф.-м.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[3] к.п.н., ,доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[4] ст. преподаватель, Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

ДВУМЕРНЫЕ ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ В КОНЕЧНОМ ТЕЛЕ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Аннотация

В работе в линейной постановке решается задача о распространении нестационарных волн напряжений в конечном теле с центральным прямоугольным отверстием. Волновой процесс вызывается прикладыванием внешней динамической нагрузки в точках лицевой границы прямоугольной полосы, которое сводится к заданию на этой границе вектора скорости смешения. Контур прямоугольного отверстия свободен от напряжений. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей смешанная задача моделируется численно с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. В особых угловых точках прямоугольного отверстия, где первые и вторые производные искомых функций терпят разрыв первого рода, получены расчетные конечно – разностные соотношения для нахождения искомых функций. Результаты исследования доведены до численного решения. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности угловых точек прямоугольного отверстия.

Ключевые слова: упругая, волновой процесс, напряжение, скорость, численное решение.

Аңдатпа

Н.К. Аширбаев[1], А. Абжапбаров[2], Ж.Н. Аширбаева[3], Д.У. Ыдырысбаев[4]

ОРТАЛЫҚ ТІКБҰРЫШТЫ ТЕСІГІ БАР АҚЫРЛЫ ӨЛШЕМДІ ДЕНЕДЕГІ ЕКІ ӨЛШЕМДІ ТОЛҚЫНДЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТАР

[1]ф.-м.ғ.д., М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің профессоры, Шымкент қ., Қазақстан
[2]ф.-м.ғ.к., М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің доценті, Шымкент қ., Қазақстан
[3]п.ғ.к., М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің доценті, Шымкент қ., Қазақстан
[4]М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің аға оқытушы, Шымкент қ., Қазақстан

Жұмыста орталық тіктөртбұрышты тесігі бар тік төртбұрышты жазық біртекті изотропты қатты денеде серпімді стационар емес толқындардың таралуы сызықты түрде қойылып, шешілген. Толқындық процесс бастапқы уақытта дененің бет жағының сыртқы жағынан динамикалық күш, атап айтқанда дененің бет жағына жылдамдық векторларының әсер етуінен пайда болады. Тіктөртбұрышты тесіктің контуры кернеуліктен бос. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған аралас есеп айқын айырымдық схема, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Тіктөртбұрышты тесіктің бұрыштық нүктелерінде ізделінді функциялардын бірінші және екінші ретті туындылары бірінші текті үзілісті. Аталған бұрыштық нүктелерде ізделінді функцияларды табуға арналған есептеу қатынастары алынды. Жұмыстың нәтижесінде сандық шешім алынған. Тік бұрышты тесіктің бұрыштық нүктелерінің маңайында кернеуліктің динамикалық концентрациясы зерттелген.

Түйін сөздер: серпімді, толқындық процесс, кернеу, жылдамдық, сандық шешім

Abstract

TWO-DIMENSIONAL WAVE MOTIONS IN A FINITE BODY WITH A CENTRAL RECTANGULAR HOLE

Ashirbayev N.K.[1], Abzhaparov A.[2], Ashirbayeva Zh.N.[3], Ydyrysbayev D.U.[4]
[1]Dr. Sci. (Phys.-Math), Professor of M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Cand. Sci. (Phys.-Math), Assoc. Prof. of M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[3]Cand. Sci. (Pedagogical), Assoc. Prof. of M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[4]Senior Lecturer of M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

The problem of propagation of nonstationary stress waves in a finite body with a central rectangular hole is solved in work in a linear formulation. The wave process caused by applying an external dynamic load at the points of the front boundary of a rectangular strip, which reduces to setting the mixing velocity vector at this boundary. The contour of a rectangular hole is free from stresses. Formulated in terms of stresses and velocities, the mixed problem is modeled numerically by means of an explicit difference scheme of the through counting, based on the method of spatial characteristics. At special corner points of a rectangular hole, where the first and second derivatives of the unknown functions suffer a discontinuity of the first kind, calculated finite-difference relations are obtained for finding the required functions. The results of the study are brought to a numerical solution. The concentration of dynamic stresses in the neighborhood of the corner points of a rectangular hole is studied.

Key words: elastic, wave process, intensity, speed, computational solution.

В настоящее время потребности различных областей техники все чаще заставляют обращаться к проблеме улучшения прочностных свойств машин, сооружений и конструкций при одновременном уменьшении их веса и размеров.

Известно, что наличие в телах неоднородностей типа отверстий, вырезов и выточек приводит к существенному снижению запаса прочности конструкций. Вместе с тем, отверстия, выточки и вырезы часто являются строго необходимыми элементами конструкции, поскольку выполняют определенные технологические функции. В этом случае возникает целый комплекс сложных задач, связанных с определением напряженно-деформированного состояния и оценкой прочности тел, содержащих такие неоднородности. Одной из важнейших среди них является задача о влиянии формы свободных участков границ отверстий и выточек на концентрацию напряжений. Поэтому проблеме концентраций напряжений уделяется в современной технике огромное внимание, что нашло отражение в практически необозримом количестве отечественных и зарубежных исследований, а также специальных монографиях и справочных руководствах. В целом, количество работ, посвященных динамическим задачам с учетом ряда ослабляющих факторов, очень невелико [1-4]. Поэтому прогнозирование динамических волновых процессов в деформируемых средах с неоднородностями путем математического моделирования с целью определения характера возможных повреждений представляет помимо чисто научного интереса важное прикладное значение.

Математическая постановка задачи. Пусть однородная изотропная полоса с прямоугольным поперечным сечением конечных размеров $(0\le x_1\le l,\quad -L\le x_2\le L)$ содержит внутри центральное прямоугольное отверстие (рисунок 1). Она с момента времени $t=0$ подвергается динамическому воздействию в точках границы $x_1=0,\ -L\le x_2\le L$ прямоугольной полосы, которое сводится к заданию на этой границе вектора скорости смешения. Задача состоит в определении параметров волнового поля внутри полосы с прямоугольным отверстием при условии, что напряженно-деформированное состояние в общепринятых обозначениях описывается системой уравнений линейной теории упругости

$$\sigma_{11,1}+\sigma_{12,2}=\rho\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2};\quad \sigma_{12,1}+\sigma_{22,2}=\rho\frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2};$$

$$\sigma_{11}=\lambda\theta+2\mu\varepsilon_{11};\quad \sigma_{22}=\lambda\,\theta+2\,\mu\,\varepsilon_{22}; \tag{1}$$

$$\sigma_{12}=2\,\mu\,\varepsilon_{12};\quad \theta=\varepsilon_{11}+\varepsilon_{22}.$$

Вводя безразмерные координаты и функции:

$$\bar{t}=\frac{t\cdot c_1}{b};\quad \bar{x}_i=\frac{x_i}{b};\ \mathrm{v}_i=\frac{1}{c_1}\cdot\frac{\partial u_i}{\partial t}(i=1,2);$$

$$p=\frac{\sigma_{11}+\sigma_{22}}{2\rho c_1^2};\quad q=\frac{\sigma_{11}-\sigma_{22}}{2\rho c_1^2};\quad \tau=\frac{\sigma_{12}}{\rho c_1^2};\quad \gamma=\frac{c_1}{c_2},$$

систему (1) можно представить в эквивалентной форме в виде системы линейных уравнений первого порядка относительно искомых функций v_1, v_2, p, q, τ

$$\begin{aligned} & v_{1,t} - p,_1 - q,_1 - \tau,_2 = 0; \quad v_{2,t} - p,_2 + q,_2 - \tau,_1 = 0; \\ & \gamma^2(\gamma^2 - 1)^{-1} \cdot p,_t - v_{1,1} - v_{2,2} = 0; \quad \gamma^2 \cdot q,_t - v_{1,1} + v_{2,2} = 0; \\ & \gamma^2 \cdot \tau,_t - v_{1,2} - v_{2,1} = 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Здесь и в дальнейшем черта над безразмерными параметрами ради простоты опущен. Индексами 1 и 2 обозначены переменные x_1 и x_2 соответственно. Запятая обозначает частную производную по переменной, указанной после запятой.

Для определения волнового поля в полосе с прямоугольным отверстием, вызванного динамическим воздействием на границе $x_1 = 0, \ -L \le x_2 \le L$ прямоугольной полосы, необходимо проинтегрировать при $t > 0$ гиперболическую систему (2) при нулевых начальных данных

$$v_1(x_1; x_2; 0) = v_2(x_1; x_2; 0) = p(x_1; x_2; 0) = q(x_1; x_2; 0) = \tau(x_1; x_2; 0) = 0 \tag{3}$$

и следующих граничных условиях для $t \ge 0$:

$$v_1 = f(t), \quad v_2 = 0 \text{ при } x_1 = 0, \quad -L \le x_2 \le L, \tag{4}$$

$$v_1 = v_2 = 0 \quad \text{при } x_1 = l, \quad |x_2| \le L, \tag{5}$$

$$p - q = 0, \ \tau = 0 \text{ при } |x_2| = L, \quad 0 \le x_1 \le l, \tag{6}$$

$$p + q = 0, \ \tau = 0 \text{ при } x_1 = \ell_1, \ x_1 = \ell_2 \text{ и } L_1 \le x_2 \le L_2, \tag{7}$$

$$p - q = 0, \tau = 0 \text{ при } x_2 = L_1, \ x_2 = L_2 \text{ и } \ell_1 \le x_1 \le \ell_2. \tag{8}$$

Здесь $f(t)$–заданная функция, изменяющаяся во времени по закону непрерывно дифференцируемой функции, которая в начале монотонно возрастает до максимального значения $f(t_0)$, а затем монотонно убывает; ℓ_1, ℓ_2, L_1, L_2 – постоянные числа, определяющие размеры отверстия. При принятом нагружении в теле возникает сложный процесс распространения продольных в направлениях осей x_1, x_2 и поперечных волн, которые через некоторое время (в зависимости от размеров и скорости распространения возмущений) начинают интерферировать. Таким образом необходимо найти решение поставленной задачи при сформулированных условиях (3) – (8).

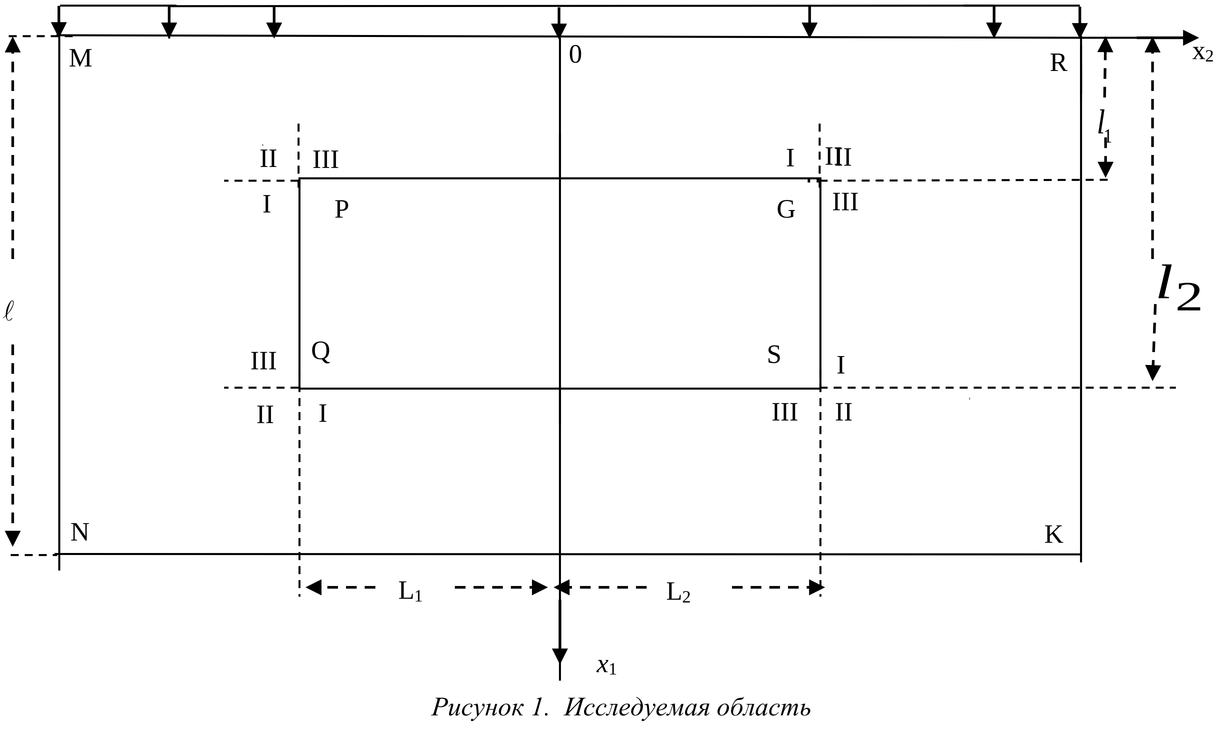


Рисунок 1. Исследуемая область

Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [5]. Особенностью рассмотренного тела с прямоугольным отверстием является то, что в угловых точках прямоугольного отверстия (рисунок 1) нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций, т.е. в этих точках первые и вторые производные искомых функций терпят разрыв первого рода. Именно на такие особенности не было распространено или вообще, как нам известно, не было метода решения таких задач. В дополнение к известным соотношениям [5] были получены конечно-разностные соотношения для нахождения искомых функций в особых угловых точках прямоугольного отверстия [6].

Методика численного расчета. На упругое тело в форме прямоугольной полосы, содержащее внутри себя центральное прямоугольное отверстие, нанесена квадратная сетка, в узлах которой определяются значения компонент скорости перемещений v_1, v_2 и напряжения p, q, τ. Предполагается, что границы тела и контур прямоугольного отверстия совпадают с линией узлов квадратной сетки, которая покрывает исследуемую область (рисунок 1).

Вычислительный процесс проводится шагами по времени. Шаг по времени $k=\Delta t$ выбран в соответствии с критерием устойчивости [5]:

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2 \le \min\left\{\frac{\gamma^2}{\gamma^2+1}, \frac{\gamma^2}{2\left(\gamma^2-1\right)}\right\}. \tag{9}$$

Таким путем подсчитываются значения искомых величин в любой точке прямоугольной полосы с отверстием в момент времени $t=t_0=k\cdot\Delta t$. Для получения результатов на следующем шаге по времени $t=(k+1)\cdot\Delta t$ достаточно принять найденные величины за начальные данные и повторить вычисления. Для численной реализации разработанной конечно–разностной схемы и решения нестационарных задач механики деформируемого твердого тела созданы методика и алгоритм расчета и на их основе разработан комплекс программ вычислений на языке Фортран-90 для быстродействующих персональных компьютеров.

Анализ результатов расчетов. Численные результаты приведены для прямоугольной области $0\le x_1\le 100\cdot h$, $|x_2|\le 100\cdot h$. Прямоугольное отверстие занимает пространство $25\cdot h \le x_1 \le 75\cdot h$, $|x_2|\le 25\cdot h$ (рисунок 1). Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости E=200ГПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho=7.9\cdot 10^3\,кг/м^3$, $c_1=5817\,м/сек$, $c_2=3109\,м/сек$, $\gamma=1.87$. Параметры волнового поля получены при следующих значениях исходных данных

$$f(t)=A\cdot t\cdot e^{-st},\ \mathrm{A}=1,\ \mathrm{s}=0.2,\ k=0.025,\ h=0.05.$$

Здесь A – постоянный множитель, параметр s характеризует скорость изменения внешней нагрузки. Поскольку исследуемое тело имеет свободные границы $x_2=\pm 100\cdot h$ и содержит внутри себя прямоугольное отверстие, то со временем накладывающиеся друг на друга волны отражений (дифрагированные) определяют сложный характер проявления в нем скоростей перемещений, деформаций и напряжений. Угловые точки прямоугольной области и угловые точки прямоугольного отверстия являются источниками возмущения, вызывающими как продольные, так и поперечные волны.

Исследование устойчивости показало, что сеточное отношение $k\ /h$, равное 0.5, обеспечивает устойчивые результаты для достаточно большого отрезка времени, при многократных отражениях и дифракциях волн. Фактически расчет был выполнен до $t=1000\cdot k$. При расчетах в любой момент времени t точно выполняются все граничные условия как в угловых точках полосы, так и в угловых точках прямоугольного отверстия. Это обстоятельство, в отличие от многих приближенных методов, обеспечивает достоверность полученных решений и соответствующих результатов.

Из–за симметрии расположения прямоугольного отверстия и характера нагружения искомые параметры v_1, p, q, U являются четными, а v_2, τ – нечетными функциями относительно оси $x_2=0$ полосы. В связи с этим на рисунках 2–3 приведены результаты расчетов только для положительных значений $x_2\left(x_2\ge 0\right)$. Они показывают сложный характер распределения скоростей перемещений v_1, v_2, напряжений p,q,τ и полной энергии U в двумерной области. Симметричность этих функций подтверждена расчетами, что свидетельствует о корректности счета и достоверности полученных результатов.

Полученные результаты показывают, что влияние прямоугольного отверстия на распределения скоростей частиц, напряжений, полной энергии упругих волн в рассматриваемой области имеет локальный характер и по мере удаления от отверстия влияние его постепенно уменьшается.

На рисунке 2 приведено распределение продольных скоростей перемещений v_1 по координатам x_1/h и x_2/h в момент времени $t=400\cdot k.$ Продольная скорость перемещения v_1 заметно возрастает по оси x_1/h с приближением к свободной поверхности прямоугольного отверстия. Отмечающиеся флуктуации продольных скоростей перемещений v_1 вблизи угловых точек (G,S) отверстия обусловлены, по-видимому, влиянием дифрагированных волн на продольные скорости перемещения. Совместное влияние закрепленной поверхности $NK(x_1=100\cdot h)$ полосы и отверстия приводит к тому, что в области за отверстием по оси x_1/h продольные скорости перемещения имеют пониженные значения.

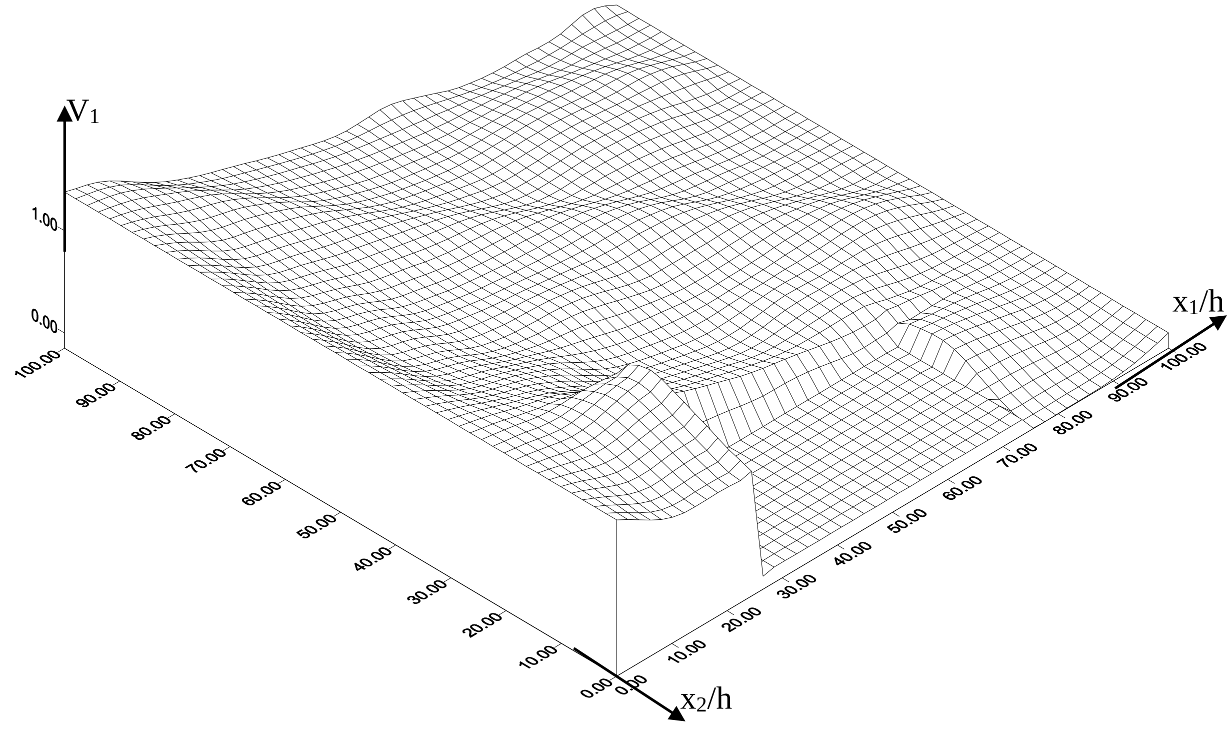


Рисунок 2. Распределение продольных скоростей перемещений v_1 по координатам
x_1/h *и* x_2/h *в момент времени* $t=400\cdot k$

На рисунке 3 показано распределение нормальных напряжений $p+q$ в исследуемой области в момент времени $t=400\cdot k.$ На боковой поверхности $RK(x_2=100\cdot h)$ полосы и вдоль прямой $x_1=25\cdot h$ (боковая грань прямоугольного отверстия) отмечается качественное отличие изменение напряжений по оси x_1/h. Двухмерное напряженное состояние обусловлено наложением дифрагированных волн от угловых (R,K) точек и отраженных волн от закрепленной (NK) и свободной (RK) поверхностей полосы. В данный момент времени пиковые нормальные напряжения $p+q$ более чем в 3.8 раза превышают их номинальные значения. Изменения напряжений около прямоугольного отверстия не велики, т.к. контур отверстия свободен от напряжений. Наиболее резкое изменение напряжений в окрестности угловых точек (G,S) отверстия связано с концентрацией напряжений. В области перед отверстием появляется зона растягивающих напряжений, как результат отражения волн от его свободной поверхности.

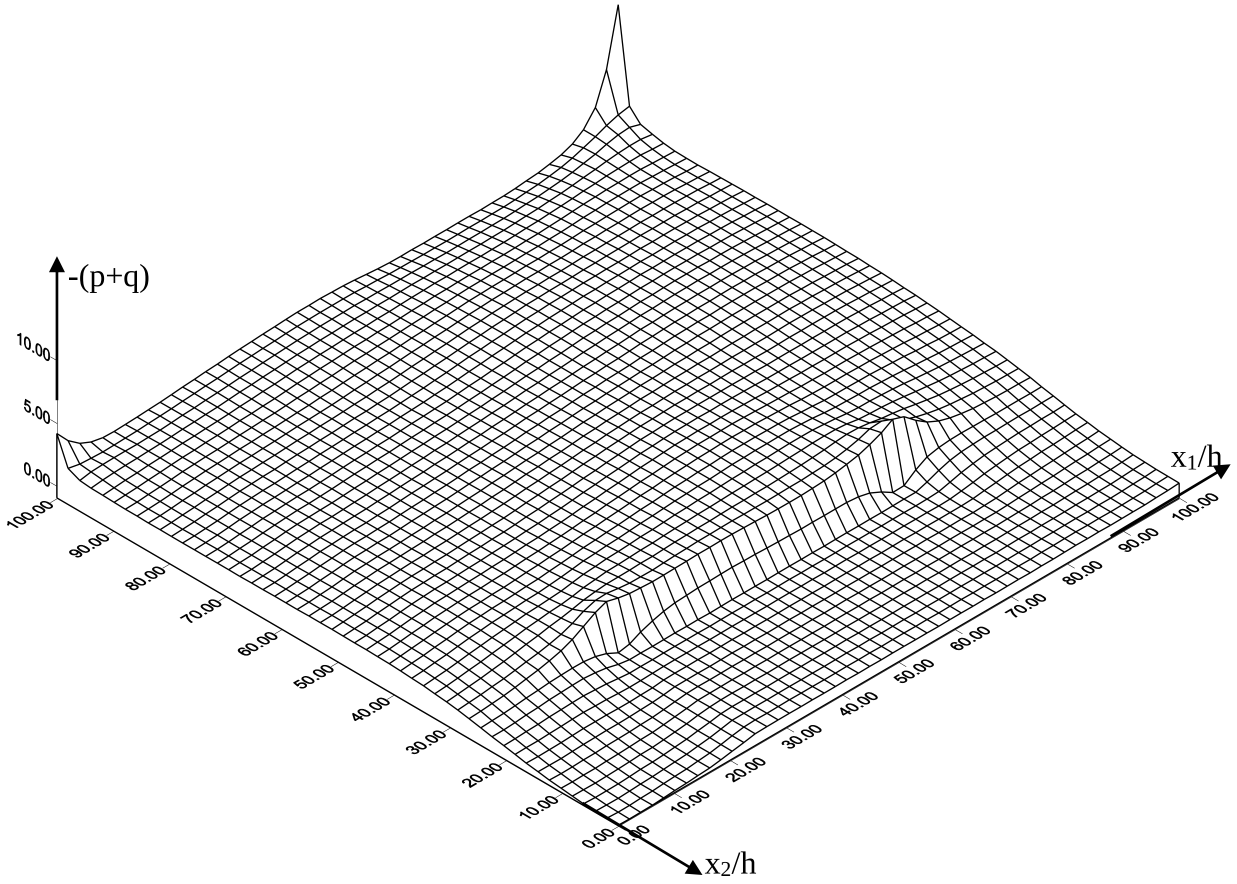


Рисунок 3. Распределение нормальных напряжений $p+q$ *в исследуемой области в момент времени* $t = 400 \cdot k$

Анализ полученных результатов и сопоставление их с данными расчета сплошной однородной полосы позволяют заключить, что многократная суперпозиция отраженных и дифрагированных волн приводит к образованию зон с сильным изменением параметров в окрестности прямоугольного отверстия на малых интервалах времени.

Разработанная математическая модель решения плоских динамических задач теории упругости может быть использована для анализа распространения динамических возмущений в полосе с прямоугольным поперечным сечением конечного размера и отверстием сложной геометрической формы. Кроме выявленных и обсужденных физических явлений полученные результаты демонстрируют эффективность разработанных расчетных алгоритмов.

Список использованной литературы

1 Кукуджанов К.В., Левитин А.Л. Процессы деформирования упругопластического материала с дефектами при электродинамическом нагружении// Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015.– №1.– С.106–120.

2 Баянов Е.В., Гулидов А.И. Распространение упругих волн в однородных по сечению круглых стержнях // Прикладная механика и техническая физика. – 2011.– 52. – №5 . –С.155–162.

3 Alexeeva L.A.,Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings. – 2015.– V.1676, 020067,DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481.

4 Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. and Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings.–2015.–V.1676, 020067, DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493.

5 Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math. –1967. –Vol.25. – No.1. – P. 97-116.

6 Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Sultanbek T., and Bekmoldayeva R. Modeling and solving the two-dimensional non-stationary problem in an elastic body with a rectangular hole// AIP Conference Proceedings.–2016.–V.1759,020078, http://dx.doi.org/10.1063/1.4959692.

УДК 539.3: 534.1
ГРНТИ 30.19.21

К. Бисембаев[1]

[1] *д.тех.н., профессор Института Математики, физики и информатики КазНПУ им.Абая,
Института механики и машиноведения, г. Алматы, Казахстан*

КОЛЕБАНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА НА ВИБРООПОРАХ СО СПРЯМЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ПРИ МГНОВЕННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Аннотация

В настоящей работе изучается колебательное движение твердого тела на опорах качения, ограниченных поверхностями вращения высокого порядка при воздействии на нижнего основании мгновенных периодических импульсивных сил. Дифференциальные уравнения движения существенно нелинейны. Для решения уравнения движения применяется метод усреднения. Исследовано комбинационный резонанс типа $k:l$ виброзащитных систем на опорах качения. Построены амплитудно-частотные характеристики для различных типов резонанса. Установлено, что во всех этих случаях резонанс наступает в низких частотах. Построено зависимость силы реакции виброзащищаемого тела от силы возмущений и показано, что динамический коэффициент много меньше от единицы, следовательно, рассматриваемая виброзащитная система также эффективна при периодическом импульсном воздействии. Определено области устойчивости стационарных режимов колебательных движений виброзащитных систем.

Ключевые слова: виброзащитные устройства**,** опора качения, нелинейные уравнения движения, комбинационный резонанс, метод усреднения, импульсивные воздействия.

Аңдатпа

К. Бисембаев[1]

ТҮЗЕТІЛЕТІН БЕТТЕРМЕН ШЕКТЕЛГЕН ДІРІЛТІРЕГІНЕ ОРНАТЫЛҒАН ҚАТТЫ ДЕНЕНІҢ ЛЕЗДІК ПЕРИОДТЫ ИМПУЛЬСТІК ӘСЕРДЕН БОЛАТЫН ТЕРБЕЛІСІ

[1] *тех.ғ.д., профессор, Абай атындағы ҚазҰПУ Математика, физика және информатика иституты, У.А.Джолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы қ., Қазақстан*

Бұл жұмыста жоғары дәрежелі айналу беттермен шектелген теңселмелі тірекке орнатылған қатты дененің, төменгі табаныныа лездік периодтық импульстік күш әсер еткен кездегі тербелмелі қозғалысы қарастырылған. Қозғалыстың дифференциальдық теңдеу сызықты емес болады. Қозғалыс теңдеуін шешу үшін орташалау әдісі қолданды. Теңселмелі тірек негізгі элементі болатын дірілденқорғау жүйсінің $k:l$ типтегі комбинациялық резонансы зерттелген. Резонанстың әртүрлі типтері үшін амплитуда-жиеліктік сипаттамалары тұрғызылды. Осы барлық жағыдайларда резонанс төменгі жиеліктерде туатыны тағайындалды. Дірілден қорғалатын дененің реакция күшінің қоздыру күшіне тәуелділіге тұрғызылды және динамикалық коэффициенттің бірден көп кіші екендігі көрсетілді, олай болса, карастырған дірілден қорғау жүйесі периодты импульсті әсер кезінде де эффектифті болады.Дірілден қорғау жүйесінің терблмелі қозғалысының стационар режимдерінің орнықтылық аймақтары анықталды.

Түйін сөздер: дірілден қорғайтын қондырғы, теңселмелі тірек, мәжбүр тербеліс, сызықты емес қозғалыс теңдеуі, комбинациялық резонанс, орташалау әдісі, импульстік әсер.

Abstract

OSCILLATIONS OF A RIGID BODY ON VIBRO-SUPPORTS WITH STRAIGHTENED SURFACES AT INSTANTANEOUS PERIODIC IMPULSIVE INFLUENCES

Bissembayev K.[1]

[1] *Dr.Sci. (Engineering), Professor of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at the Abai KazNPU, Dzholdasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan*

In this paper we study the vibrational motion of a rigid body on rolling supports bounded by surfaces of high-order rotation when the instantaneous periodic impulsive forces act on the lower base. Differential equations of motion are essentially nonlinear. To solve the equation of motion, the averaging method is applied. Combination resonance of the vibration-protection systems type on rolling-contact bearings is investigated. Frequency-amplitude characteristics for different types of resonance are constructed. It is established that in all these cases resonance occurs at low frequencies. The dependence of the reaction force of the vibrationproof body on the perturbation force is constructed and it is shown that the dynamic coefficient is much less than unity, hence, the considered vibration protection system is also effective for periodic pulsed action. The stability regions of stationary modes of vibrational movements of vibration protection systems are determined.

Key words: vibration protection devices, rolling support, nonlinear equations of motion, combinational resonance, averaging method, impulsive actions.

1.Введение

Во многих сейсмозащитных и виброзащитных устройствах в качестве основного элемента используются тела качения различного вида. Кинематическое свойство опоры качения со спрямленными поверхностями, используемых для виброзащиты сооружений, описаны в литературе [1], исследованию эффективности вибро- и сейсмозащиты на опорах качения со спрямленными поверхностями без учета трения качения посвящены работы [2], [3].

Целью настоящей работы является исследование колебаний виброзащитных устройств на опорах качения со спрямленными поверхностями при воздействии на нижнего основании мгновенных периодических импульсивных сил.

Сформулированная цель предполагает решение следующих задач: постановка и решение задачи о вынужденные колебаний механической системы, моделирующей сейсмоизоляцию сооружений с помощью опор качения, ограниченных поверхностями вращения высокого порядка при возбуждении мгновенных периодических импульсивных сил.

2.Уравнения движения

Рассмотрим опору качения, ограниченную снизу и сверху поверхностями, заданными соответственно уравнениями

$$y_1 = a_1 x_1^n \quad y_2 = a_2 x_2^n \qquad (1)$$

Радиус кривизны вершины этих поверхностей при $n > 2$ стремится к бесконечности, т.е. имеет место спрямление поверхностей опоры.

Горизонтальное смещение оснований обозначим $x_0(t)$, через $x(t)$ – смещение верхнего тела, опирающегося на опору качения (рис. 1).

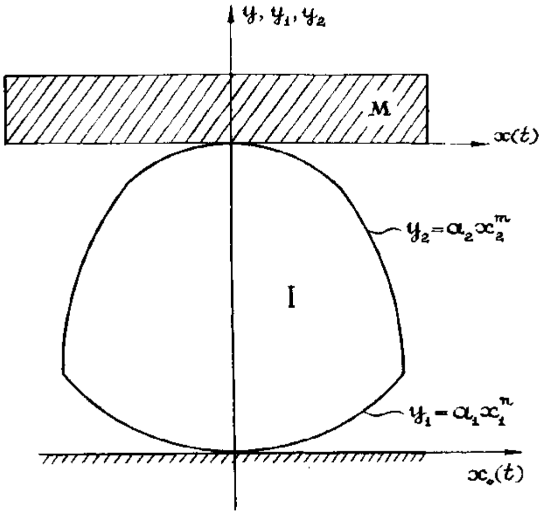


Рисунок 1. Схема опоры качения с опорными поверхностями высокого порядка.

Уравнение движения твердого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом трения качения на релаксирующих грунтах может быть представлено в виде

$$\ddot{x} + \varepsilon\dot{\Phi}(x - x_0) + \Phi(x - x_0) - \omega_0^2 x = -\omega_0^2 x_0(t)$$

$$\Phi(x-x_0)=\omega_0^2 N_n\left(x-x_0\right)^{\frac{1}{n-1}},\ N_n=\frac{1}{\sqrt[n-1]{nH}}\left(\frac{1}{\sqrt[n-1]{a_1}}+\frac{1}{\sqrt[n-1]{a_2}}\right),\ \omega_0^2=\frac{g}{H}$$

Рассмотрим вынужденных колебания виброзащищаемого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом трения качения на релаксирующих грунтах при мгновенных периодических импульсивных воздействии.

Пусть нижнее основание виброзащищаемого тела подвергается в горизонтальном направлении мгновенным периодическим воздействиям и может быть представлено в виде

$$\ddot{x}_0=-Q_0\delta^{2\pi}(\psi_b), \tag{2}$$

где

$$\delta^{2\pi}(\psi_b)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta\left(\psi_b+2k\pi\right)\quad (k=1,2,3,\ldots), \tag{3}$$

представляет собой периодическую последовательность единичных мгновенных импульсов. Подставив (2) в уравнение движения (1) получим

$$\frac{d^2\tilde{X}}{d\varepsilon^2}+\varepsilon\frac{d\tilde{\Phi}\left(\tilde{X}\right)}{d\tau}+\tilde{\Phi}\left(\tilde{X}\right)-\tilde{X}=+\tilde{Q}_0\delta^{2\pi}\left(\psi_b\right), \tag{4}$$

где

$$\tilde{X}=\tilde{x}-\tilde{x}_0,\quad \tilde{Q}_0=\left(\frac{N_2}{N_n}\right)^{\frac{n-1}{n-2}}\frac{Q_0}{\omega_0^2},\quad \psi_b=\tilde{p}\tau,\quad \tilde{p}=\frac{p}{\omega_0},\quad \tau=\omega_0 t,$$

p — круговая частота приложения импульсов; $\tilde{Q}_0$ — малая величина, амплитуда импульсов.

Выражения (4) является уравнением движения виброзащишаемого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом трения качения на релаксирующих грунтах при воздействии мгновенных периодических импульсивных сил в безразмерной фирме.

3.Решение уравнение движения

Решение, порождающее уравнения, уравнения (4) имеет следующее вид

$$\tilde{X}=\tilde{A}_1\sin\tilde{\omega}\tau,\quad \dot{\tilde{X}}=\tilde{A}_1\omega\cos\tilde{\omega}\tau, \tag{5}$$

где $\tilde{A}_1$ и $\tilde{\omega}$ – амплитуда и частоты свободного колебания.

Воспользуюсь выражением (5) преобразуем уравнения (4) в систему уравнения первого порядка [4]

$$\begin{aligned}\frac{d\tilde{A}_1}{d\tau}&=\frac{1}{d_{01}}\left[\varepsilon\tilde{\omega}\frac{d\tilde{\Phi}}{d\tau}\tilde{X}_{\tilde{\varphi}}-\tilde{Q}_0\tilde{X}_{\tilde{\varphi}}\delta\left(\psi_b\right)\right],\\ \frac{d\tilde{\varphi}}{d\tau}&=\tilde{\omega}\left(\tilde{A}_1\right)-\frac{1}{d_{01}}\left[\varepsilon\tilde{\omega}\left(\tilde{A}_1\right)\frac{d\tilde{\Phi}}{d\tau}\tilde{X}_{\tilde{A}_1}-\tilde{Q}_0\tilde{X}_{\tilde{A}_1}\delta\left(\psi_b\right)\right],\end{aligned} \tag{6}$$

где

$$d_{01}=-\left\lfloor\tilde{X}_{\tilde{\varphi}\tilde{A}_1}\tilde{X}_{\tilde{\varphi}}-\tilde{X}_{\tilde{\varphi}\tilde{\varphi}}\tilde{X}_{\tilde{A}_1}\right\rfloor\tilde{\omega}-\tilde{X}_{\tilde{\varphi}}^2\tilde{\omega}'. \tag{7}$$

В момент действии мгновенных периодических импульсов (2), смешение основания предположительно равно нулю т.е. $\tilde{x}_0 = 0.$ Следовательно, нелинейного члена уравнении (4) можно представить в виде

$$\tilde{\Phi}\left(\tilde{X}\right) = L_1 \sin\tilde{\omega}t. \tag{8}$$

где

$$L_1 = N_2 K_1 \tilde{A}_1^{\frac{1}{n-1}}. \tag{9}$$

Исследуем резонансные режимы. Говорят, что в системе (6) имеет комбинационный резонанс типа, $k:l,$ если мало расстройка [5;6]

$$\varepsilon\theta\left(A_1\right) = k\tilde{p} - l\tilde{\omega}\left(A_1\right), \tag{10}$$

причем k и l – взаимно простые целые числа. Резонанс называют субгармоническим, если его тип - $1:l,$ и супергармоническим, если его тип - $k:1.$

Для описания комбинационных резонансов вводится новая медленная переменная

$$l\tilde{p}\beta = k\tilde{p}\tau - l\tilde{\varphi}, \quad l\tilde{p}\dot{\beta} = k\tilde{p} - l\dot{\tilde{\varphi}}, \tag{11}$$

и далее подставляя (5) и(8) в (6) и учитывая выражении (10) и (11) получим

$$\begin{gathered}
\frac{dA_1}{d\tau} = \frac{1}{d_{01}}\left\{\varepsilon\tilde{\omega}L_1\cos^2\tilde{\varphi}\cdot\tilde{A}_1 - \tilde{Q}_0\tilde{A}_1\cos\tilde{\varphi}\delta\left[\frac{l}{k}\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right)\right]\right\}; \\
\frac{d\beta}{d\tau} = \frac{1}{l\tilde{p}}\left\{\frac{l}{d_{01}}\left[\varepsilon\tilde{\omega}L_1\cos\tilde{\varphi}\sin\tilde{\varphi} - Q_0\sin\tilde{\varphi}\delta\left[\frac{l}{k}\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right)\right] + \varepsilon\theta\left(\tilde{A}_1\right)\right]\right\}.
\end{gathered} \tag{12}$$

Как известно, для дельта функции $\delta(\tilde{\varphi})$ имеем следующие соотношения

$$\begin{gathered}
\delta\left[\frac{l}{k}\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right)\right] = \frac{k}{l}\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right), \\
f(\tilde{\varphi})\delta\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right) = f(-\tilde{p}\beta)\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right), \\
\sum_{\nu=-\infty}^{\infty}\delta\left[\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right)+2n\pi\right] = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}\cos n\left(\tilde{\varphi}+\tilde{p}\beta\right)\right],
\end{gathered} \tag{13}$$

с учетом выражений (13) усредненные уравнения принимает вид

$$\begin{gathered}
\frac{d\tilde{A}_1}{d\tau} = \frac{1}{2d_{01}}\left\{\varepsilon\tilde{\omega}L_1 - \frac{1}{\pi}\frac{k}{l}\tilde{Q}_0\cos(\tilde{p}\beta)\right\}\tilde{A}_1 = \tilde{B}(\tilde{A}_1,\beta); \\
\frac{d\beta}{d\tau} = \frac{1}{2\tilde{p}}\left\{\left[\left(\frac{k}{l}\tilde{p}\right)^2 - \tilde{\omega}^2(\tilde{A}_1)\right] + \frac{1}{\pi}\frac{k}{l}\frac{1}{d_{01}}\tilde{Q}_0\sin(\tilde{p}\beta)\right\} = \tilde{C}(\tilde{A}_1,\beta).
\end{gathered} \tag{14}$$

В литературе известно, что справедливо следующее соотношения

$$E_A = -d_{01}\tilde{\omega}.$$

Отсюда следует, что

$$d_{01} = -\tilde{\omega}(\tilde{A}_1)\tilde{A}_1.$$

Стационарные периодические режимы системы определяется из следующих систем уравнения

$$\varepsilon\tilde{p}W\tilde{A}_1 = \frac{1}{\pi}\tilde{Q}_0\cos(\tilde{p}\beta),$$

$$-\frac{l}{k}\left[\left(\frac{k}{l}\tilde{p}\right)^2 - \tilde{\omega}^2(\tilde{A}_1)\right]\tilde{A}_1 = \frac{1}{\pi}\tilde{Q}_0\sin(\tilde{p}\beta), \tag{15}$$

откуда

$$\tilde{p}^4 - 2\frac{l^2}{k^2}\left(\tilde{\omega}^2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2W^2\right)\tilde{p}^2 + \frac{l^4}{k^4}\left(\tilde{\omega}^4 - \frac{k^2}{l^2}\frac{1}{\pi}\frac{\tilde{Q}_0^2}{\tilde{A}_1^2}\right) = 0,$$

$$tg(\tilde{p}\beta) = \frac{l}{k}\frac{\tilde{\omega}^2(\tilde{A}_1) - \dfrac{k^2}{l^2}\tilde{p}^2}{\varepsilon\tilde{p}W}. \tag{16}$$

Корень биквадратного уравнения имеет вид

$$\tilde{p} = \sqrt{\frac{l^2}{k^2}\left(\tilde{\omega}^2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2W^2\right) \pm \sqrt{\frac{l^4}{k^4}\left(\tilde{\omega}^2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2W^2\right)^2 - \frac{l^4}{k^4}\left(\tilde{\omega}^4 - \frac{1}{\pi^2}\frac{k^2}{l^2}\frac{\tilde{Q}_0^2}{\tilde{A}_1^2}\right)}}. \tag{17}$$

Из систем уравнения (15) получим следующее выражений

$$\tilde{Q}_0 = \pi\tilde{A}_1\sqrt{\frac{l^2}{k^2}\left(\tilde{\omega}^2(\tilde{A}_1) - \frac{k^2}{l^2}\tilde{p}^2\right)^2 + \frac{1}{2}\varepsilon^2\tilde{p}^2W^2}. \tag{18}$$

Устойчивость

Найденные режимы необходимо исследовать на устойчивость. Пусть $\tilde{A}_1^*$ и β^* определяют стационарный режим. Условия асимптотической устойчивости примет вид

$$\frac{\partial\tilde{B}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\tilde{A}_1} + \frac{\partial\tilde{C}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\beta} < 0,$$

$$\frac{\partial\tilde{B}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\tilde{A}_1}\frac{\partial\tilde{C}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\beta} - \frac{\partial\tilde{B}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\beta}\frac{\partial\tilde{C}(\tilde{A}_1^*,\beta^*)}{\partial\tilde{A}_1} > 0.$$

С учетом правых частей уравнении (14) напишем условия устойчивости в виде

$$\left(\frac{1}{n-1} + \frac{k}{l}\right)\varepsilon W > 0,$$

$$\frac{1}{n-1}\frac{k}{l}\varepsilon^2W^2 + \left(\frac{k^2}{l^2}\tilde{p}^2 - \tilde{\omega}^2\right)\left(\frac{k^2}{l^2}\tilde{p}^2 - \frac{W}{n-1} + 1\right) > 0. \tag{19}$$

Здесь первое условия выполняется всегда. Второе неравенства будет заведомо положительным, если

$$\frac{k^2}{l^2}\tilde{p}^2 > \tilde{\omega}^2 .$$

Из неравенства (19) определим, граница области устойчивые решения на плоскости $\left(\tilde{A}_1, \tilde{p}\right)$ и имеет вид

$$\tilde{p} = \frac{l}{k}\sqrt{\frac{N_2 K_1}{\tilde{A}_1^{\frac{n-2}{n-1}}} - 1}, \tag{20}$$

$$\tilde{p} = \frac{l}{k}\sqrt{\frac{N_2 K_1}{n-1}\frac{1}{\tilde{A}_1^{\frac{n-2}{n-1}}} - 1}\cdot \tag{21}$$

4 Результаты и анализ

В качестве примера рассмотрим колебания виброзашишаемого тела на опарах качения, несущие поверхности которых ограничены параболами четвертой и шестой степеней при следующих значениях параметров

$$n = 4, \quad a_1 = 6,25\cdot 10^{-8}\tilde{n}\grave{i}^{\;-3}, \quad a_2 = 15\cdot 10^{-8}\tilde{n}\grave{i}^{\;-3}, H = 300\tilde{n}\grave{i}\ , \quad \omega_0^2 = 3,26\frac{1}{c^2}, \quad g = 9,8\frac{\grave{i}}{\tilde{n}^2},$$

$$n = 6, \quad a_1 = 1,56\cdot 10^{-12}\tilde{n}\grave{i}^{\;-5}, \quad a_2 = 6,6\cdot 10^{-12}\tilde{n}\grave{i}^{\;-5}$$

На основе выражений (20) и (21) построены резонансные кривые и амплитудные характеристики вынужденного колебания виброзащищаемого тела. На рисунке 2 показано резонансные кривые типа 1:1.

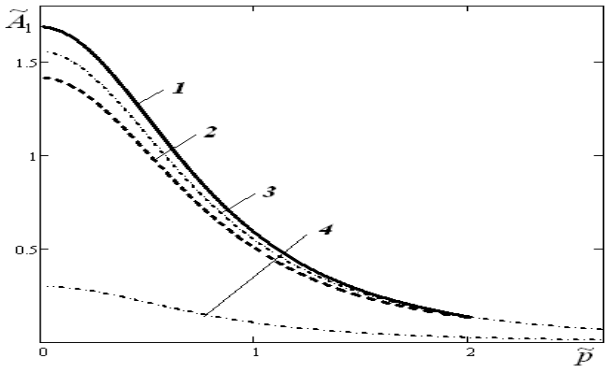


Рисунок 2. Резонансные кривые типа 1:1

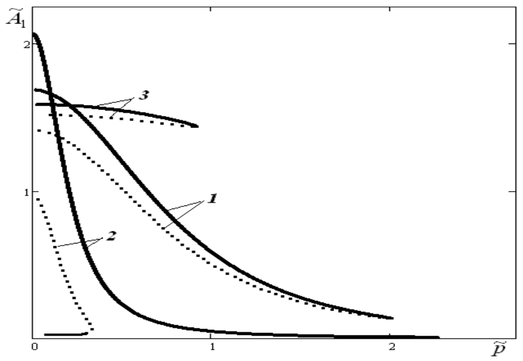


Рисунок 3. Амплитудно-частотные характеристики для различных типов резонанса

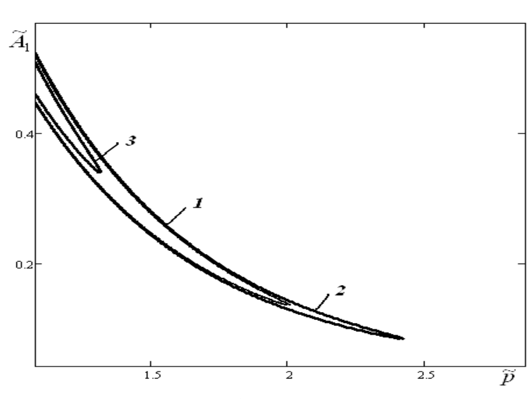


Рисунок 4. Амплитудно-частотные характеристики при различных значениях коэффициента трения качения

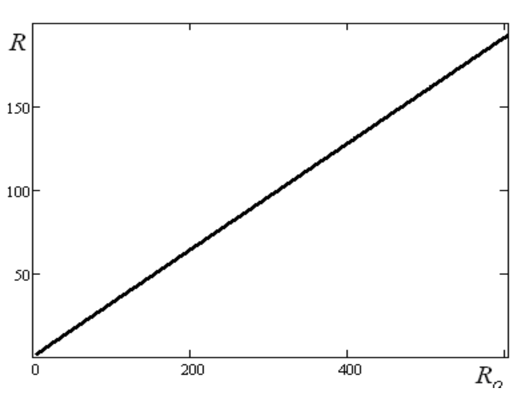


Рисунок 5. Зависимость силы реакции виброзащищаемого тела от силы возмущения

На рисунках кривые 1 и 2 описывает устойчивых и неустойчивых режимов резонансных колебании виброзащищаемого тела соответственно. Кривые 3 и 4 показывает границы области устойчивых режимов. Между кривыми 3 и 4 находится область неустойчивых режимов резонансных колебания системы. На рисунке 3 построены амплитудно-частотные характеристики для различных типов резонанса. С кривой 1 – показано резонанс типа 1: 1. Кривая 2 – соответствует резонанса типа 1:4, а кривая 3 – резонанса типа 4:1.Таким образом, во всех этих случаях резонанс наступает в низких частотах. На рисунке 4 показаны резонансные кривой для различных значения коэффициента трения качения (коэффициенты $\varepsilon_1 = 0{,}065\ c,\ \varepsilon_2 = 0{,}063\ c,\ \varepsilon_3 = 0{,}073\ c$ соответствует кривым 1, 2 и 3). На рисунке 5 показана зависимость силы реакции виброзащищаемого тела от силы возмущений. Динамический коэффициент виброзащитных системы много меньше от единицы, следовательно, рассматриваемая виброзащитная система также эффективна при периодическом импульсном воздействии.

5 Выводы

Исследовано резонанс типа 1:1, 4:1 и 1:4 виброзащитных устройств на виброопорах ограниченных поверхностями вращения высокого порядка и установлено, что динамический коэффициент виброзащитных системы много меньше от единицы, следовательно, рассматриваемая виброзащитная система также эффективна при периодическом импульсном воздействии. Установлено, что резонанс различных типов для этого системы наступает в низких частотах.

Список использованной литературы

1 Калыбаев А.А. Бисембаев К. Теории виброзащиты сооружений с опорами качения для различных моделей грунтов // Материалы Международной научно-технической конференции «2 Ержановские чтения». –Актобе, 2007. – С. 159-165.

2 Бисембаев К. Колебания твердого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом трения качения на релаксирующих грунтах // Вестник КазНУим.аль-Фараби. Серия «Математика-механика-информатика». – Алматы, 2008. – С. 102-110.

3 Бисембаев К. Колебания тела на опорах со спрямленными поверхностями // Изв. АН КазССР. сер. физ.-мат. 1988. №3. с. 65-69.

4 Мойсеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. – М.: Наука, 1969. – 380 с.

5 Бабицкий В.И. Теория виброударных систем. – М.: Наука, 1978. –351с.

6 Бабицкий В.И., Крупенин В.А. Колебания в сильно нелинейных системах. – М.: Наука, 1985. – 458 с.

УДК 534.1
ГРНТИ 30.15.27

К. Бисембаев[1], С.М. Тезекеев[2], Ф. Исмайлова[3]

[1] д.тех.н., профессор Института Математики, физики и информатики КазНПУ им.Абая,
Института механики и машиноведения, г. Алматы, Казахстан
[2] старший преподаватель Института Математики, физики и информатики КазНПУ им.Абая,
г. Алматы, Казахстан
[3] Магистрант по специальности Физика КазНПУ им.Абая, г. Алматы, Казахстан

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВИБРОЗАЩИЩАЕМОГО ТЕЛА НА ОПОРАХ КАЧЕНИЯ СО СПРЯМЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ПРИ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ОСНОВАНИЙ

Аннотация.

В работе исследованы нелинейные колебания виброзащитных систем на опорах качения, ограниченных поверхностями вращения высокого порядка при полигармоническом возмущений. Содержатся результаты по оценке влияния трения качения релаксирующего грунта на эффективность виброзащиты опорами качения, представляющими собой геометрические тела, ограниченные двумя поверхностями высокого порядка. Учитывая высшие гармонические составляющие периодических вынужденных сил, определено условия возбуждения резонансных колебаний высшими гармониками.

Для решения уравнения движения используется метод линеаризации по функции распределения. Этот метод дает возможность уменьшить число параметров полигармонического процесса, от которых существенно зависят коэффициенты линеаризации.

Значение коэффициентов линеаризации в основном определяются несколькими первыми моментами и слабо зависят от моментов высокого порядка.

Ключевые слова: виброзащитные устройства**,** опора качения, нелинейные уравнения движения, функция распределения, метод линеаризации по функции распределения, полигармонические возмущения.

Аңдатпа

К. Бисембаев[1], *С.М. Тезекеев*[2], *Ф. Исмайлова*[3]

ТҮЗЕТІЛЕТІН БЕТТЕРМЕН ШЕКТЕЛГЕН ТЕҢСЕЛМЕЛІ ТІРЕККЕ ОРНАТЫЛҒАН ДІРІЛДЕН ҚОРҒАЛАТЫН ДЕНЕНІҢ ТАБАНЫНЫҢ ПОЛИГАРМОНИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСЫ КЕЗІНДЕГІ МӘЖБҮР ТЕРБЕЛІСІ

[1] *тех.ғ.д., профессор, Абай атындағы ҚазҰПУ Математика, физика және информатика иститутын, У.А.Джолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы қ., Қазақстан*

[2] *Абай атындағы ҚазҰПУ Математика, физика және информатика иститутының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан*

[3] *Абай атындағы ҚазҰПУ, Физика мамандығының магистранты*

Бұл жұмыста жоғары дәрежелі беттермен шектелген теңселмелі тірекке орнатылған дірілден қорғалатын жүйенің полигармоникалық қозу кезіндегі сызықты емес тербелісі зерттелген. Жоғары дәрежелі екі беттермен шектелген геометриялық дене болатын теңселмелі тіректің дірілден қорғау эффективтілігіне, релаксацияланатын жер қабатының дөңгелеу үйкелісінің ықпалын бағалау бойынша нәтижелер беріген. Периодты мәжбүрлеуші күштің жоғарғы гармоникалық құраушысын ескеріп, жоғарғы гармониканың резонанстық тербелісті қоздыру шарттары анықталған.

Қозғалыс теңдеуін шешу үшін таралу функциясы бойынша сызықтандыру әдісі пайдаланылған. Бұл әдіс сызықтандыру коэффициенті тәуелді болатын полигармоникалық процесстің параметрлерінің санын азайтуға мүмкіндік береді. Сызықтандыру коэффициенттерінің мәндері негізінен бірнеше бастапқы моменттерімен анықталады және жоғарғы дәрежелі моменттерге әлсіз тәуелді болады.

Түйін сөздер: дірілден қорғайтын қондырғы, теңселмелі тірек, сызықты емес қозғалыс теңдеуі, таралу функциясы, таралу функциясы бойынша сызықтандыру әдісі, полигармоникалық қоздыру

Abstract

FORCED VIBRATIONS OF THE VIBRABLE PROTECTIVE BODY PROPERTIES OF ROLLING WITH SPLITED SURFACES POLYGARMONIC BASIC MOVEMENT

Bissembayev K.[1], *Tezekeyev S.M.*[2], *Ismailova F.*[3]

[1] *Dr.Sci. (Engineering), Professor of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at the Abai KazNPU, Dzholdasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan*

[2] *Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at the Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*

[3] *Student of Master Programme in Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

Nonlinear oscillations of vibro-protection systems on rolling supports of surfaces of high-order rotation with polyharmonic perturbations are investigated. The results of the evaluation of the influence of the friction of the rolling of a relaxing ground on the effectiveness of vibration protection by rolling bearings, which are geometric bodies, bounded by two surfaces of high order, are contained. Taking into account the higher harmonic components of the periodic forced forces, the conditions for excitation of resonant oscillations by higher harmonics are determined.

To solve the equation of motion, the method of linearization by the distribution function is used. This method makes it possible to reduce the number of parameters of the polyharmonic process, on which the linearization coefficients depend substantially.

The value of the linearization coefficients is mainly determined by several first moments and depends weakly on high-order moments.

Key words: vibration protection devices, rolling support, nonlinear equations of motion, distribution function, linearization method with respect to the distribution function, polyharmonic perturbations.

1. Введение

Во многих сейсмозащитных и виброзащитных устройствах в качестве основного элемента используются тела качения различного вида.

Исследованию эффективности виброзащиты опорами качения без учета трения качения посвящены работы [1], [2].

Вследствие высоких напряжений в области контакта поверхности оснований, опирающихся на опоры, деформируются. Следовательно, при наличии деформации поверхностей соприкасающихся тел, возникает трение качения влияющее на характер движения системы и зависящее как от материала, так и от формы тел $[3]$.

Во многих задачах теории виброзащитных систем приходится иметь дело с полигармоническими вибрационными воздействиями, так как необходимо учитывать высшие гармонические составляющие периодических вынужденных сил и исследовать условия возбуждения резонансных колебаний высшими гармониками.

Представляет интерес задача о колебании твердого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом наличии трения качения на релаксирующих грунтах при полигармоническом возмущений.

В статье исследованы нелинейные колебания виброзащитных систем при полигармоническом возмущений и содержатся результаты по оценке влияния трения качения релаксирующего грунта на эффективность виброзащиты опорами качения, представляющими собой геометрические тела, ограниченные двумя поверхностями высокого порядка.

2. Уравнение движения

Рассмотрим опоры качения, ограниченные снизу и сверху поверхностями, описывающимися соответственно, уравнениями $y_1 = a_1 x_1^n,\ y_2 = a_2 x_2^m$. Радиус кривизны вершин этих поверхностей при n > 2 стремится к бесконечности, т.е. имеет место спрямление поверхностей опоры качения. Горизонтальное смещение основания обозначим через x_0(t). Через x(t) обозначим горизонтальное смещение верхнего тела, опирающегося на опору качения. На рис. 1. опора качения изображена в положении, когда основания и тело смещены относительно друг друга на величину (x-x_0).

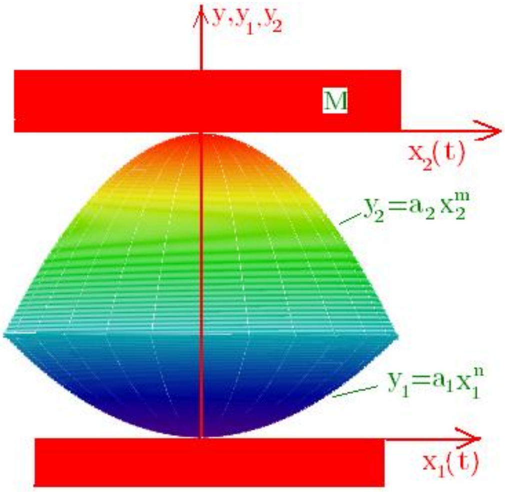


Рисунок 1 Схема опоры качения с опорными поверхностями высокого порядка.

Уравнения движения твердого тела на опорах качения со спрямленными поверхностями с учетом трения качения на релаксирующих грунтах при $n = m$ могут быть представлены в виде

$$\ddot{x} + \varepsilon\dot{\Phi}(x - x_0) + \Phi(x - x_0) - \omega_0^2 x = -\omega_0^2 x_0(t) \tag{1}$$

где

$$\Phi(x - x_0) = \omega_0^2 N_n (x - x_0)^{\frac{1}{n-1}} \tag{2}$$

$$N_n = \frac{1}{(nH)^{\frac{1}{n-1}}} \left[\frac{1}{a_1^{\frac{1}{n-1}}} + \frac{1}{a_2^{\frac{1}{n-1}}} \right] \omega_0^2 = \frac{g}{H}$$

$\varepsilon -$коэффициент затухания (период релаксации грунта), g-ускорение свободного падения, H-высота опоры.

3. Решение уравнения движения

Исследуем колебательные движения виброзащищаемого тела на опорах качения ограниченных поверхностями высокого порядка при наличии трения качения на релаксирующих грунтах обусловленные полигармоническими движениями оснований

$$x_0 = \sum_{i=1}^{N} Q_i \sin\left(p_i t + \tilde{\varphi}_i\right). \tag{3}$$

Уравнение движения в этом случае может быть записано в виде

$$\ddot{x} + \varepsilon\dot{\Phi}\left(x - x_0\right) + \Phi\left(x - x_0\right) - \omega_0^2 x = -\omega_0^2 \sum_{i=1}^{N} Q_i \sin\left(p_i t + \tilde{\varphi}_i\right), \tag{4}$$

где нелинейный член $\Phi\left(x - x_0\right)$ выражается формулой (2).

Если частоты возбуждения p_i являются целыми кратными некоторой частоты p, то функция (4) будет периодической, если среди частот p_i имеются такие, отношение которых выражается иррациональным числом, то (4) относится к классу почти – периодических функций.

Для решения уравнения (4) используется метод линеаризации по функции распределения [4]. Этот метод дает возможность уменьшить число параметров полигармонического процесса, от которых существенно зависят коэффициенты линеаризации.

Эффективность метода объясняется тем обстоятельством, что значение коэффициентов линеаризации в основном определяются несколькими первыми моментами и слабо зависят от моментов высокого порядка.

Выбор вида функции распределения является в значительной мере произвольным. Если все частоты p_i таковы, что отношения любых двух из них выражаются иррациональными числами, то все центральные моменты нечетного порядка обращаются в нуль (функция распределения симметрична относительно ординат), а центральные четные моменты зависят только от амплитуды.

В дальнейшем будем предполагать, что плотность вероятности полигармонического процесса, до моментов четвертого порядка являются симметричной функцией. Тогда плотность вероятности может быть выбрана для [4] в такой форме:

$$\begin{aligned} &\rho = \alpha_1\left[\delta\left(x - k\sigma_x\right)\left(x_0\right) + \delta\left(x + k\sigma_x\right)\delta\left(x_0\right)\right] + \\ &+\alpha_2\left[\delta\left(x - \sigma_x\right)\delta\left(x_0 - \sigma_{x_0}\right) + \delta\left(x + \sigma_x\right)\delta\left(x_0 - \sigma_{x_0}\right) + \right. \\ &\left. +\delta\left(x - \sigma_x\right)\delta\left(x_0 + \sigma_{x_0}\right) + \delta\left(x + \sigma_x\right)\delta\left(x_0 + \sigma_{x_0}\right)\right] \\ &+\alpha_3\left[\delta\left(x\right)\delta\left(x_0 - e\sigma_{x_0}\right) + \delta\left(x\right)\delta\left(x_0 + e\sigma_{x_0}\right)\right] + \alpha_4\delta\left(x\right)\delta\left(x_0\right), \end{aligned} \tag{5}$$

где

$$\varepsilon_x = \frac{M_{40}^0}{\sigma_x^4},\ \varepsilon_{x_0} = \frac{M_{04}^0}{\sigma_{x_0}^4},\ \varepsilon_{xx_0} = \frac{M_{22}^0}{\sigma_x^2 \cdot \sigma_{x_0}^2},$$

$$\alpha_1 = \frac{\left(1 - \varepsilon_{xx_0}\right)^2}{2\left(\varepsilon_x - \varepsilon_{xx_0}\right)},\ \alpha_2 = \frac{\varepsilon_{xx_0}}{4},\ \alpha_3 = \frac{\left(1 - \varepsilon_{xx_0}\right)^2}{2\left(\varepsilon_x - \varepsilon_{xx_0}\right)},$$

$$k^2 = \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_{xx_0}}{1 - \varepsilon_{xx_0}}, \quad e^2 = \frac{\varepsilon_{x_0} - \varepsilon_{xx_0}}{1 - \varepsilon_{xx_0}}, \tag{6}$$

$\delta(x) -$ дельта –функция, σ_x, M_{40}^0 и σ_{x_0}, $M_{04}^0 -$ дисперсия и центральный момент четвертого порядка полигармонического процесса x и x_0 соответственно.

Центральный момент четвертого (четного) порядка любого полигармонического процесса не зависит от фаз $\tilde{\varphi}_i$, поэтому можно написать следующее соотношение для [4]

$$\begin{gathered}
\frac{3}{2} \le \varepsilon_x = \frac{3}{2} + \frac{3}{8\sigma_x^4} \sum_{i,j=1}^{N} {}^{1}C_i^2 C_j^2 \le 3 - \frac{3}{2N}; \\
\frac{3}{2} \le \varepsilon_{x_0} = \frac{3}{2} + \frac{3}{8\sigma_{x_0}^4} \sum_{i,j=1}^{N} {}^{1}Q_i^2 Q_j^2 \le 3 - \frac{3}{2N}; \\
\frac{1}{2} \le \varepsilon_{xx_0} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8\sigma_x^2 \sigma_{x_0}^2} \sum_{i.j}^{N} {}^{1}C_i^2 Q_j^2 \le 1 - \frac{1}{N}.
\end{gathered} \tag{7}$$

Здесь штрих в знаке суммы означает, что суммируются только члены с $i \ne j$. Теперь линеаризуем нелинейный член уравнения движения (4) и учитывая нечетность функций $\Phi(x - x_0)$, получим коэффициенты линеаризации в виде

$$q_0 = \frac{2}{\sigma_x}\left\{\alpha_1 k\Phi\left(k\sigma_x\right) + \alpha_2\left[\Phi\left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right) + \Phi\left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right)\right]\right\},$$

$$r_0 = \frac{2}{\sigma_{x_0}}\left\{\alpha_2\left[\Phi\left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right) - \Phi\left(\sigma_x + \sigma_{x_0}\right)\right] - \alpha_3 e\Phi\left(e\sigma_{x_0}\right)\right\},$$

или

$$\begin{gathered}
q_0 = \frac{2\omega_0^2 N_n}{\sigma_x}\left\{\alpha_1 k\left(k\sigma_x\right)^{\frac{1}{n-1}} + \alpha_2\left[\left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right)^{\frac{1}{n-1}} + \left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right)^{\frac{1}{n-1}}\right]\right\}, \\
r_0 = \frac{2\omega_0^2 N_n}{\sigma_{x_0}}\left\{\alpha_2\left[\left(\sigma_x - \sigma_{x_0}\right)^{\frac{1}{n-1}} - \left(\sigma_x + \sigma_{x_0}\right)^{\frac{1}{n-1}}\right] - \alpha_3 e\left(e\sigma_{x_0}\right)^{\frac{1}{n-1}}\right\}.
\end{gathered} \tag{8}$$

С учётом соотношения (8), нелинейный член уравнения движений (4) представим в виде

$$\omega_0^2 N_n\left(x - x_0\right)^{\frac{1}{n-1}} = q_0 x + r_0 x_0 . \tag{9}$$

Приближенное решение линеаризованного уравнения движений (4) будем искать в форме

$$x = \sum_{i=1}^{N} C_i \sin\left(p_i t + \psi_i\right). \tag{10}$$

Сохраним в нем гармоники только тех частот, которые имеются в вибрационном воздействии. Подставляя (9) и (10) в уравнение (4) и приравнивая коэффициенты при $\sin\ p_i t$ и $\cos\ p_i t$, приходим к следующей системе уравнений:

$$\begin{gathered}
\left[-\left(p_i^2 + \omega_0^2\right) + q_0\right]C_i = -\left(\omega_0^2 + r_0\right)Q_i \cos\left(\varphi_i - \psi_i\right) + \varepsilon r_0 p_i Q \sin\left(\varphi_i - \psi_i\right); \\
\varepsilon q_0 p_i C_i = -\left(\omega_0^2 + r_0\right)Q_i \sin\left(\varphi_i - \tilde{\psi}_i\right) - \varepsilon r_0 p_i Q_i \cos\left(\varphi_i - \psi_i\right).
\end{gathered} \tag{11}$$

Из систем уравнений (11) находим

$$C_i^2 = \frac{\left[\left(\omega_0^2 + r_0\right)^2 + \varepsilon^2 r_0^2 p_i^2\right] Q_i^2}{\left(\lambda^2 - p_i^2\right)^2 + \varepsilon^2 p_i^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)^2}, \tag{12}$$

$$tg\left(\varphi_i - \psi_i\right) = \frac{\varepsilon p_i \left[\left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)\left(\omega_0^2 + r_0\right) - r_0\left(\lambda^2 - p_i^2\right)\right]}{[\left(\lambda^2 - p_i^2\right)\left(\omega_0^2 + r_0\right) + \varepsilon^2 r_0 p_i^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)]}. \tag{13}$$

Отсюда

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} C_j^2 = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} \frac{\left[\left(\omega_0^2 + r_0\right)^2 + \varepsilon^2 r_0^2 p_i^2\right] Q_i^2}{\left(\lambda^2 - p_i^2\right)^2 + \varepsilon^2 p_i^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)^2}, \tag{14}$$

$$\varepsilon_x = \frac{3}{2} + \frac{3}{8\sigma_x^4} \sum_{i.j=1}^{N} \frac{\left[\left(\omega_0^2 + r_0\right)^2 + \varepsilon^2 p_i^2 r_0^2\right]\left[\left(\omega_0^2 + r_0\right)^2 + \varepsilon^2 r_0^2 p_j^2\right] Q_i^2 Q_j^2}{[\left(\lambda^2 - p_i^2\right)^2 + \varepsilon^2 p_i^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)^2]\left[\left(\lambda^2 - p_j^2\right)^2 + \varepsilon^2 p_j^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)^2\right]}, \tag{15}$$

$$\varepsilon_{xx_0} = \frac{1}{2} + \frac{3}{8\sigma_x^2 \sigma_{x_0}^2} \sum_{i.j=1}^{N} {}^{1} \frac{\left[\left(\omega_0^2 + r_0\right)^2 + \varepsilon^2 r_0^2 p_j^2\right] Q_i^2 Q_j^2}{\left[\left(\lambda^2 - p_i^2\right)^2 + \varepsilon^2 p_i^2 \left(\lambda^2 + \omega_0^2\right)^2\right]}, \tag{16}$$

где

$$\lambda^2 = q_0 - \omega_0^2. \tag{17}$$

Чтобы найти по формулам (12) и (13) амплитуды и фазы отдельных гармоник в решении предварительно задаём значения параметров ε_x и ε_{xx_0}. С учётом соотношения (7) можно записать

$$\varepsilon_x = \frac{1}{2}\left(\varepsilon_{\min} + \varepsilon_{\max}\right) = \frac{3}{4}\left(3 - \frac{1}{N}\right), \varepsilon_{xx_0} = \frac{1}{2}\left(\frac{3}{2} - \frac{1}{N}\right).$$

Подставляя это значение в (8) найдем зависимости $\tilde{q} = \tilde{q}(\sigma_x)$ и $\tilde{r} = \tilde{r}(\sigma_x)$, после чего можно определить, графическим методом, из выражения (14) σ_x и соответственно найти по формулам (12), (13) амплитуды и фазы отдельных гармоник решения, а затем методом последовательных приближений уточним величину ε_x и ε_{xx_0}.

4. Результат и анализ

Ограничиваясь двумя членами полигармонического возмущения построены резонансные кривые и амплитудные характеристики виброзащищаемого тела при следующих значениях параметров

$n = 4, a_1 = 6,25 \cdot 10^{-8} \tilde{n}\grave{i}^{-3}, a_2 = 1,421 \cdot 10^{-7} \tilde{n}\grave{i}^{-3}, H = 300\tilde{n}\grave{i}$

На основе выражения (12) построены резонансные кривые первой гармоники (рисунок 2) и зависимость амплитуды второй гармоники колебательного движений виброзащищаемого тела от частоты первой гармоники для $\varepsilon_1 = 0,06\tilde{n}$, $\varepsilon_2 = 0,09\tilde{n}$, $\varepsilon_3 = 0,12c$ при постоянных значений частоты второй гармоники и амплитуды возмущения соответственно $p_2 = 7\frac{1}{\tilde{n}}; Q_1 = 0,9\tilde{n}\grave{i}\ ; Q_2 = 0,3\tilde{n}\grave{i}$ (рисунок 3). С ростом ε вершина резонансной кривой уменьшается, т.е. трения качения обеспечивает подавление резонансных колебаний

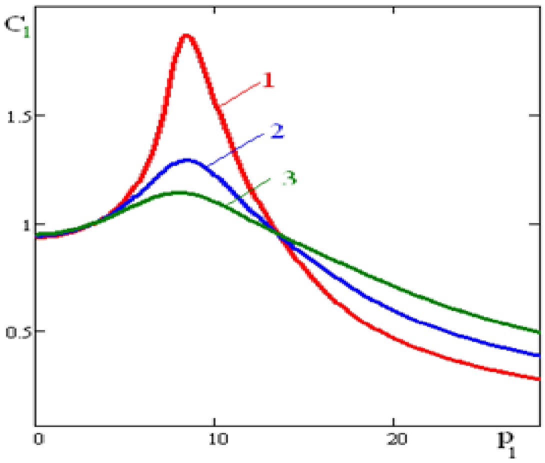


Рисунок 2. Резонансные кривые первой гармоники для различных значений периода релаксации ε (1-$\varepsilon_1 = 0.06c$, 2-$\varepsilon_2 = 0.09c$,3-$\varepsilon_3 = 0.12c$)

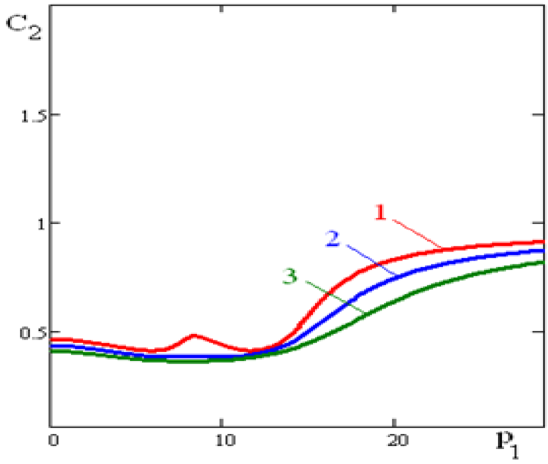


Рисунок 3. Зависимость амплитуды второй гармоники от частоты первой гармоники для различных значений периода релаксации ε (1-$\varepsilon_1 = 0.06c$, 2-$\varepsilon_2 = 0.09c$,3-$\varepsilon_3 = 0.12c$)

С помощью формулы (12) можно построить амплитудную характеристику гармонического колебания виброзащищаемого тела на опорах качения со спрямляемыми поверхностями. Амплитудная характеристика для первой гармоники на рисунке 4 построена для различных значений $p_1 = 10\frac{1}{c}; p_1 = 12\frac{1}{c};14\frac{1}{c}, p_2 = 7\frac{1}{c}; Q_2 = 0,3\tilde{m}$, На рисунке 5 показаны зависимость амплитуды второй гармоники колебательного движения виброзащищаемого тела от уровня возмущений.

При опорах качения, ограниченных поверхностями высокого порядка, амплитуда виброзащищаемого тела слабо зависит от амплитуды кинематического возмущения. Амплитуда виброзащищаемого тела достигая определенного значения, сохраняет свое значения при дальнейшем росте амплитуды кинематического возмущения.

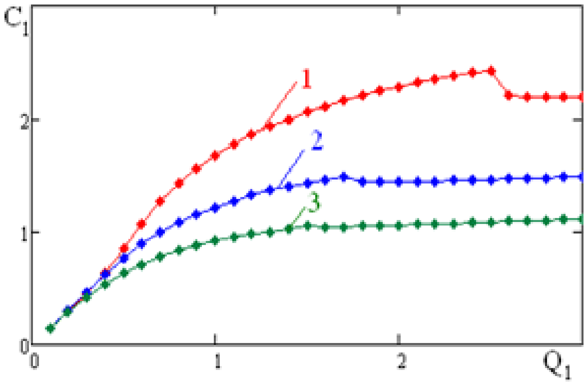


Рисунок 4. Зависимость амплитуды первой гармоники виброзащищаемого тела от уровня возмущения для различных значений частоты p

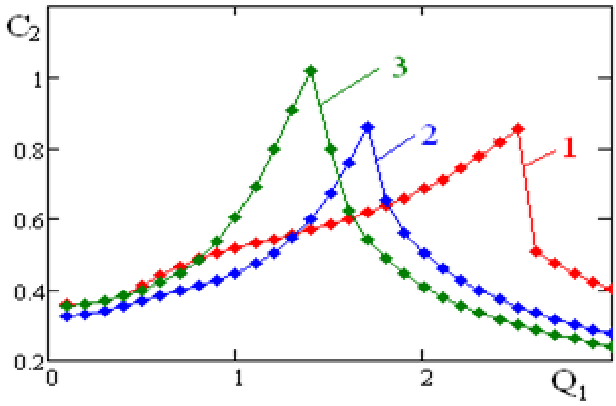


Рисунок 5. Зависимость амплитуды второй гармоники от уровня возмущения для различных значений частоты p

$$(1 - p_1 = 10\frac{1}{\tilde{n}}; 2 - p_1 = 12\frac{1}{\tilde{n}}; 3 - 14\frac{1}{\tilde{n}}, p_2 = 7\frac{1}{\tilde{n}}; Q_2 = 0,3\tilde{m}\ )$$

5. Вывод

Проведены исследования колебательного движения виброзащищаемого тела на виброопорах ограниченных поверхностями вращения высокого порядка при полигармоническом кинематическом возмущении.

Показано, что с ростом коэффициента трения качения вершина резонансной кривой уменьшается, т.е. трение качения обеспечивает подавление резонансных колебаний.

Установлено, что амплитуда виброзащищаемого тела слабо зависит от амплитуды кинематического возмущения, следовательно, рассматриваемая виброзащитная система также эффективна при полигармоническом кинематическом воздействии.

Список использованной литературы:

1 Бисембаев К. Колебания тела на опорах со спрямленными поверхностями // Изв. АН КазССР. сер. физ.-мат. 1988. №3. с. 65-69.

1. Бісембаев К., П'ятецький В. О. Досліджениянелінійнихколивань тіла на опорах кочення зіспрямленимиповерхнями // Вісник КиївськогоУніверситету. Физ.-мат. Науки. №5. с.12-17.

2. K. Bissembayev, Zh. Omyrzhanova Friction arising from rolling of a bearing with straightened surfaces on a relaxing ground.// Proceedings of 22nd International Scientific Conference “MECHANIKA 2017”, Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, 52-57;

3. Коловский М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем. – М.: Наука,1966–317 с.

УДК 538.9:004.738.5
ГРНТИ 52.13.05

Н.Д. Заурбекова [1], М. Машанхан [2]

[1]т.ғ.к., Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті физика кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан
[2] Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті магистрі, Алматы қ., Қазақстан

ТАУ-КЕН ЖЫНЫСТАРЫНДАҒЫ АКУСТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРДІҢ НЕГІЗГІ ФАКТОРЛАРҒА ӘСЕР ЕТУІ

Андатпа

Тау-кен жыныстарының негізгі физикалық қаситеттері: қума және көлденең толқындар көрсетілген және де дыбысты жиілікте қарастырылып отырған жыныстардың акустикалық және серпімділік параметрлерін, толқындардың жылдамдығын және тау-кен жыныстарындағы серпімді қасиеттерін анықтау. Жыныстарда акустикалық параметрлер тау-кен жыныстарының серпімді тербелістің таралуымен анықталады. Өткізгіш ішіндегі бос электрондардың электр қозғаушы күш салдарынан максимал ауқымда тербеліске келіп, көршілес атомдардың шеткі электрондарына өзін қоздырған кинетикалық энергияны беріп, өзі қалыпты энергетикалық жағдайға қайта түседі. Қозғалған электрондардың энергия алмасуы қайталанып отырады. Осылайша қозғалыстағы зарядтардың қозғалыстарының себебінен зарядтардың электр қозғаушы күштен алған кинетикалық энергиядан спектрограмма тербелістер теориясында, оптикада, акустикада кеңінен қолданылады және де серпімді толқындардың жылдамдығы қарастырылған.

Түйін сөздер: механикалық күштер, тау-кен жыныстары, серпімділік толқындар, электромагниттік толқындар, акустикалық қасиеттері, тау-кен жыныстарының серпімділік қасиеттері.

Аннотация

Заурбекова Н.Д.[1], Машанхан М.[2]
1к.т.н., старший преподаватель кафедры физики Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы, Республика Казахстан
2 магистр Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы, Республика Казахстан

ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Изложены основные физико-технические свойства горных пород. Методы определения упругих свойств горных пород основаны на измерении скоростей упругих колебаний, возбуждаемых в исследуемых образцах в диапозоне звуковых частот, при воздействии механических, тепловых и электрических полей. Описаны электромагнитные и акустические свойства пород, приведены уравнения и номограммы прогноза свойства пород в образцах и в массиве в различных условиях. Теоретические исследование и напряженно-деформированного состояние разработки месторождений полезных ископаемых массива горных пород. Распространение упругих волн в породах сопровождается постепенным уменьшением их интенсивности по мере удаления от источника излучения из-за поглощения энергии колебаний породой и превращения ее в тепловую и рассеивания акустической энергии на неоднородностях породы.

Ключевые слова: механические силы, горные породы, упругие волны, электромагнитные волны, акустические свойства, упругие свойства горных пород.

Abstract

THE INFLUENCE OF THE ACOUSTIC PROPERTIES OF ROCKS ON THEIR BASIC PARAMETERS

Zaurbekova N.D. [1], Mashankhan M.[2]
[1]technical candidates of science, Lecturer of the Kazakh State Women's Teacher
Training University, Almaty, Kazakhstan
[2]Student of Master Programme in Physics of the Kazakh State Women's Teacher
Training University, Almaty, Kazakhstan

The main physico-technical properties of rocks are set out. The methods of defining the elastic properties of rocks are based on the measurement of the velocity of the elastic oscillation in the rangeed sound frequencies, with the effects of mechanical, thermal and electrical fields. Describes the electromagnetic and acoustic properties of the rocks, the equations and the nomograms prediction of the Rock property in the specimens and in the array under different conditions. A theoretical study and a hard-distorted state of mining mineral deposits. The propagation of elastic waves in the rocks is accompanied by a gradual decrease in their intensity as radiation is removed from the source due to the absorption of energy by the fluctuation of the breed and its transformation into heat and dissipation of acoustic energy at Inhomogeneities breeds.

Key words: mechanical strength, rocks, elastic waves, electromagnetic waves, acoustic properties, elastic properties of rocks.

Физика – табиғаттың алуан-түрлі құбылыстары мен нәтижелерге негізделген ғылым. Табиғат құбылыстары физикалық шамалар арқылы сипатталады. Физикалық шамалармен тәжірибе жасау негізінде физикалық заңдар ашылады. Сонымен қатар табиғаттану ғылымына математика, химия, биология, геология жәек т.б. ғылымдар жатады. Бұлар бір-бірімен тығыз байланысты болады.

Табиғаттағы өте кең тараған күштер электромагниттік күштер болып есептеледі. Олар атом ядросына, молекулада, микроскопиялық денелердің молекулаларының арасында да әсер етеді. Мұның себебі барлық атомдардың құрамына кіретін электрлік зарядталған бөлшектердің болуында.

Күрделі өндірістерді автоматтандыру үшін оған автоматтық желілер, басқарушы микрокомпьютерлер және әр түрлі бақлау-өлшеу аппараттары керек. Осындай жетістіктер техниканың ғылыми негіздері радиоэлектроникамен, қатты денелер физикасымен, тағы да қазіргі физиканың бір қатар бөлімдерімен тығыз байланысты. Соның ішінде тау-кен жыныстарында физиканың ролі өте зор. Тау-кен жыныстарының физика-техникалық қасиеттерін, ондағы физикалық процестерді, пайдалы қазбалардың қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары және олардың тау-кен өндірісіндегі мәселелерді шешуде алатын орнын өте күрделі деп айтсақ та болады.

Физикамен техниканың даму тарихы, технологиялардың өркендеуіне ықпалы зор. Соның ішінде тау-кен жыныстарында және процестерінде пайдалы қазбалардың физикалық қасиеттерін зерттеу: объектілерімен, әдістерімен және бағытымен ерекшеленеді.

Соңғы жылдары тау-кен саласында жер қойнауынан кен массасын ашық және жер асты тәсілмен өндіру көлемінің өсуіне байланысты және рудник қуаттылығына, өндіру әдісіне және жаңа жүйені енгізу; массивтегі жыныстарға динамикалық жүктемені есепке ала отырып жару қуаттылығын көбеюі салдарынан көп құлауы себепші болып отыр.

Қазіргі кезде әрбір сала заманауи техника мен технологияға сай ғылыми, теориялық негізделеді. Теориялық негіздеу барысында қарастыра отырып, бұл саланы терең түсіне білесің. Тау-кен саласында, кен технологиясы – барлық технологиялық процестері сыртқы факторлар әсерінен кен-геологиялық жағдайлары әртүрлі. Тау-кен ғылымы - тау-кен ісінің теориялық негізгі болып табылады. Тау-кен ғылымы – жер қабығының қалың қабатын өндіру кезінде физикалық құбылыстардың және пайдалы қазбалар кен орындарын табиғи жағдайының, пайдалы қазбаларды байыту және технологиялық әдіспен шығару, пайдалы қазбаны өндіру экономикасы және өндірісті ұйымдастыру қауіпсіздігін қамтамасыздандыру жиынтығы. Тау-кен ғылымын зерттеу - процесс кезінде іске асатын табиғи құбылыстың бірге болатын өзара байланысы және пайдалы қазбаны дамыту процесі.

Толқындар газдарда, сұйықта және қатты денелерде таралуының себебі серпімділік күштің әсерінен болатыны бәрімізге белгілі. Механикалық толқындар деп серпімді ортаның бір бөлшегінен екінші бір бөлшегіне таралу процесі. Ол толқындардың таралу барысында энергия ғана тасымалданып, ортаның заттық бөлшектері толқын жиілігіне сәйкес тербеліп тұрады. Механикалық толқынның электромагниттік толқыннан физикалық табиғаты өзгеше. Механикалық толқындар тарала алатын ортада электромагниттік толқынның энергетикалық, жиіліктік, амплитудалық және жылдамдық параметрлері өзгерсе, механикалық толқындар электромагниттік толқынның тарала алар ортасында: вакуумда, ғарыш кеңістігінде және де басқа да серпімсіз ортада өзінің физикалық қасиеттерін толық жояды. Механикалық толқындар өздерінің табиғатына қарай дыбыстық, сейсмикалық, сұйық беттерінде таралатын толқындар болып бөлінеді. Механикалық толқын серпімді ортада таралғандықтан, оның таралу жылдамдығы ортаның қасиетіне байланысты. Толқынның бір ортадан екінші ортаға өту кезінде оның жылдамдығы өзгереді. Электромагниттік толқындар кез-келген серпімді ортада, толқындық өткізгіштерде (волновод) және бос кеңістіктерде (ғарыш әлемінде)таралады.

Электромагниттік толқындар деп электромагниттік тербелістердің кез-келген орта мен бос кеңістіктерде шектелген жылдамдықпен таралуы. Бұл толқындардың шектелген делінуі, саластырмалылық теориясын оқу барысында жан-жақты қарастырылады. Механикалық және электромагниттік толқындардың біріккен қасиеті (комбинациясы) ретінде плазма ішіндегі толқындық процестерді айтуға болады.

Толқын жалдамдығы физикалық қасиеттерінің негізгі функцияларының бірі болып табылады. Толқын жылдамдығы өзі таралатын ортаның тығыздығына, концентрациясына және толқын ұзындығының өзгерісіне (дисперциясына) тәуелді болатыны белгілі. Электромагниттік толқындардың вакуумдағы жылдамдығы тұрақты, ол жарық жылдамдығына тең.

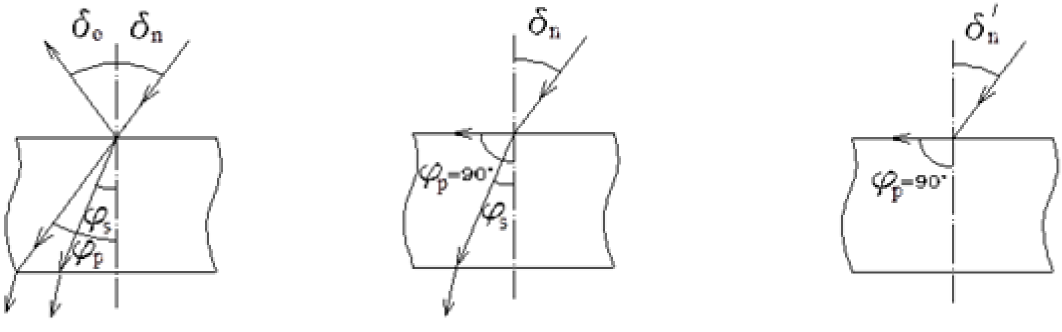
Электромагниттік толқындар екі өрістен тұрады. Бірі электр өрісі, екіншісі магнит өрісі. Максвеллдің тұжырымдамасы бойынша тербелістегі зарядтрадың қозғала тербелуінен зарядталған бөлшек тұрақта жылдамдықпен қозғалғанда, оның тудырған электр және магнит өрістері олармен бірге болады және Максвелл электромагниттік өріс теориясын көрсеткен:

1. Өзгеріп отыратын магнит өрісі кеңістікте өзгеріп отыратын электр өрісін тудырады.
2. Өзгеріп отыратын электр өрісі кеңістікте өзгеріп отыратын магнит өрісін тудырады.
3. Өзгеріп отыратын электр және магнит өрістері әр уақытта өз ара байланыста болады, сондықтан олардың бірлігін электромагниттік өріс деп атау қабылданған.

Өткізгіш ішіндегі бос электрондардың ЭҚК салдарынан максимал ауқымда тербеліске келіп, көршілес атомдардың шеткі электрондарына өзін қоздырған кинетикалық энергияны беріп, өзі қалыпты энергетикалық жағдайға қайта түседі. Қозғалған электрондардың энергия алмасуы қайталанып отырады. Осылайша қозғалыстағы зарядтардың қозғалыстарының себебінен зарядтардың ЭҚК-тен алған кинетикалық энергиядан спектрограмма тербелістер теориясында, оптикада, акустикада кеңінен қолданылады.

Жыныстарда акустикалық параметрлер таужыныстарының серпімді тербелістің таралуымен анықталады. Оларға серпімді тоқындардың таралу жылдамдығы, жұтылу коэффициенті, шағылу коэффициенті және толқынды кедергі жатады.

Бөлшектердің тербелісі толқынның таралуы бойында жүзеге асатын толқынды қума толқын деп атайды. Қума толқын кез-келген газ тәрізді, сұйық, қатты орталарда пайда болып таралады. Өйткені осы орталардың бәрінде сығылу немесе созылу кезінде көршілес қабаттардың арасында әрекет ететін серпімділік күштері пайда болады.



а) ә) б)

Сурет 1. Екі орта шегінде дыбысты толқындардың сыну және шағылу заңдылықтары
а) жалпы жағдайда; ә) қума толқындардың ішік шағылу кезінде; б) көлденең толқындардың ішкі шағылу кезінде; δп және δо– түсу және шағылу бұрыштары; δр және δs– қума және көлденең толқындардың шағылу бұрыштары.

Бөлшектердің тербелісі толқынның таралу бағытына перпендикуляр бағытта жүзеге асатын толқынды көлденең толқындар деп атаймыз. Көлденең толқындар бір қабаттың екінші қабатқа қатысты ығысу кезінде пайда болатын серпімділік күштері әрекетінен ғана туындайды. Мұндай қасиет тек қатты денелерге ғана тән, себебі сұйықтар мен газдарда олардың аққыштығы салдарынан қабаттардың ығысуы кезінде серпімділік күштер пайда болмайды.

Жер беті қыртысына жақын жататын, тез пайда болып, тез өшетін толқындар сейсмикалық толқындар деп аталады, мысалы оларға жер сілкінісі жатады.

Толқын жылдамдығына фазадағы серпімді тербелістің таралу жылдамдығын қарастыруға болады. Массивтегі қума тоқынның жылдамдығы изотропты ортада мына формула бойынша анықталады:

$$U_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

бұл жерде μ - пуассон коэффициенті тау-кен жыныстары үшін 0,1-0,45 аралығында өзгереді.

Массивтегі көлденең толқынның таралу жылдамдығы:

$$U_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}$$

Таужыныстарындағы серпімді толқындардың таралу жылдамдығы серпімді қасиетімен және тығыздығымен анықталады. Қума және көлденең толқындардың қатынасы Пуассон коэффициентін береді:

$$\frac{U_p}{U_S} = \sqrt{\frac{2(1-\nu)}{1-2\nu}}$$

Юнг модулінің және Пуассон коэффициентің өзгеруімен қума толқынның таралу жылдамдығы өседі. Көлденең толқын Юнг модулі өскен сайын ол да өсіп отырады да, ал Пуссон коэффициенті кемиді.

Таужыныстарындағы серпімді толқындардың таралуы, кез-келген дене сияқты ақырын азайып отырып, шығу көзінен алыстаған сайын олардың қарқындылығы (амплитуда) азаяды. Тербеліс қарқындылығы көп жағдайда осылай өзгереді:

1. Жыныстардағы серпімді толқындардың кейбір энергия бөлшектері жұтылады және де өзара жыныстардың бөлшектері үйкелісу нәтижесінде тербеліс қозғалысын жылу энергиясына айналады;

2. Бірқалыпты (жарықшақтық) емес жыныстардың акустикалық энергиясы шашырауға әкеліп соғады.

Жұтылу коэффициенті жыныстың қасиетіне және де тербеліс жиілігіне f байланысты көрсетіледі. Көп жыныстар үшін жұтылу коэффициенті сызықты. Сазды жыныстарда жұтылу коэффициенті пропорционалды болады .

Жыныстарда серпімді толқындардың таралу кезінде кедергі болады, олар тау-кен жыныстарының меншікті таралу кедергісімен (акустикалық қаттылықпен) өрнектеледі.

Жыныстардың меншікті толқын кедергісі серпімді толқындардың сыну және шағылу қасиеттеріне байланысты. Серпімді толқындардың сыну және шағылу қасиеттеріне геометриялық оптиканың заңдылықтарында қарастыруға болады.

Жынысқа әсер ететін кез келген деформация кезінде ішкі күштердің әрекетінен денені құрайтын бөлшектер бір-біріне қатысты ығысады. Бұл материалда деформацияға қарсы әрекет ететін күштерді тудырады. Серпімділік күштер деп аталатын осы күштер деформацияланған дененің ішінде, оның жеке бөліктерінің арасында, дененің деформациясын тудыратын басқа денелерге де әрекет етеді.

Таужыныстарының деформациялық қасиетіне олардың серпімділігі және пластикалығы жатады. Бұл қасиеттері кернеудің табиғаттылығы немесе техногендік өзгерістер нәтижесінде пайда болады. Таужыныстарының серпімділік модулі E біросте кернеулігі (бойлық серпімділік модулі немесе Юнг модулі), жылжу модулі G, көлемді серпімділік модулі K және деформация коэффициенті ν (Пуассон коэффициенті).

Берілген жүктеменің өзгеру бағыты сызықты деформацияланған үлгіге салыстырмалы болып келеді:

$E = \sigma/\varepsilon$

Сығылу немесе созылу деформациясына қолданып көретін болсақ, онда бұл формуланы мына түрде жазуға болады:

$\sigma = E\,\varepsilon$ *немесе* $\sigma = E\Delta l/l$

бұл жерде Е сығылу немесе созылу деформацияның сеопімділік модулі, немесе Юнг модулі. Юнг модулі салыстырмалы деформация бірге тең болатын, яғни үлгінің ұзындығы екі есе арттырған кезде пайда болатын материалдағы нормаль кернеумен өлшенеді. Кернеу жоғалғаннан кейін дененің пішіні мен көлемі қалпына келетін материалдағы ең үлкен кернеу серпімділік шегі деп аталады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Орысша қазақша түсіндірме сөздік: Механика. Жалпы редакциясын басқарған э.ғ.д., профессор Арын Е. - Павлодар: «ЭКО» ҒӨФ, 2007. – 291 б.

2 Абдуллаев Ж. Физика курсы - Алматы: «Білім», 1994. – 349 б.

3 Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород - Москва: «Недра», 1984. – 360 с.

4 Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарян Э.В. Основы механики горных пород. Ленинград: «Недра», Ленинградское отделение, 1989. – 439 с.

5 Арыстан И. Тау-кен жыныстарындағы физика негіздері - Қарағанды.: ҚарМУ, 2002. – 189 б.

6 «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев – Алматы «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998 жыл.

7 Фриш С.Э., Тимофева А.Ф. Жалпы физика курсы. 1 том. Алматы.: Мектеп баспасы, 1971. – 498 б.

8 Ільясов Н. Жалпы физика курсы - Алматы: Білім баспасы, 2003. – 300 б.

9 Сандибеков М.Н., Заурбекова Н.Д. Тау-кен жыныстарының физикасы және процестері. Лабораториялық практикум. Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау – Алматы: Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ типографиясы, 2010 – 37 б.

10. Нұрахметов Н., Ниязбаева А., Рысқалиева Р., Далабаева Н. Қазақ тілі тер-миндерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі – Алматы: Мектеп баспасы, 2007.– 336 б.

11 Ракишев Б. Ашық кен жұмыстарының технологиялық кешендері - Оқулық. Алматы: ҚазҰТУ баспасы, 2015. – 328 б.

12 Ракишев Б. Карьер алаңдарын ашу және ашық игеру жүйелері - Оқулық. Алматы: ҚазҰТУ баспасы, 2013. – 304 б.

13 Справочник (кадастр) физических свойств горных пород (под редакцией Н.В.Мельникова, В.В.Ржевского, М.М.Протодьяконова) - М., Недра, 1975. – 279 с.

14 Свойства горных пород и методы их определения (Под ред.Протодьяконова М.М.) - М.: Недра, 1969. - 392с.

УДК 681.2:51-7
ГРНТИ 59.14.19

Ә.О. Қабдолдина[1], *П.Г. Михайлов*[2], *Қ.А. Ожикенов*[3], *Н.О. Қабдолдина*[4], *Ж.Р. Уалиев*[5]

[1]*PhD докторанты, Қ.Сәтпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*тех.ғ.д., профессор, К.Г. Разумовский атындағы Технология және Басқару Мәскеу мемлекеттік университетінің Пензадағы филиалы, Пенза қ., Ресей Федерациясы*
[3]*тех.ғ.к., Қ.Сәтпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Алматы қ., Қазақстан,*
[4]*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Мемлекеттік Университетінің техника және технология магистрі, Қызылорда қ., Қазақстан*
[5]*Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің PhD докторы, Алматы қ., Қазақстан,*

ЭЛЕКТРОДИНАМИКАЛЫҚ СТЕНДТЕРДІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АДАПТИВТІ ЖҮЙЕЛЕРІН ТҰРАҚТАНДЫРУ

Аңдатпа

Бұл мақалада электродинамикалық стендтердің көрсеткіштерінің сапасын жоғарлату мәселесі қарастырылған, яғни оның жұмыс үстелінде жасалатын діріл қателіктерін реттеуіштерді аналитикалық жабдықтау процедураларын пайдаланып, күйдің толық векторын кері байланыспен тұйықтандыру жолымен тұрақтандыру. Бұл әдістің мәні келесідей, тиімді реттегіштің аналитикалық құрылымы процедураларына негізделген тиімді басқару көмегімен резонансты пик әсерінен құтылу жолы ұсынылады. Жасалынған діріл амлитудасын төмендету әдістеріне баға берілген. Берілген әдіске негізделген, белсенді дірілден қорғау жүйесінің автоматты басқару әдістемесі жасалынды. Жиіліктің барлық жұмыс диапазонында сызықтық квадраттық Гаусстық реттегіш пен пропорционалды интегралдық дифференциалды реттегіштерге салыстырмалы талдау жасалынды. Алынған әдістеме нәтижесінде, резонансты құбылыс әсері алынады және жиіліктің жұмыс диапазоны кеңейеді, сонымен қатар объектінің уақыт сипаттамасы жақсарады.

Түйін сөздер: Электродинамикалық стенд, сенсор, амплитуда, сенімділік, жиілік, діріл, беріліс функциясы, контроллер, басқару жүйесі.

Аннотация

А.О. Кабдолдина[1]*, П.Г. Михайлов*[2]*, К.А. Ожикенов*[3]*, Н.О. Кабдолдина*[4]*, Ж.Р. Уалиев*[5]

[1]*PhD докторант Алматы, Казахстан, Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.Сатпаева,*

[2]*Пенза, РФ, Пензенский филиал Московского государственного университета Технологии и Управления имени К.Г. Разумовского, д.т.н., профессор*

[3]*Алматы,* Казахстан, Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.*Сатпаева, к.т.н.*

[4]*Кызылорда, Казахстан, Кызылординский государственный университет имени Корқыт Ата, магистр техники и технологии*

[5]Алматы, Казахстан, Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, PhD *доктор философии*

СТАБИЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СТЕНДОВ

В данной статье решается задача повышения показателей качества электродинамического стенда, стабилизации ошибки воспроизведения вибраций на его рабочем столе путем замыкания обратных связей по полному вектору состояний с использованием процедуры аналитического конструирования регуляторов. Сущность данного метода заключается в следующем. Предлагается избавится от влияния резонансного пика с помощью оптимального управления основанного на процедуре аналитического конструировании оптимального регулятора. Дана оценка существующему методу снижения амплитуды вибраций. Разработана методика автоматического управления системой активной виброзащиты электродинамического стенда, основанная на предложенном способе. Был проведен сравнительный анализ линейно-квадратичного Гауссовского регулятора и пропорционально интегрально дифференциального регулятора на всем диапазоне рабочих частот. В результате данного метода, устраняется влияние резонансных явлений и расширяется рабочий диапазон частот, так же улучшается временная характеристика объекта.

Ключевые слова. Электродинамический стенд, сенсор, амплитуда, надежность, частота, вибрация, передаточных функция, контроллер, система управления.

Abstract

STABILIZATION OF AUTOMATIC ADAPTIVE SYSTEMS OF ELECTRODYNAMIC STANDS

KabboldinaA.O. [1]*, MikhailovP.G.* [2]*, Ozhikenov K.A.* [3]*, Kabdoldina N.O.* [4]*, Ualiev Zh. R.* [5]

[1]*PhD doctoral student, Satpaev Kazakh National Research University of Technology, Almaty, Kazakhstan*

[2] *Dr. Sci. (Engineering), Professor of the Penza branch of the Razumovsky Moscow State University of Technology and Management, Penza, Russia*

[3] *Cand. Sci. (Engineering), Satpayev Kazakh National Research University of Technology, Almaty, Kazakhstan*

[4] *Master in Engineering and technology, Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan*

[5] *PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

In this article the problem of increase in figures of merit of the electrodynamic stand, stabilization of an error of reproduction of vibrations on his desktop by closing of back couplings on a complete vector of statuses is solved with use of the procedure of analytical constructioning of regulators. The essence of this method is as follows. It is proposed to get rid of the influence of the resonance peak with the help of an optimal control based on the procedure of analytical design of the optimal regulator. An estimation is given to the existing method of reducing the amplitude of vibrations. The technique of automatic control of the active vibration protection system of the electro-dynamic stand based on the proposed method is developed. A comparative analysis of a linear-quadratic Gaussian controller and a proportional integral differential controller over the entire operating frequency range was carried out. As a result of this method, the influence of resonance phenomena is eliminated and the working frequency range is extended, so also the temporal characteristic of the object is improved.

Keywords. Electrodynamic stand, sensor, amplitude, reliability, frequency, vibration, gear function, controller, management system.

Сенсорлық және түрлендіруші жабдықтар мен аспаптарды пайдалану кезінде, ауыспалы күштер әсеріне түседі де, яғни дірілдік жүктемені сезінеді, осылайша ол олардың жұмыстан шығуына әкеледі. Авиа, ракета және ғарыш өндіріс объектілеріне деген талаптардың катаңдығынан, бұл олардың тиімділігін өсіру бағытында қолданыста бар күрделі техникалық жүйелерге дірілге сынақ әдістерін әрі қарай дамыту мен жетілдіруді талап етеді.

Сенсорлардың және олардың құрамдас бөліктеріне дірілге сынақтарының тиімділігін арттыру мақсатында, ең алдымен алынған нәтижелердің дәлдігі мен анықтығы және ақпараттардың толықтығын арттыруға бағытталған, ал ол өз кезегінде сенсорларға қойылатын талаптар, діріл тұрақтылығы мен дірілдің орнықтылығының сәйкестігіне жан-жақты және объективті баға беруді қамтамасыз етеді.

Дірілге сынау нәтижелерінің анықтығы мен дәлдігін арттыруға бағытталған шешімді негізгі ғылыми-техникалық мәселелердің бірі діріл әсерінің дәлдік сипаттамасын бағалау мен нормалау принциптерін қалыптастыру мен кездейсоқ діріл процестерінің статистикалық сипаттамасын бағалау дәлдігінің көрсеткіштеріне бағытталған.

Әуе және ракета-ғарыш техникасының бөлшектерінде орналастырылған сенсорлардың істен шығуының едәуір мөлшері интенсивті механикалық тербелістердің әсерінен болады. Сонымен бірге діріл әсер еткен кездегі сенімділік пен төзімділік мәселелері мұндай жабдықтарды құрастыруда бұрыннан шешуші мәнге ие болған. Сенсорларға әсер ету реакциясы әртүрлі болуы мүмкін, ол конструктивті элементтер мен түйіндерді қамтиды. Қолданыс кезінде сенсорлар әр-түрлі сипаттамадағы дірілдің әсеріне ұшырайды: периодттық, гармоникалық соққыға жақын немесе кездейсоқ.

Сенсордың сенімділігін анықтайтын, істен шығуындағы себептердің екі категориясы бар [1]:

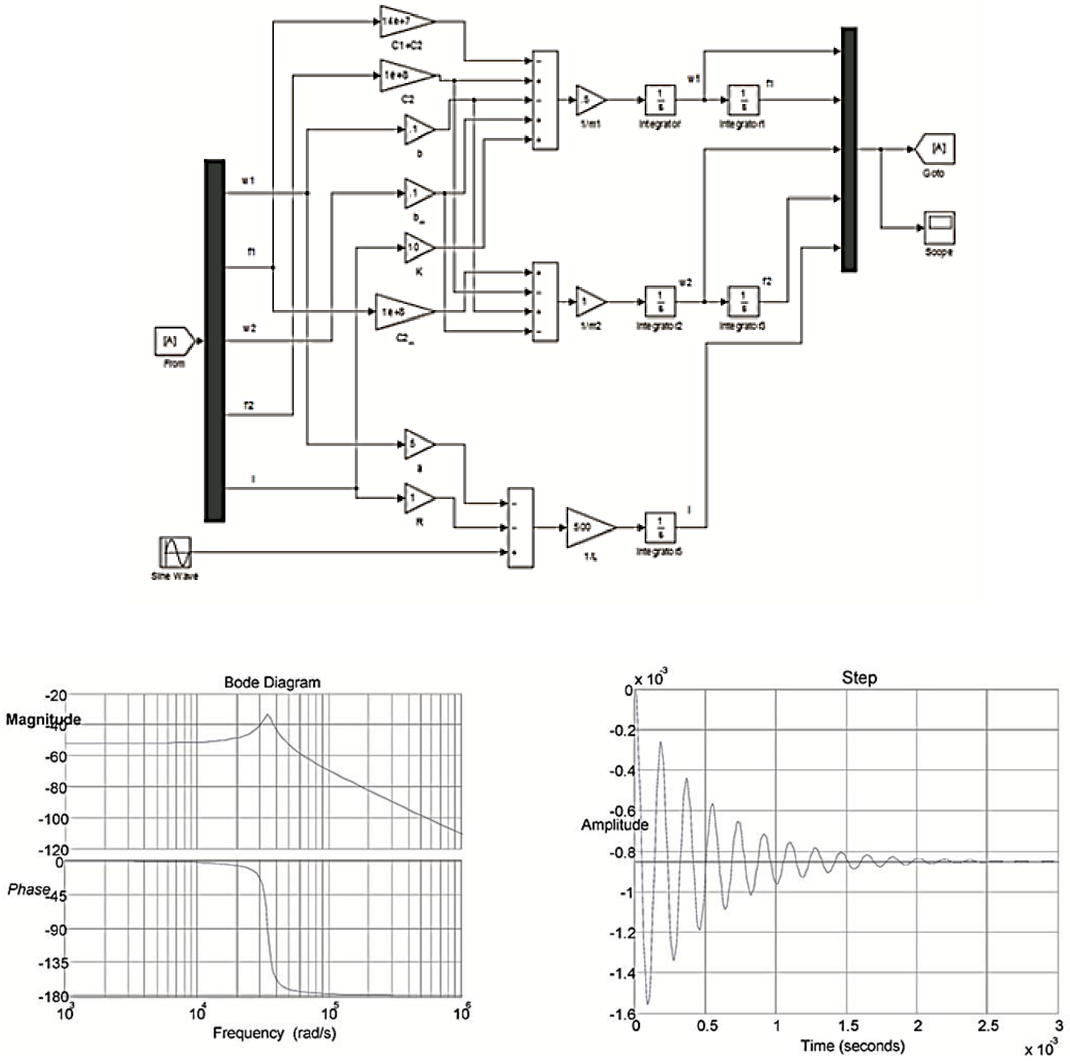
- Сенсор элементтерінің тозып бүлінуі;
- Ақаусыз жұмыс істеуін сипаттайтын негізгі параметрлердің шектен тыс ауытқуы.

Осылайша, дірілге сынау кезінде міндетті түрдегі қабылдау-тапсыру сынағына жарамды және объектіні пайдалану кезінде, діріл әсерінің типтік жағдайына сәйкес, сынау әдістерін құрастыру мен сынау объектісінің қызмет ету мерзімін бағалау – пайдалану талаптары мен жасау мен құрастыру кезінде қалыптасқан талаптардан шығатын 2 негізгі мәселе шешіледі.

Барлық жасалынып жатқан сенсорлар өндірістен шығарылу алдында, тұрақсыздандыратын факторлардың қатесін анықтау үшін діріл сынағынан өтеді.

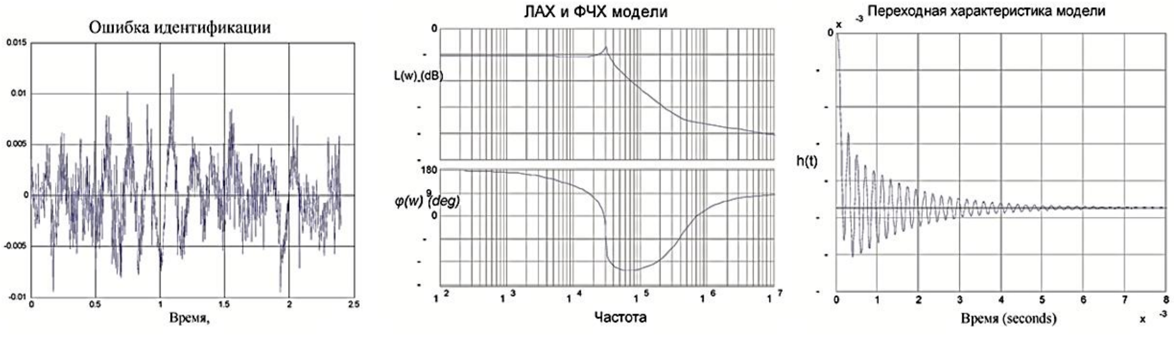
Қазіргі таңда зертханалық жағдайда дірілге сынақ жүргізуде, электродинамикалық стендтерді (вибростенд) пайдалану кең қолданысқа ие болуда. Бүгінгі күнде зертхана жағдайында дірілді жаңғырту кезінде басқа принципіндегі вибратормен салыстырғанда қоздырушы күшті қоздырудың мынадай техникалық сипаттамаларымен: дірілді қалыптастырған кең динамикалық және жиіліктік диапазондар, басқарудың икемділігі, қарапайым баптау мен тағы басқалар. Бірақ осы түрдегі вибростендтердің осы түрдегі діріл құрылымымен байланысты кемшіліктері бар. Тербелісті вибростендтің қозғалмалы жүйесі жасайды, ол жүйе келесідей: катушкамен басқаруды жасайтын, магниттік өріс әсеріндегі жазық серпімді стержень және сынақтан өтетін сенсорлар үшін планшайба. Жоғарғы жиілікте берілген құрылымда резонансты құбылыстар пайда болады. Берілген резонансты пик 4800 Гц жиілігінде басталып және 5200 Гц жиілігінде аяқталады. Тиімді реттегіштің аналитикалық құрылымы процедураларына негізделген тиімді басқару көмегімен резонансты пик әсерінен құтылу жолы ұсынылады. ТРАҚ процедуралары Сызықты-квадраттық Гаусттық реттегіш синтезіне негізделген. Берілген реттегіш күй бақылаушысы (Калман фильтрі) мен күй реттегішінен (салмақ коэффициенттерінің матрицасы) тұрады. Бұл әдістің негізі келесіде болып табылады. Жүйенің күй кеңістігінің моделі бар, тиімділіктің критерийін минимумға жеткізетін басқару заңын табу қажет. Бұл заң Риккати теңдеуінің шешімі арқылы табылады. Берілген синтез нәтижесінде, резонансты құбылыс әсері алынады және жиіліктің жұмыс диапазоны кеңейеді, сонымен қатар объектінің уақыт сипаттамасы жақсарады.

Берілген реттеу әдісі үшін дәл математикалық модель қажет болуына байланысты, келесі математикалық модель жасалынды. 1- ші суретте модельдің динамикасын сипаттайтын Simulink-модель және оның жиілік пен уақыт сипаттамалары көрсетілген.

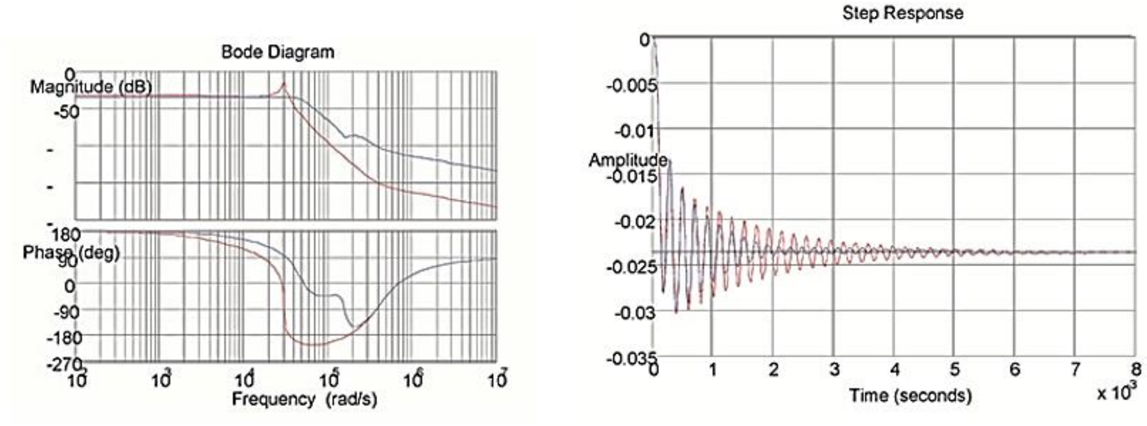


Сурет 1. Модельдің динамикасын сипаттайтын Simulink-модель және оның жиілік пен уақыт сипаттамалары көрсетілген

Модельдің нақты параметрлерін алу үшін, модельдің параметрлік идентификациялауы жүргізілді. Ол үшін вибростенд кірісіне ақ шу сигналы берілді және осциллограф көмегімен вибростендтің кіріс және шығыс деректері тіркелді. Идентификация процессі Matlab «system Identification toll» бағдарлама пакеті көмегімен жүргізілді. Параметрлік идентификация нәтижесінде вибростендтің 5-ші ретті беру функциясы алынды. Суретте жиілік пен уақыт сипаттамалары, сонымен қатар идентификация қателіктері көрсетілген.

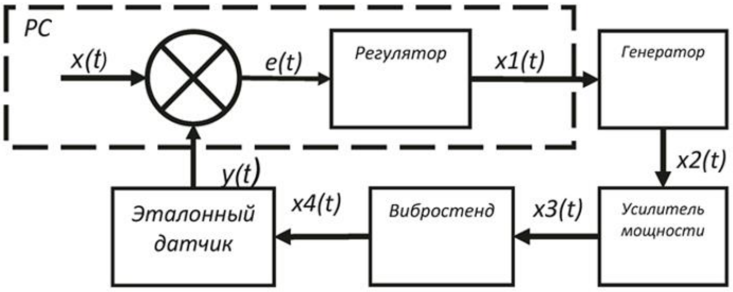


Сурет 2. Вибростендтің ТРАҚ синтезіне дейінгі және кейінгі жиілік сипаттамалары көрсетілген.



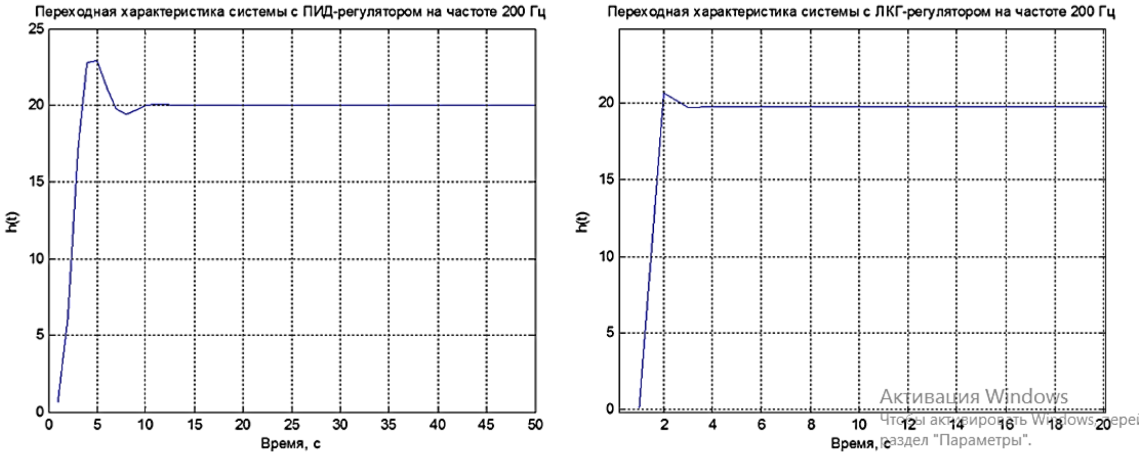
Сурет 3. ЛАС салыстыру мен синтезге дейінгі және кейінгі берілу сипаттамалары: сол жақта жүйенің ЛАС пен ФЖС берілген; оң жақта берілу сипаттамалары.

Шынайы объектіде СКГ реттегішінің жұмысын тексеру мақсатында, алынған СКГ реттеуіші мен классикалық ПИД реттегішінің бағдарламалары іске асырылды және екеуі салыстырылды. 4-ші- суретте жүйенің құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



Сурет 4. Жүйенің құрылымдық сұлбасы көрсетілген.

Жиіліктің барлық жұмыс диапазонында СКГ мен ПИД салыстырмалы талдау жасалынды. Талдау нәтижесінде келесілер анықталды: ПИД реттегішімен жүйе резонансты пик облысында орнықсыз, ал СКГ реттегішімен жүйе орнықтылық күйі мен жүйенің сапа параметрлерін сақтайды. Ол 5-ші- суретте жақсы көрінеді.



Сурет 5. Жоғарғы жұмыс жиілігінде реттегіші бар жүйесі берілу сипаттамалары: сол жақта – ПИД-реттеуіші; оң жақта – ЛКГ-реттеуіші.

TIRA TV5200 типтес электродинамикалық стендтің автоматты басқару жүйесінде, жетілдірілген технологиялық басқаруды пайдаланудың нәтижесінде, резонансты пиктің әсері алынды және жүйенің жылдамдығына әсерін тигізбей, жиілік диапазоны 5000 ден 7000 Гц дейін кеңейді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 М. Д. Генкин, А. М. Русаков, В. В. Яблонский Электродинамические вибраторы / М. : Машиностроение, 1975. – 96 с.

2 А. Д. Семенов, Д. В. Артамонов Основы теории линейных систем автоматического управления : учеб. пособие / Пенза : Изд-во ПГУ, 2003. – 135 с.

3 А.Б. Клещенков, А.М. Лерер, О.С. Лабунько Решение методом моментов интегрального уравнения электрического вибратора в многослойной среде. // Успехи современной радиоэлектроники, 2006, №6, С.60-66.

4 A.M. Lerer, A.B. Kleshchenkov, O.S. Labunko, Time-domain scattering from arbitrary array of parallel electric dipoles // Proceeding on 11-th International Conference on «Mathematical Methods in Electromagnetic Theory» (MMET'06), Kharkov, Ukraine, June 26-29,2006, PP. 315-317.

5 Ю.Н. Федоров Справочник инженера по АСУТП: проектирование 12 и разработка. – М: Инфра-Инженерия, 2008. – 958 с.

6 А.Д. Семёнов, Д.В. Артамонов Основы теории линейных систем автоматического управления: учебное пособие / Пенза: Изд-во ПГУ, 2003.- 135 с.

7 В.И. Ловчаков, Б.В. Сухинин, В.В. Сурков Оптимальное управление электротехническими объектами: справочник / Тула: ТулГУ, 2004. – 149 с.

УДК 53:37.016
ГРНТИ 29.01.45

В.Н. Косов[1], *А.Б. Калимов*[2]

[1]*д.ф.-м.н., профессор Казахского национального педагогического университета им. Абая,*
г. Алматы, Казахстан
[2]*Магистрант по специальности Физика Казахского национального педагогического*
университета им. Абая, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ НА ПРИМЕРЕ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ В ГАЗАХ НА ОСНОВЕ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ СВЯЗИ ХИМИИ

Аннотация

Содержание и структура данной статьи отражает актуальность темы изложения материала физики, с помощью межпредметной связи химии. Данная связь рассматривается в разделе «Молекулярная физика» на примере основных положений молекулярно – кинетической теории в газах. Главной целью статьи является показать, что применение некоторых методических особенностей на основе межпредметной связи, приводит к оптимизации и повышению качества знаний учащихся средней школы. Для формирования необходимой оптимизации предлагается задействовать смежные темы физики и химии, что позволит интегрировать учебный материал, ранее изучавшийся в различных дисциплинах, и позволит исключить дублирование учебного материала.

Рассмотрены методические особенности обучения школьников физике и химии, синтезирующие межпредметные связи, и позволяющие более эффективно распределить учебные часы, изучены возможности интенсификации процесса обучения и пути высвобождения времени.

Ключевые слова: Межпредметные связи, интеграция, молекулярно – кинетическая теория, оптимизация.

Аңдатпа

В.Н. Косов[1], *А.Б. Калимов*[2]

ХИМИЯ ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ГАЗДАР МОЛЕКУЛАЛЫҚ-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕР НЕГІЗІНДЕ МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

[1]*ф.-м.ғ.д., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің профессоры,*
Алматы қ., Қазақстан
[2]*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Физика мамандығының*
магистранты, Алматы қ., Қазақстан

Мақаланың мазмұны мен құрылымы- физиканың материалын химияның пәнаралық байланысының көмегімен баяндау тақырыбының өзектілігін көрсетеді. Бұл байланысгаздардағы молекула- кинематикалық теорияның негізгі қағидаларының мысалында «Молекулалық физика» бөлемінде қарастырылған. Мақаланың негізгі мақсаты пәнаралық байланыс арқылы кейбір әдістемемін ерекшеліктерді қолдану- оңтайландыруға және орта мектеп оқушыларының білім сапасын жақсартуға әкелетінін айқындайды. Қажетті оңтайландыруды қалыптистыру үшін, оқу материалын біріктіруге мүмкіндік беретін, бұрын түрлі пәндер бойынша оқыған және оқу материалының қайталануын болдырмау үшін, физика және химия пәндерінің сәйкес тақырыптарын алға тарту ұсынылады.

Пәнаралық байланысты синтездейтін, оқу сағатарын тиімді үлестіретін, химия және физика пәндерін оқытурың әдістемелік ерекшеліктері қарастырылған, және уақытты қысқарту жолы мен оқыту үдерісін жандандыру мүмкіндігі зертелген.

Түйін сөздер: Пәнаралық байланыс, интеграция, молекулалық - оңтайландыру кинетикалық теориясы.

Abstract

METHODICAL FEATURES OF TEACHING PHYSICS AT SCHOOL ON THE EXAMPLE OF THE MAIN PROVISIONS OF THE MOLECULAR-KINETIC THEORY IN GASES BASED ON THE TRANDISCIPLINARY CONNECTIONS OF CHEMISTRY

Kosov V.N.^{1}, Kalimov A.B.^{2}
1Dr.Sci. (Phys-Math), Professor, Abai KazUPU, Almaty, Kazakhstan
2Studdent of Master Programme in Physics at Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan

The content and structure of this article reflects the relevance of the topic, using the interdisciplinary connections of chemistry. This connection is discussed in the chapter of "Molecular Physics" where the main provisions of the molecular – kinetic theory of gases are applied as example.

The main purpose of this article is to show that the application of essential methodological characteristics based on the transdisciplinary connections leads to the optimization and improvement of quality of knowledge of high school students. Transdisciplinary units of Physics and Chemistry can be offered to apply for creating the required optimization that will enable the integration of the educational previously studied material in various disciplines, and will eliminate the duplication of training material.

Methodical peculiarities of teaching students physics and chemistry, synthesizing interdisciplinary connections which influence on more effectively division of academic hours, the possibilities of intensification of the learning process and ways of freeing up time are considered.

Key words: Intersubject communications, integration, molecular - kinetic theory, optimization.

В настоящее время мы живём в эпоху индустриального общества и роста глобализации. Поэтому для экономического благополучия, успешной международной конкурентоспособности Казахстану необходимы компетентные, специалисты, обладающие системным, творческим мышлением. В этом процессе велика роль школы, нацеленной на приобретение школьниками базовых знаний, в частности, в области физики.

Известный ученый-физик Р.Фейнман, читая свои лекции, говорил: «Физика - это самая фундаментальная из всех наук, самая всеобъемлющая; огромным было её влияние на все развитие науки. Действительно, ведь нынешняя физика вполне равноценна давнишней натуральной философии, из которой возникло большинство современных наук. Не зря физику вынуждены изучать студенты всевозможных специальностей; во множестве явлений она играет основную роль» [1]. Иными словами, физика имеет взаимосвязь с множеством различных дисциплин.

Каково отношение учащихся к изучению физики? Опрос старшеклассников показал, что 60 % учащихся не совсем до конца и корректно осознали, изучаемый материал физики. (что? Конкретизировать). Как привить интерес школьников к изучению физики, что нужно сделать для осознания ими важности этой науки для человека любой профессии? По нашему мнению, проблема кроется в методике преподавания физики. Есть противоречие между необходимостью использования образовательно-воспитательного потенциала предмета физики и недостаточным использованием методических возможностей. Данное противоречие явилось основой к постановке проблемы: выявление возможностей межпредметных связей в преподавании физики в старших классах.

Целью данной работы является: показать, что наличие межпредметной связи химии в физике- это прежде всего мультипликативность, иными словами совместимость данных предметов приводит к оптимизации часов, что в свою очередь даёт положительные результаты для углублённого изучения материла и качества знаний учащихся.

Проблема межпредметных связей в обучении изучалась многими учёными. К примеру: Это идеи, положения, выводы Я.А.Коменского, И.Г.Песталоции. Значение межпредметных связей обосновывали В.Ф. Одоевский, К.Д.Ушинский и другие педагоги. В советское время много внимания межпредметным связям уделяла Н. К. Крупская [2]. Так же российские учёные (Зверев И.Д., Максимова М.Н, Попова О.Н.) и казахстанские учёные-педагоги (Бейсенбаева А.А, Шолпанкулова Г.К.)

На основе анализа литературных источников, под понимаем, что *Межпредметные связи – это педагогическая категория, интегрирующая связь между предметами, отражающихся в* *содержании, формах и методах учебно- воспитательного процесса* [3].

При наличии межпредметных связей, наука предстаёт перед учащимися не только как система знаний, но и как система методов. К тому же приводит к оптимизации времени учебного материала.

Предмет дидактики – это есть взаимодействие деятельностей учителя и учеников. На каком уровне дидактической группы межпредметные взаимосвязи будут гарантировать отдачу данного взаимодействия в практике изучения. То и на такой группе считаются взгляды изучения. Это даёт широко разглядывать, учить прецеденты и действа, говорить их с разной точки зрения рассмотрения науки, выявляя своеобразие отдельных их сторон, в наполненном размере открывать повальную связь явлений, показывать студентам растущее взаимопроникновение наук и тем наиболее снабдить систематизацию познаний воспитанников.

Использование связей между предметами в их различных видах показывает, как можно гибко варьировать содержание и методы предметного обучения, сохраняя при этом специфику отдельных учебных предметов. Межпредметные связи помогают выделить общие идейные основы науки в целом [4].

При рассмотрении физики, а именно раздела молекулярной физики, проявляется связь с предметом химии. И проявляется она в двух направлениях: 1) внедрение приобретённых знаний, по изученным материалам химии (база основных положений молекулярно-кинетической теории. 2) Пополнение уже имеющихся знаний о молекулярной физике в целом рядом фактических сведений, приобретаемых из химии.

Основой молекулярной физики является представление об атомно-молекулярном строении материи, которое помогает объяснить макроскопические свойства вещества в различных агрегатных состояниях и закономерности перехода веществ из одного состояния в другое. Химия - это наука, исследующая внутренний состав вещества. Отсюда видно, что в молекулярной физике, и химии за основу взяты строение и свойства вещества, однако в химии акцент уделяется влиянию состава строения вещества на его химические свойства, а в молекулярной физике разумеется на физические свойства вещества.

В связи с этим возникает необходимость рассмотрения вопроса взаимосвязи молекулярной физики и химии в курсе средней школы [5].

Внедрение познаний учащихся, приобретённых с курса химии при рассмотрении общих вопросов молекулярно-кинетической теории, дало вероятность не только облегчить понимание многих вопросов из предмета физики, но и пополнить их в некоторых аспектах. Знания об атомно-молекулярном строении вещества позволило определить характер движения этих молекул и привнести поправку, характеризующую зависимость физических свойства от атомного состава его молекул. Использовав закон Авогадро и метод определения состава воздуха, мы можем обосновать верность закона Дальтона. Как мы знаем из предмета химии в состав воздуха входит смесь газов, азот (78%) и кислород (21%). Так как, газы, наполняющие, определённый объем, распределены умеренно.Следствием чего является, что общее давление газа на стенки, сосуда - следствие ударов молекул газовой смеси. Разумеется, методичное устранение компонентов смеси обязано быть сопровождаемым убавлением давления в сосуде. Воспользовавшись экспериментом определения состава воздуха способом сжигания красного фосфора в сосуде, соединённом с манометром, можно определить, какую часть, объёма воздуха в сосуде занимал кислород, и какое давление он создавал в данном сосуде, т.е. Парциальное давление кислорода.

Пояснив закон Дальтона возможно его объяснить на базе молекулярной теории, взяв за базу закон Авогадро. Так как давление газа при неизменной температуре зависит только от числа молекул в единице объёма, то при удалении части молекул из данного объёма давление газа должно уменьшиться. Но такое же уменьшение давления может быть получено за счёт удаления такого же числа молекул другого, газа, что подтверждается законом Авогадро.

Независимо от способа вывода основного уравнения кинетической теории газов и уравнения Менделеева–Клапейрона, учащимся необходимо хорошо знать закон Авогадро, число Авогадро, иметь представление о молекулярной массе и методах его определения, знать соотношения между объёмом, массой и молекулярным весом газа при нормальных условиях. Предварительное повторение этих понятий в определённой степени облегчит вывод основных соотношение молекулярной физики [6].

Внедрение этих данных из курса химии в курс физики помогает раскрыть физическую сущность универсальной газовой постоянной (R), постоянной Больцмана (К), значительно упростить вывод основного уравнения кинетической теория газа, формулу средней квадратичной скорости движения молекул газа выведенной из основного уравнения кинетической теории газа.

В такой теме как: «Основные положения молекулярно-кинетической теории» при рассмотрении способов нахождения массы и размеров молекул нужно больше сконцентрироваться на знаниях, приобретённые учениками из курса химии. Это приводит к оптимизации учебного времени. При рассмотрении в 10 классе взаимодействия атомов и молекул, а также физических свойств твёрдых тел и жидкостей нужно уделить особое внимание видам химической связи, известным учащимся из курса химии 9 классе, т.к. этот материал в дальнейшем употребляется при прохождении таких тем, как проводников и диэлектриков, электрического тока в газах, жидкостях и сплавах при прохождении электрических свойств полупроводников и остальных вопросов физики. При данном изложение видов химической связи на уроках физики должно быть не простым повторением изученного в химии, а определённым дополнением и углублением знаний, учащихся в этой области.

В металлических телах есть связь, которая отличается от ионной и ковалентной связей, названная металлической. Ученикам знают, что валентные электроны в атомах металла имеют слабую связь с ядром. А атомы металла в твёрдом состоянии тела находятся близко и валентные электроны обретают склонность оставлять атом и свободно перемещаться. Образовавшиеся положительные ионы металла стягиваются блуждающими между ними электронами [7].

Объяснение видов химической связи на уроках физики на базе знаний, известных учащимся из химии, позволяет значительно расширить знания, учащихся о внутреннем строении физического тела, изложить зависимость физических свойств от его структуры.

Главная идея состоит в том, чтобы на уроках химии была показана вся физическая сущность, заложенной программой физико-химических процессов.

Поэтому многие разделы химии могут содействовать расширению и углублению знаний, учащихся по молекулярной физике разъяснением механизма агрегатных превращений, установлением влияния примесных компонентов в смесях на точку кипения, плавления и температуру кристаллизации различных веществ и т.п.[8].

Конечно, ещё не существует чётко разработанной системы межпредметной связи физики и химии. Существующие программы и учебники не приспособлены для их реализации. Однако, исходя из данных материалов собирать материал и устанавливать параллели между двумя предметами, тем самым, создавая нужную оптимизацию в плане преподавания физики и химии. В таблице, опираясь на статью Горбылевой Т.М., провели параллель касательно тем о молекулярно-кинетической теории. [9].

Таблица 1. Смежные темы физики и химии на основе межпрежметных связей

Класс	Физика	Химия
10	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основы термодинамики. Строение и свойства твёрдых тел и жидкостей. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Температура – мера средней кинетической энергии молекул. Броуновское движение. Взаимодействие атомов и молекул в веществе. Электрическое и магнитное поля. Потенциал. Электромагнитная индукция. Электрический ток в металлах и электролитах.	Предварительные темы МПС: Химия 8, 9 класс. Строение атома и периодический закон. Химия 8, 9 класс. Основные понятия и законы химия (моль вещества, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро и др.) Закон Дальтона. Химическая связь (ковалентная, ионная и металлическая связь, межмолекулярное взаимодействие, диполь, молекулярное и немолекулярное строение вещества, атомные, молекулярные, ионные и металлические кристаллы) Растворы (электролиты, неэлектролиты, анион, катион, ионная реакция). Металлы: электронное строение атомов металлов, металлический кристалл, физические и химические свойства металлов.

В данной статье мы попытались показать применение методических особенностей, предназначенной для оптимизации часов и повышения качества знаний учащихся в системе среднего образования, путём соотношения физики и химии на примере основных положений молекулярно -

кинетической теории в газах.

Основные положения нашего исследования заключаются в следующем:

– изучение учебного материала (молекулярно-кинетической теории (МКТ) в газах) на основе пересечения смежных тем физики и химии, то есть, интегрирования их содержания на базе межпредметной связи;

– использования принципа связи ранее изученного материала по химии с новым учебным материалом по разделу молекулярной физики;

– реализация интегрированного учебного материала связана с отбором форм, методов;

– результатом такого подхода явится оптимизация (время, усиление мотивации, качество усвоения, знаний).

Из этого всего приведённого, можно сделать вывод, что межпредметная связь позволяет лучше и более конкретнее изъяснить материал. Ведь нельзя смотреть на вещи лишь с одной стороны, нужно рассматривать с разных сторон. Наличие пересечения смежных тем физики и химии, показывает необходимость в изучении данной тематики более обширно. Как на примере изложения материала физики с помощью химии. И мы считаем целесообразным изучение научно-педагогических исследований в русле рассмотренной темы. Так как, межпредметная связь позволяет не только оптимизировать в плане удобства изложения материала, но и стимулированию, заинтересованности со стороны учеников, что является главным критерием в процессе образования.

Список использованной литературы:

1 *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Выпуск 1. Современная наука о природе. Законы механики. Выпуск 2. Пространство. Время. Движение (издание 5) -2004 г.- 55с.*

2 *Афанасьева И. А. Выявление взаимосвязи между школьными предметами и возможности реализации межпредметных связей на уроках технологии. - М., Первое сентября. - 2013 г.- С.12-22.*

3 *http://www.grandeducator.ru/gamivs-197-1.html*

4 *Федорова В.Н., Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи. - М., Педагогика. - 1972. 233с.*

5 *Демидов В.А. Нестандартные задачи по химии. 9-11 классы. - М., Первое сентября. - 2004. -.186с.*

6 *Lewy A. Planning the school curriculum. Paris. - 1977 .-177с.*

7 *Янцен В.Н. Межпредметные связи на опыте преподавания физики во взаимосвязи с химией в средней школе. - М., Просвещение. - 2010. .- 52с.*

8 *Янцен В.Н. Взаимосвязь физики с химией при изучении вопроса молекулярной химии. - М., Просвещение. - 2011. – 63с.*

9 *Горбылева Т.М. из статьи «Межпредметные связи физики и химии, как одно из средств формирования мотивации учащихся».*

УДК 538.915
ГРНТИ 29.19.24

Л.Н. Мясникова[1], *Н.Н. Жантурина*[2],
А.А. Бармина[3], *Д.М. Сергеев*[4]

[1] *к.ф.-м.н., доцент Актюбинского регионального государственного университета им. К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан*

[2] *PhD, старший преподаватель Актюбинского регионального государственного университета им. К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан*

[3] *к.ф.-м.н., старший преподаватель Актюбинского регионального государственного университета им. К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан*

[4] *к.ф.-м.н., научный сотрудник научного центра «Радиационная физика материалов» при Актюбинском региональном государственном университете им. К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан*

ОСОБЕННОСТИ РЕЛАКСАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В КРИСТАЛЛЕ KCl-Na

Аннотация

В статье представлены результаты исследования особенностей релаксации электронных возбуждений в кристалле KCl-Na. В этом кристалле обнаружено усиление интенсивности рентгенолюминесценции при 2,8 эВ в интервале температур 140-240 К, когда свечение автолокализованного экситона является потушенным. Люминесценция с максимумом при 2,8 эВ также зарегистрирована в спектрах вспышки кристалла KCl-Na при фотовозбуждении в области спектра $F^{/}$- полосы поглощения, а также в спектрах термостимулированной люминесценции в температурном диапазоне 140-240 К, что свидетельствует о вкладе дырочно-рекомбинационной люминесценции, при термическом разрушении V_k(Na) – центра с электронными центрами окраски. По энергии активации сделан вывод, что свечение при 2,8 эВ соответствует сборке электронно-дырочных пар, поскольку с увеличением температуры свободный пробег дырки увеличивается. Примеси с легким катионом гомологом (Na) являются возмущающим фактором для возникновения экситоноподобного электронного возбуждения в щелочногалоидных кристаллах.

Ключевые слова: электронные возбуждения, экситон, электрон-дырочная пара, спектр вспышки, температура, катион-гомолог малого радиуса

Аңдатпа

Л.Н. Мясникова[1], Н.Н. Жантурина[2],
А.А. Бармина[3], Д.М. Сергеев[4]

KCL-NA КРИСТАЛЫНДА ЭЛЕКТРОНДЫ ҚОЗУЛАРДЫҢ РЕЛАКСАЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

[1] ф.-м.ғ.к., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің доценті,
Актобе қ., Қазақстан
[2] PhD, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің аға оқытушысы,
Актобе қ., Қазақстан
[3] ф.-м.ғ.к., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің аға оқытушысы,
Актобе қ., Қазақстан
[4] ф.-м.ғ.к., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, «Материалдардың радиациялық физикасы» ғылыми орталығының ғылыми қызметкері, Актобе қ., Қазақстан

Мақалада KCl-Na кристалында электрондық қозулардың релаксациясының зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл кристалда 140-240 температуралар интервалында өздігінен қармалған экситон жарық шығаруы өшірілген кездегі 2,8 эВ маңындағы рентгенлюминесценциясының интенсивтілігінің артуы тіркелген. 2,8 эВ маңындағы люминесценция KCl-Na кристалының $F^{/}$- жолақ аймағында фотоқоздыру кезінде жарқырау спектрлерінде, 140-240 К температуралар интервалындағы термостимульденген люминесценция V_k(Na) –центрінің электронды бояу орталықтарымен бірге термиялық құруы кезінде тіркелген. Бұл кемтіктік рекомбинациялық люминесценцияның салымы туралы мәлімдейді. Активация энергиясы бойынша 2,8 эВ маңындағы люмиенсценция электрон-кемтіктік жұптардың жинақталуымен түсіндірілген, себебі температура артқан сайын кемтіктің еркін жүгіру жолы артады. Сілтілі галоидты кристалдардағы жеңіл катион гомологы (Na) бар қоспалар экситон секілді электрондық қозу пайда болу үшін ұйытқу факторы болып келеді.

Түйін сөздер: электрондық қозулар, экситон, электрон-кемтіктік жұп, жарқырау спектрі, температура, кіші радиусты катион-гомолог

Abstract

THE PECULIARITIES OF ELECTRONIC EXCITATIONS RELAXATION IN KCL-NA CRYSTAL

Myasnikova L.N.[1], Zhanturina N.N.[2],
Barmina A.A.[3], Sergeyev D.M.[4]
[1] Cand. Sci. (Math-Phys), Associate Professor of the K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
[2] PhD, Senior Lecturer of the K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
[3] Cand. Sci. (Math-Phys), Senior Lecturer of the K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
[4] Cand. Sci. (Math-Phys), Scientific Officer of the Scientific Center “Radiation Physica of Materials” at K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

The paper presents the results of an investigation of the relaxation features of electronic excitations in KCl-Na crystal. In this crystal, an increase in the intensity of X-ray luminescence at 2.8 eV was observed in the temperature interval 140-240 K, when the emission of an self-trapped exciton is quenched. Luminescence with a maximum at 2.8 eV was also recorded in the spectra of the KCl-Na crystal flash during photoexcitation in the region of the $F^{/}$-absorption spectrum, and also in the spectra of thermally stimulated luminescence in the temperature range 140-240 K, which indicates the contribution of hole-recombination luminescence, with the thermal destruction of the V_k(Na) - center with electronic color centers. From the activation energy, it was concluded that the luminescence at 2.8 eV corresponds to the assembly of electron-hole pairs, since the free path of the hole increases with increasing temperature. Impurities with a light cation homologue (Na) are a perturbing factor for the appearance of exciton-like electronic excitation in alkalihalide crystals.

Key words: electronic excitations, exciton, electron-hole pair, flash spectra, temperature, cation-homologue of small radius

При исследовании электронных возбуждений (ЭВ), возникающих в щелочногалоидных кристаллах (ЩГК) с примесями катион-гомологов малого радиуса при воздействии излучения выявляются специфические особенности их оптических характеристик в различном интервале температур. Экситоны и электронно-дырочные пары, локализованные около примесей катионов-гомологов малого радиуса являются возмущающим фактором излучательной и безызлучательной релаксации электронных возбуждений с образованием радиационных дефектов. Дефектность всегда содержится в реальных кристаллах, в которых сохраняются остаточные примеси. Например, в кристаллах KCl всегда присутствуют примесные катионы Na^+, Rb^+ и примесные анионы F^-, Br^-, I^-. На практике в используемые материалы вводят те или иные дефекты для достижения нужных свойств. Для изучения процессов радиационного дефектообразования при распаде околопримесных экситонов большой интерес представляет выделение спектральных областей, соответствующих созданию электронных возбуждений непосредственно около примесей при поглощении фотонов [1].

При энергиях возбуждений, превышающих ширину запрещенной зоны создаются преимущественно свободные электроны и дырки, при оптическом возбуждении – экситоны. Собственные электронные возбуждения способны мигрировать на значительные расстояния, при этом заключительным этапом является их локализация в ненарушенных участках решетки, в околодефектных областях, в результате чего происходит перезарядка или возбуждение последних. Миграция электронного возбуждения может приводить к тому, что он оказывается в поле вазимодействия с дефектом. При этом происходит захват электронных возбуждений (e^+, e^-, экситонов) дефектов, одними из возможных последствий которого является возбуждение центра свечения путем последовательного захвата e^+ и e^- или e^- и e^+, экситона; локализация в поле примеси с образованием автолокализованного экситона. Причину захвата электронов или дырок дефектами объясняют сродством к электрону. Одной из основных причин избирательной локализации ЭВ в области иона примеси может быть деформация решетки, которая возникает из-за отличия от размеров частиц матрицы. Деформационное искажение решетки, обуславливающее появление потенциального рельефа в радиусе нескольких постоянных решетки, приводит к изменению условий для миграции электронных возбуждений в кристалле. Дырка или электрон в поле примесного иона локализуется в одном из минимумов этого созданного потенциального рельефа. Локализованные на дефекте электрон или дырка инициируют притяжение в эту область заряда противоположного знака, таким образом, в процессе их рекомбинации создается автолокализованный экситон.

Для исследования влияния примесей катионов-гомологов малого размера на радиационное дефектообразование в катионной подрешетке нами было проведено изучение спектров рентгенолюминесценции (РЛ) кристаллов KCl высокой чистоты и кристаллов KCl-Na с целью дальнейшего изучения характеристик околопримесных возбуждений и получения информации о механизмах передачи энергии от матрицы к катионным примесям при Х-облучении кристаллов при 80 К [2].

Для кристаллов KCl хорошо изучено свечение автолокализованного экситона при энергии возбуждения 7,77 эВ и с максимумом полосы при 2,3 эВ (Рисунок 1 (а, б)), которое претерпевает температурное тушение при температурах около 50 К (Рисунок 1 (с)). В литературе мало данных о РЛ высокочистых кристаллов KCl при температурах 80 К и выше. При этих температурах приблизительно на 3 порядка потушено свечение АЛЭ [3], по сравнению с его излучением при 4,2 К и более реально выделение в рентгенолюминесценции свечений, обусловленных примесями и дефектами.

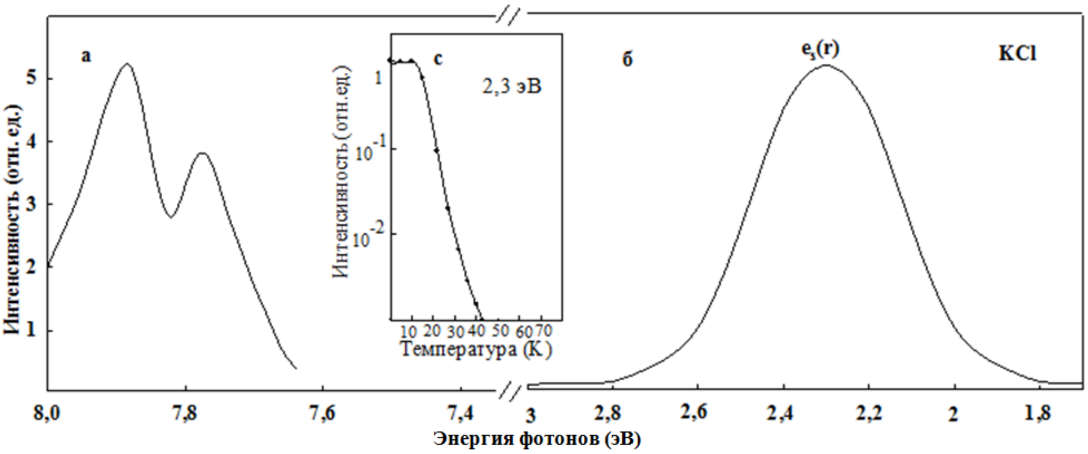


Рисунок 1. Спектры возбуждения (а) люминесценции, спектры излучения (б), температурная зависимость свечения при 2,3 эВ (с) в кристалле KCl

В спектрах ренгенолюминесценции кристалла KCl-Na зарегистрировано усиление люминесценции автолокализованного экситона с максимумом 2,8 эВ, возникающее при энергии возбуждения 7,62 эВ (Рисунок 2 (а, б) в области температур $80 \rightarrow 300$ К, когда полностью тушится свечение экситона около натрия $e_s^0(Na)$ (Рисунок 2(с)). Люминесценция с максимумом при 2,8 эВ также зарегистрирована:

- в спектрах вспышки кристалла KCl-Na при фотовозбуждении в области спектра $F^/$- полосы поглощения после предварительного облучения рентгеновскими лучами при 80 К (Рисунок 3);
- в спектрах термостимулированной люминесценции в температурном диапазоне 140-240 К, что свидетельствует о вкладе дырочно-рекомбинационной люминесценции при термическом разрушении V_k (Na) – центра с электронными центрами окраски (Рисунок 4).

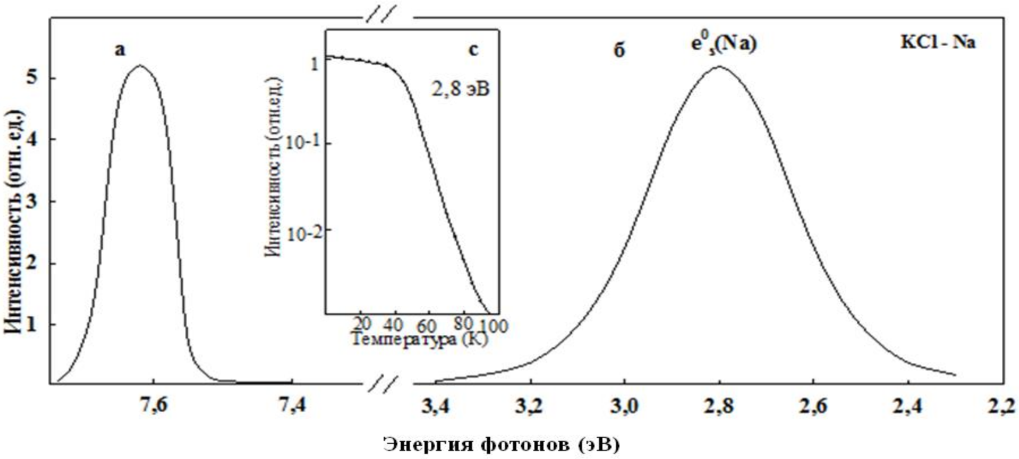


Рисунок 2. Спектры возбуждения (а) люминесценции, спектры излучения (б), температурная зависимость свечения при 2,3 эВ (с) в кристалле KCl-Na

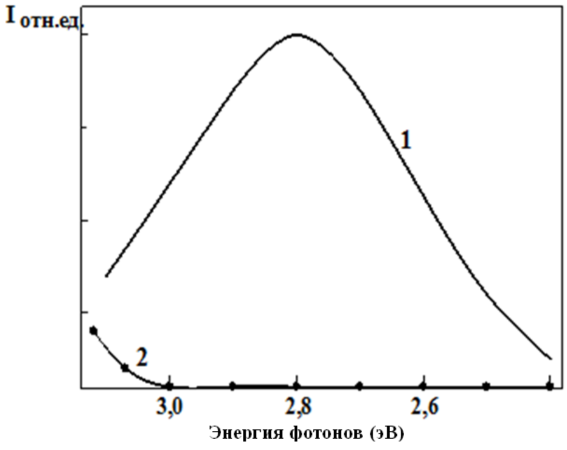


Рисунок 3. Спектр вспышки при 80 К при подсветке в $F^/$-полосе кристаллов KCl-Na (1) и KCl (2) после предварительного облучения 10 мин. при 80 К (18 мА, 42 кВ)

Это явление трудно поддается интерпретации автолокализацией только свободных экситонов, поскольку:

- во-первых, данная интерпретация имеет место для ЩГК, имеющих достаточно длинный пробег свободных экситонов до автолокализации (например, для KI при 80 К - 350 *а*, где *а* – постоянная решетки). Для кристалла KCl при 80 К длина пробега свободных экситонов составляет всего лишь 2*а*. Это означает, что в KCl при 80 К практически все свободные экситоны переходят в автолокализованное состояние. В теоретическом плане вероятность излучательной аннигиляции автолокализованных экситонов в ЩГК при одноосной деформации интерпретирована на базе континуальной модели за счет понижения потенциального барьера между квазисвободным и автолокализованным состояниями экситонов. По-видимому, данная интерпретация имеет место при тех температурах ($4{,}2 \rightarrow 80$ К), при которых существует потенциальный барьер для автолокализации свободных экситонов, так как с ростом температуры возрастает число экситонов, переходящих в автолокализованное состояние [4];

- во-вторых, в ЩГК рентгеновский квант до 90% создает электронно-дырочные пары, а не свободные экситоны, как в случае селективного фотовозбуждения в вакуумно-ультрафиолетовой области спектра, соответствующего созданию одногалоидных экситонов. Преимущество рентгеновского возбуждения заключается в том, что при этом электронное возбуждение создается в объеме кристалла, а не в тонком слое как при фотовозбуждении.

Полоса излучения при 2,8 эВ усиливается по интенсивности, начиная с температур в районе 120 К, при которых еще отсутствует прыжковая диффузия V_k– центров (Рисунок 4).

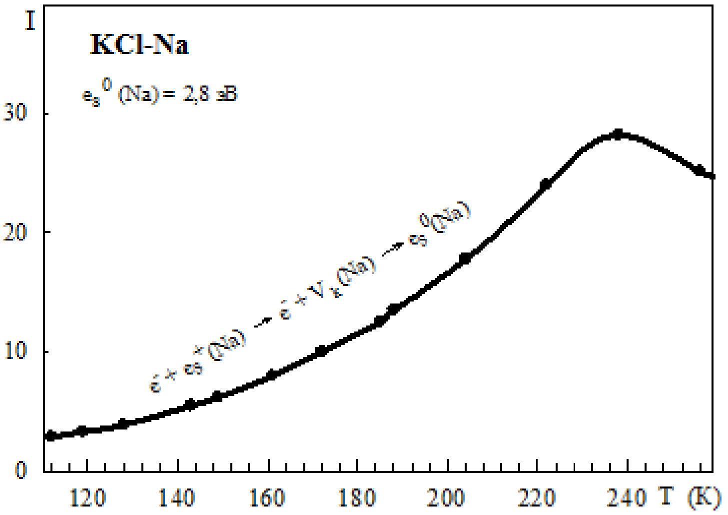


Рисунок 4. Температурная зависимость интенсивности полосы рентгенолюминесценции при 2,8 эВ кристалла KCl-Na

По линейному участку нарастания люминесценции 2,8 эВ в интервале температур 140→240 К оценена энергия активации (60 мэВ), что на порядок меньше энергии (0,54 эВ) прыжковой диффузии V_k– центров в KCl. Расчет энергии активации проведен по формуле Мотта для температурного тушения люминесценции [5].

Предполагается, что энергия активации (60 мэВ) нарастания люминесценции 2,8 эВ связана с наличием потенциального барьера для сборки автолокализованнойдырки в поле натрия с электроном для перехода в состояния автолокализованного экситона:

$$e_s^+(Na) + e^- \rightarrow e_s^0(Na).$$

При температурах выше 120 К V_k–центры становятся подвижными за счет прыжковой диффузии и увеличивается вероятность их захвата на ионах примеси с образованием автолокализованных дырок. При рекомбинации электронов с автолокализованными дырками происходит сборка электронно-дырочной пары с последующим переходом в состояние автолокализованного экситона.

По данным [6] длина свободного пробега дырок до автолокализации в щелочногалоидных кристаллах составляет 10-100*a*, то есть намного превышает длину свободного пробега экситонов. В KCl-Na при концентрации примеси $2 \cdot 10^{-5}$ среднее расстояние между ионами примеси в решетке составляет□ 40*a* и образование околонатриевого экситона при облучении при 80 К можно ожидать за счет миграции горячих дырок.

Низкотемпературная деформация увеличивает вероятность автолокализации дырок, что приведет к резкому снижению люминесценции 2,8 эВ.

Таким образом, при низкотемпературной упругой деформации усиление собственной люминесценции в кристалле KClв интервале температур 80-300 К объясняется сборкой автолокализованной дырки в поле натрия с электроном.

Работа выполнена при поддержке гранта ОФ “Фонда Совета молодых ученых” Актюбинской области.

Список использованной литературы:

1 Лисицын В.М. Радиационная физика твердого тела. – Томск: Изд. Томского политехн. университета, 2008. – 172 с.

2 Shunkeyev K., Sergeyev D., Myasnikova L., Barmina A., Shunkeyev S., Zhanturina N., Aimaganbetova Z. Vacancy Dipole Currents of Thermostimulated Depolarization in a Plastically Deformed KCl Crystal //Russian Physics Journal. – 2014. – Vol. 57, №. 4. – P. 451– 458.

3 Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. – М.: Наука, 1989. – 263 с.

4 Shunkeyev K.Sh., Zhanturina N.N., Aimaganbetova Z.K., Barmina A.A., Myasnikova L., Sagymbaeva Sh.Zh., Sergeyev D.M. The specifics of radiative annihilation of self-trapped excitons in a KI-Tl crystal under low-temperature deformation // Low temperature physics. – 2016. – Vol. 42. – №7. – P. 580-583.

5 Zhanturina N., Shunkeyev K. Rate of the exciton self-trapping in KI and RbI at different temperatures // Journal of Physics: Conference Series. – 2012. V. 400. 052045.

6 Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочногалоидных кристаллов. – Рига: Зинатне, – 1979. – 251 с.

УДК 528.8(15):629.78
ГРНТИ 89.57.21

З.Б. Ракишева [1], К.К. Кусембаева [2]

[1]к.ф.-м.н., профессор кафедры механики, КазНУ им. аль-Фараби,
г.Алматы, Казахстан
[2] PhD докторант кафедры механики, КазНУ им. аль-Фараби,
г.Алматы, Казахстан

О ЗАДАЧЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛНОВОГО КЛИМАТА КАСПИЙСКОГО МОРЯ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОЙ АЛЬТИМЕТРИИ

Аннотация

Спутниковая альтиметрия – один из методов дистанционного зондирования Земли, который в последние годы с успехом применяется для исследования водоемов. Суть метода заключается в измерении высоты спутника относительно поверхности Земли по времени прохождения сигнала, посылаемого и получаемого после отражения от поверхности спутником.

Каспийское море является внутренним водоемом и методы исследования волнового климата, предлагаемые для открытых водоемов, для него неприменимы. В статье проведен обзор существующих на сегодня исследований волнового климата прибрежными странами при помощи спутниковой альтиметрии. Ставятся задачи изучения волнового климата Каспийского моря на основе разработанной технологии для Балтийского моря, которое также является внутренним морем.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, спутниковая альтиметрия, Каспийское море, закрытый водоем, волновой климат, технология волнового климата.

Аңдатпа

З.Б. Ракишева [1], К.К. Кусембаева [2]

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ТОЛҚЫН КЛИМАТЫН СЕРІКТІК АЛЬТИМЕТРИЯ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ ЕСЕБІ

[1]ф.-м.ғ.к., механика кафедрасының профессоры, әл-Фараби ат. ҚазҰУ, Алматы қ., Қазақстан
[2] PhD докторант, механика-математика факультеті, әл-Фараби ат. ҚазҰУ, Алматы қ., Қазақстан

Серіктік альтиметрия – соңғы жылдары су қоймаларын зерттеуде кеңінен қолданылатын Жерді қашықтықтан басқару әдістерінің бірі. Әдістің негізі Серік бетінен жіберілетін және қайтып алынатын сигналдың жүру уақыты бойынша Жер бетіне қатысты серіктің биіктігін өлшеу болып табылады.

Каспий теңізі жабық түрдегі су қоймасы болып табылады және толқын климатын зерттеу әдістері ашық су қоймаларын зерттеу әдістерінен өзгеше болады. Мақалада жағалаудағы мемлекеттердің бүгінгі күнгі серіктік альтиметрия көмегімен толқын климатын зерттеу нәтижелеріне шолу жасалған. Жабық су қоймасы болғандықтан, Балтық теңізі үшін құрастырылған технология негізінде Каспий теңізінің толқын климатын зерттеу мәселесі қойылуда.

Түйін сөздер: Жерді қашықтықтан басқару, серіктік альтиметрия, Каспий теңізі, жабық су қоймасы, толқын климаты, толқын климаты технологиясы.

Abstract

ON THE PROBLEM OF THE WAVE CLIMATE STUDY OF THE CASPIAN SEA BY A SATELLITE ALTIMETRY

Z.B.Rakisheva [1]*, K.K.Kussembayeva* [2]
[1]*cand. of phys.-math.sciences, prof. of Department on Mechanics, al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan*
[2] *PhD student of Department on Mechanics, al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan*

Satellite altimetry is one of the methods of the Earth remote sensing, which in recent years has been successfully applied to the study of water bodies. The method essence consists in measuring the height of the satellite relative to the Earth surface according to the time of passage of the signal sent and received after reflection from the surface by a satellite.

The Caspian Sea is an inland water body and methods for studying the wave climate proposed for open reservoirs are inapplicable for it. The article reviews the existing studies of the wave climate by the coastal countries using satellite altimetry. The tasks of studying the wave climate of the Caspian Sea are formulated on the basis of the developed technology for the Baltic Sea, which is also an inland sea.

Key words: the Earth remote sensing, satellite altimetry, the Caspian Sea, the inland water body, wave climate, the wave climate technology.

Море – это часть Мирового океана, обособленная сушей или возвышениями подводного рельефа. Существует два вида морей: внутренние (закрытые) моря – моря с ограниченным водообменом с Мировым океаном и окраинные моря (открытые) – со свободным сообщением с Мировым океаном. Для освоения морей человеку необходимо знание волнового климата водоема, включающего такие понятия, как скорость ветра, амплитуда скорости приводного ветра, высота волн над уровнем моря, давление воздуха, состояние подстилающей поверхности. Методы исследования волнового климата для открытых и закрытых водоемов существенно различаются: то, что применимо для открытых водоемов часто оказывается невозможным для применения к закрытым водоемам, и наоборот. Нас интересует задача изучения волнового климата Каспийского моря.

Каспий является внутренним морем, расположенным на границе Европы и Азии, далеко в глубине материка. Волны Каспийского моря омывают берега пяти прибрежных государств - Ирана, Азербайджана, Туркменистана, Казахстана и России. Это крупнейший замкнутый водоем мира, и полная изоляция от Мирового океана отличает его от внутренних и окраинных морей. Согласно [1], все остальные признаки водоема: размеры, глубины, особенности циркуляции вод и термохалинная структура (физические и химические особенности) – позволяют отнести его к типу глубоких внутренних морей.

Для прибрежных стран Каспийское море является важным экономическим объектом, включающим реализацию транспортных маршрутов, ведение рыболовства, наличие потенциальных минеральных ресурсов морского дна и более глубоких слоев. Также большое значение имеет экологическое состояние этого региона. Поэтому изучение волнового климата моря является важной задачей для всех прибрежных стран.

Географически водоем типично делится на Северный, Средний и Южный Каспий. Северная часть моря мелководна и имеет низкие береговые линии, имея глубину менее чем в восемь метров. Северный Каспий покрывает собой площадь в 61,408 квадратных километров. С другой стороны, Средний Каспий имеет площадь в 85,200 квадратных километров, при наличии самой малой глубины в 95-130 метров. Южный Каспий - впадина площадью в 92,112 квадратных километров - имеет наибольшую глубину, а также и самые крупные и наиболее продуктивные нефтяные и газовые месторождения. Озеро, по форме напоминающее латинскую букву S, имеет длину приблизительно 1200 км, а его ширина колеблется от 195 до 435 км. На востоке Каспий примыкает к соленому озеру Кара Богаз Гол [2].

Под юрисдикцией Казахстана находятся мелководные северная и северо-восточная части моря. Сферы морской жизнедеятельности, такие как рыболовство, морское судоходство, разведка, добыча полезных ископаемых, строительство технических сооружений нуждаются в подробных изучениях и исследованиях характеристик поверхностных волн в море. Особенно важными для практического использования являются прогноз ветрового волнения и оценка экстремальных волн, подвергающих опасности рыболовство, мореплавание, разрушение морской и прибрежной инфраструктуры. Для получения более точных, достоверных прогнозов необходимо подробное знание климатических характеристик ветровых волнений [3].

Ветровые волны являются основным фактором, который формирует берега внутренних морей. Это типично для прибрежных районов, где колебания уровня воды, вызванные приливами, незначительны или отсутствуют. Свойства волн в таких водоемах обычно имеют обширную пространственно-временную изменчивость и волновой климат может сильно отличаться в разных районах моря. Хотя свойства волн обычно соответствуют основным ветровым характеристикам, отсутствие измерений ветра и волн во многих водоемах делает очень сложным для понимания и предсказания различные виды нагрузок на побережье, вызванные волнами, или волновые условия вдоль основных навигационных линий.

Изменение параметров моря по причине интенсивной добычи природных ресурсов повлекли за собой обострение экологических проблем, привели к возникновению потенциальной угрозы подтопления прибрежных зон. Поэтому необходимы прогнозы дальнейших изменений, которые осуществляются путем постоянного мониторинга изменчивости уровня Каспия.

Помимо инструментальных измерений скоростей течений и результатов математического моделирования, в последнее время для решения данной задачи активно используются данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Спутниковая альтиметрия - это измерение высоты спутника относительно поверхности Земли по времени прохождения сигнала, посылаемого и получаемого после отражения от поверхности спутником. Этим методом широко пользуются в геодезии, геологии, географии, океанологии и т.д. В основном альтиметрия служит для решения геодезических и гравиметрических задач, а именно - для определения гравитационного поля Земли и уточнения модели геоида [4]. Но в случае исследования водоемов спутниковая альтиметрия дает цифровую величину высоты морской поверхности (ВМП), что позволяет исследовать изменчивость динамики Каспийского моря с высокой точностью [1]. Также возможности спутниковой альтиметрии распространяются на изучение атмосферных явлений, морской метеорологии и влияния особенностей и условий океана на погоду. Данные альтиметрии позволяют вычислить высоту волн, скорости ветра в реальном времени (3-48 часов) и улучшить модели прогнозирования погоды путем ассимиляции этих данных [5]. Изучение высоты и скорости ветра сезонных, межгодовых изменений всего моря или отдельных частей возможны благодаря альтиметрическим данным. Кроме того, альтиметрию используют для изучения ураганов путем измерения очень высоких волн и сильных ветров, а также ассимилируют их в реальном времени в некоторых моделях прогнозирования. Этим методом можно также определить температурные особенности, которые влияют на усиление штормов.

Спутниковая альтиметрия развивалась условно в три этапа [1]:

- первый этап: с 1974 по 1980 гг. Это были программы, связанные с потенциальной возможностью использования спутниковой альтиметрии в геодезии. В результате проведенных испытаний и обработки данных первых спутников (SKYLAB-4, GEOS-3, SEASAT), достигнута точность, при которой стало возможным использование данных спутниковой альтиметрии для решения таких задач как уточнение моделей гравитационного поля Земли, расчет параметров морских приливов, уточнение рельефа морского дна, динамика вод Мирового океана.

- второй этап: с 1985 по 1992 гг. Для решения геодезических программ и исследования возможностей применения спутниковых альтиметрических измерений в других науках - океанология, гляциология, гидрология - был проведен целенаправленный спутниковый эксперимент (GEOSAT, ГЕОИК). Геодезическая программа спутника GEOSAT была успешно выполнена, в результате совместно с данными предыдущих программ GEOS-3 и SEASAT удалось уточнить модель гравитационного поля Земли, рассчитать аномалии силы тяжести и уточнить рельеф дна Мирового океана.

- третий этап: с 1992 г. по сегодняшний день. Это спутники ERS-1/2, TOPEX/POSEIDON, GFO-1, GAFON-1/2, ENVISAT и т.д. - для исследования морской поверхности, спутники ICESAT, SRYOSAT-1/2 - для изучения земной поверхности. Появилась возможность постоянного мониторинга водной поверхности Мирового океана, окраинных и внутренних морей; также возможность изучения полярных льдов; поверхности Земли.

Спутниковая альтиметрия по праву заняла свое место среди методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Необходимость применения спутниковой альтиметрии в разных областях постоянно увеличивается.

На протяжении более 10 лет спутниковая альтиметрия успешно применяется для мониторинга изменения уровня различных водных объектов - внутренних морей, озер, рек, и, в последнее время - водно-болотных угодий. Временное разрешение измерений уровня воды составляет от 10 до 35 дней, и это зависит от орбитального цикла спутника. Точность альтиметрических измерений для континентальных водных объектов меньше, чем точность наземных измерений. Однако, спутниковая альтиметрия дает возможность производить в масштабе континентов крупномасштабные измерения, в том числе и для труднодоступных и удаленных районов. Несмотря на ряд ограничений, этот подход позволил значительно продвинуться в изучении ряда внутренних водных объектов. Особый интерес представляют засушливые и полузасушливые регионы, где вода представляет собой ценный экономический ресурс [6].

По Каспийскому морю прибрежные государства также начинают применять методы спутниковой альтиметрии.

Российские ученые в результате своих исследовательских работ построили современную карту средних скоростей ветра на всей акватории Каспийского моря за 1993-2015 гг.; выявили межгодовую и сезонную изменчивость скорости приводного ветра Каспийского моря со стороны Российской Федерации. Впервые на основе данных дистанционного зондирования было показано, что в Южном Каспии преобладает антициклоническая циркуляции вод, а в Северной и Средней части, как и в море в целом, - циклоническая; сезонная изменчивость завихренности поля среднемесячных скоростей течений в Южном Каспии находится в противофазе к изменениям в Северном и Среднем Каспии. Также с помощью спутниковой альтиметрии были получены другие метеорологические наблюдения [1].

Ученые Исламской Республики Иран, используя спутниковые данные в различных областях метеорологии и геодезии, исследовав влажность, температуру и химическое загрязнение атмосферы, а также изучив состояние Мирового океана, смоделировали формирование и устойчивость береговой зоны Иранского побережья Каспийского моря в условиях колебания уровня моря. Ими была проведена верификация значимых высот волн, рассчитанных по данным альтиметрических измерений; показана эффективность данного метода для мониторинга уровня и скорости приводного ветра, высот волн и динамики Каспийского моря с высоким пространственным и временным разрешением и т.д. [6].

Туркменистан осуществляет навигационную, гидрографическую и океанографическую деятельность в Каспийском море пока при помощи стандартных методов, без привлечения методов спутниковой альтиметрии [7].

Со стороны Азербайджана ведутся совместные исследования Института географии Национальной академии наук Азербайджана, Института геологических наук Национальной академии наук Украины и Института геофизики им. М. Нодия (Грузия) в рамках технологического проекта по развитию морских прогнозов в Черном и Каспийском морях. Основным направлением исследований является: расширение системы оперативных наблюдений в восточной части Черного моря и Каспийском море, в частности, наблюдений колебаний уровня моря, непрерывное наблюдение на платформах, включение в обработку данных от спутниковых альтиметрических наблюдений на Каспийском море и др. [8].

В рамках международного проекта ALTICORE (Altimetry for Coastal Regions) на Апшеронском побережье Каспийского моря установлена аппаратура спутниковой альтиметрии, которая в непрерывном режиме будет фиксировать и передавать данные на международные искусственные спутники об уровне моря и его состоянии (давление, температура, электропроводность и т.д.). В проекте принимают участие научные институты и центры Российской Федерации, Италии, Великобритании, Франции и Азербайджана [9].

В Казахстане Институтом ионосферы Национального центра космических исследований и технологий (НЦКИТ) ведется ряд исследований по Каспийскому морю. Основной задачей этих исследований является мониторинг деформационных процессов на месторождениях нефти и газа по данным радарной спутниковой съемки. Также по изучению Каспийского моря методами дистанционного зондирования Земли ведутся работы в Институте нефти и газа РК, Институте космических исследований им. академика У.А. Султангазина НЦКИТ, Каспийском университете, Атырауском институте нефти и газа, Атырауском государственном университете имени Х. Досмухамедова и др. Однако основным направлением данных работ являются задачи транспортировки нефти и возможных загрязнений.

Использование альтиметрических данных сделало возможным восстановить глубоко интересные пространственные закономерности волнового климата и выявить неожиданные особенности изменения климата [10]. Получаемые результаты имеют прямое применение для безопасности судоходства, проектирования морских и береговых инженерных сооружений, понимания и предотвращения эрозии береговой линии, а также для управления прибрежной зоной. Ограничения существующих данных спутниковой альтиметрии заключаются в том, что они не дают информации о направлении распространения волны. Однако современные спутниковые устройства имеют разрешение, которое дает возможность достоверно оценить высоту волны на расстоянии около 30 км от побережья в свободной ото льда области.

Задачами волновой динамики закрытых морей усиленно занимается группа ученых Эстонии. Ими разработана технология описания волнового климата для закрытых водоемов. Соответствующая технология была недавно разработана и испытана в бассейне Балтийского моря и дала интересные результаты, коррелирующие с результатами наблюдений. Были исследованы долговременные вариации свойств волн в Балтийском море и геострофический воздушный поток над этим водоемом [11].

Каспийское море так же, как и Балтийское море, является относительно небольшим и сезонно покрыто льдом. С другой стороны, частые сильные западные и юго-западные ветры могут создавать очень жесткие волновые условия в казахстанской части Каспийского моря, включая нефтяные месторождения Кашагана. Поэтому очень важно дать количественную оценку этих условий, в частности, оценить вероятность и серьезность наиболее опасных ситуаций. Наряду со стандартными приложениями волновых моделей, это возможно за счет использования данных спутниковой альтиметрии. Эти данные покрывают приблизительно 25 лет, с постепенным увеличением точности и разрешения в пространстве и времени.

Таким образом, представляется возможным разработать подобную технологию дистанционного зондирования для северной и северо-восточной части Каспийского моря, т.е. ставится задача применения технологии эстонских ученых для решения задачи определения волнового климата Каспийского моря с дальнейшим сравнением полученных результатов с результатами других авторов и с реальными наблюдениями. Для этого будут пересмотрены и обновлены по мере необходимости процедуры, разработанные для условий Балтийского моря. Это направление исследований также внесет свой вклад в развитие недорогих методик дистанционного наблюдения различных свойств и видов окружающей среды.

Список использованной литературы:

1 Лебедев С.А., Костяной А.Г., Лаврова О.Ю., Динамика Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т.12. - № 4. - С. 72-85.

2 Кроиссант М.П., Кроиссант С.М. Диспут о статусе Каспийского моря: перспективы Азербайджана // Кавказские Региональные Исследования. – Т 3, No1,1997,[Электрон.ресурс]URL: *http://poli.vub.ac.be/publi/crs/rus/03_01R.htm (дата обращения 20.04.2017 г.)*

3 Научная библиотека диссертаций и авторефератов. [Электрон.ресурс] URL: http://www.dissercat.com/content/instrumentalnye-nablyudeniya-za-polem-volneniya-v-tsentralnoi-chasti-kaspiiskogo-morya-s-pri#ixzz4f4KnAQuS/ (дата обращения 25.04.2017 г.)

4 Soomere T., Keevallik S. Anisotropy of moderate and strong winds in the Baltic proper // Oceanologia, 53 (1-TI), 2011. pp. 335–371

5 Атмосфера, ветер и волны. [Электрон.ресурс] URL: http://www.altimetry.info/thematic-use-cases/atmosphere-wind-waves / (дата обращения 25.04.2017 г.)

6 Иранский спутник "Навид" завершил свою миссию на орбите. // Вестник Кавказа - [Электрон.ресурс] ***URL****: http://vestikavkaza.ru/news/55212.html . /(дата обращения 23.04.2017 г.)*

*7 Туркменистан проводит исследования на Каспии. // Zehinli новости. - [Электрон.ресурс]****URL****: http://news.zehinli.info /(дата обращения 25.04.2017 г.)*

8 Официальный сайт института географии Республики ***Азербайджана.*** *- [Электрон.ресурс]* ***URL****: http://www.igaz.az/index.php/ru/2012-12-04-15-19-25/2012-12-04-15-19-55/669-niyy-t-protokolu /(дата обращения 24.04.2017 г.)*

9 В рамках международного проекта в районе апшеронского порта установлена аппаратура спутниковой альтиметрии // Интерфакус Азербайджан. - [Электрон.ресурс] ***URL****: http://interfax.az/view/422043 (дата обращения 23.04.2017 г.)*

10 Kudryavtseva N., Soomere T., Satellite altimetry reveals spatial patterns of variations in the Baltic Sea wave climate // Earth System Dynamics. - December 2016.

11 Крето Ж.-Ф., Кураев А., Папа Ф., Казенав А., Берже-Нгуйен М. // Изучение Аральского и Каспийского моря с помощью спутниковой альтиметрии, - Laboratory of Geophysical and Oceanographic Studies, France

УДК 621.3
ГРНТИ: 44.29.39

Н.Т. Рустамов [1], Б.К. Мейрбеков [2], Н. Мухамеджанов[3]

[1]д.т.н., профессор, Международный казахско-турецкий университет имени А.Яссави,
г. Туркестан, Казахстан
[2]магистрант по специальности «Физика» Международного казахско-турецкого университета
имени А.Яссави, г. Туркестан, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ФРАКТАЛЬНОГО КОЛЛЕКТОРА

Аннотация

В статье рассматривается принципиально новый солнечный коллектор конструированный по фрактальному принципу и методика определения коэффициента полезного действия (КПД) таких коллекторов. При этом, абсорберная площадь первичной фракты является дополнительным источником тепла для следующей фракты. За счет такой конструкции увеличивается производительность солнечного фрактального коллектора (ФСК). Приведена уравнения теплового баланса доказывающий эту концепцию. Это уравнение описывает основные физические процессы происходящий на ФСК с полимерными абсорверами. По результатам электро-тепловой модели, работающих в нестационарном тепловом режиме при нулевом расходе воды и минимуме солнечного света, решается уравнение теплового баланса ФСК.

В отличие от плоских солнечных коллекторов вводится понятие фрактальной размерности солнечного коллектора и на основе его оценивается КПД и эффективность работы ФСК.

Ключевые слова: фрактальный коллектор солнечной энергии, абсорбер из полимерных труб, коэффициент тепловых потерь, испытания в нестационарном режиме, площадь абсорбера, апертурная площадь.

Аңдатпа

Н.Т.Рустамов [1], Б.К.Мейрбеков [2], Н. Мухамеджанов[3]

ФРАКТАЛЬДІ КОЛЛЕКТОРДЫҢ ПАЙДАЛЫ ІС-ӘРЕКЕТ КОЭФФИЦИЕНТІН АНЫҚТАУ

[1]тех.ғ.д, А.Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің профессоры, Түркістан қ., Казахстан
[2]А.Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, «Физика» мамандығының магистранті,
Түркістан қ., Казахстан

Мақалада фракталдық қағидасы бойынша құрастырылым негізде жаңа күн коллекторы қаралады және мұндай коллекторлардың пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) анықтау әдісіне арналады. Бұл жағдайда, бастапқы фракталдардың сіңіру ауданы келесі фракталдар үшін жылудың қосымша көзі болып табылады. Мұндай құрастырылым арқасында күн коллекторы фракталының (ККФ) өнімділігі артады. Бұл тұжырымдаманы дәлелдейтін Жылу балансы теңдеуі келтірілген. Бұл теңдеу полимерлік сіңіргіш аппараты бар күн коллекторы фракталында (ККФ) болып жатқан негізгі физикалық үдерістерін суреттейді.Электрлі-жылулық үлгісі нәтижесінде, тұрақсыз жылу жағдайында нөлдік су тұтыну және төмен күн жарығында жұмыс істейтін күн коллекторы фракталының (ККФ) жылу балансы теңдеуі шешіледі.

Жазық күн коллекторлар айырмашылығымен күн коллекторының фракталдық өлшемділігі ұғымы енгізіліп және оның негізінде пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) мен күн коллекторы фракталының (ККФ) жұмыс тиімділігі бағаланады .

Abstract

DETERMINATION OF OUTPUT-INPUT RATIO OF FRACTAL COLLECTOR

Rustamov N.T.[1], Meirbekov B.K.[2]
[1]Dr. Sci. (Engineering), Professor of Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan
[2]Master's student by specialty of Physics, Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,
Turkestan, Kazakhstan

The article deals with in principle new solar collector designed by the fractal principle, as well as the method of definition of the efficiency (E) of such collectors. At the same time, the absorberny area of the primary fracta is a padding source of heat for the following fracta. At the expense of such design efficiency of the solar fractal collector (FSC) increases. It drives the equation of the heat balance, proving this concept. This equation describes the basic physical processes happening on FSC with the polymeric absorver. By results of the electro-thermal model, working in the nonstationary thermal conditions at the zero water discharge and a minimum of the sunlight, the equation of the heat balance of FSC is solved.

In contrast to the flat solar collectors is entered the concept of fractal dimension of the solar collector and on its basis is estimated the efficiency and overall performance of FSC.

Введение. Абсорберы солнечного излучения являются одним из основных элементов конструкции коллекторов, от которого зависят как энергетические, так и экономические показатели солнечных систем теплоснабжения. Применяемые в настоящее время конструкции абсорберов выполняются в большинстве коллекторов из металлов. При этом, как правило, применяются дорогие виды материалов – медь, нержавеющая сталь, реже – менее дорогие, например, аллюминиевые сплавы. Это удорожает коллекторы и увеличивает их вес. Возможности по снижению их стоимости практически исчерпаны. Создание конструкций, основанных на использовании полимерных материалов, является перспективным направлением дальнейшего развития низкотемпературных солнечных технологий [1,2] и позволяет конструировать фрактальных солнечных коллекторов (рис.1).

Конструкция солнечного нагревателя жидкости является фрактальной коллектор с абсорбером из полимерных материалов, выполненным в виде расположенных этажном подобных круговых труб на тарелочной апертурной площади (рис.1, *А*). *Апертурная площадь* **т**арелочной части такого коллектора служит отражателем прошедших через и мимо абсорверов солнечных лучей и сфокусирует эти лучи на первом фрактальном абсорвере это дает ФСК увеличит коэффициент полезного действия.

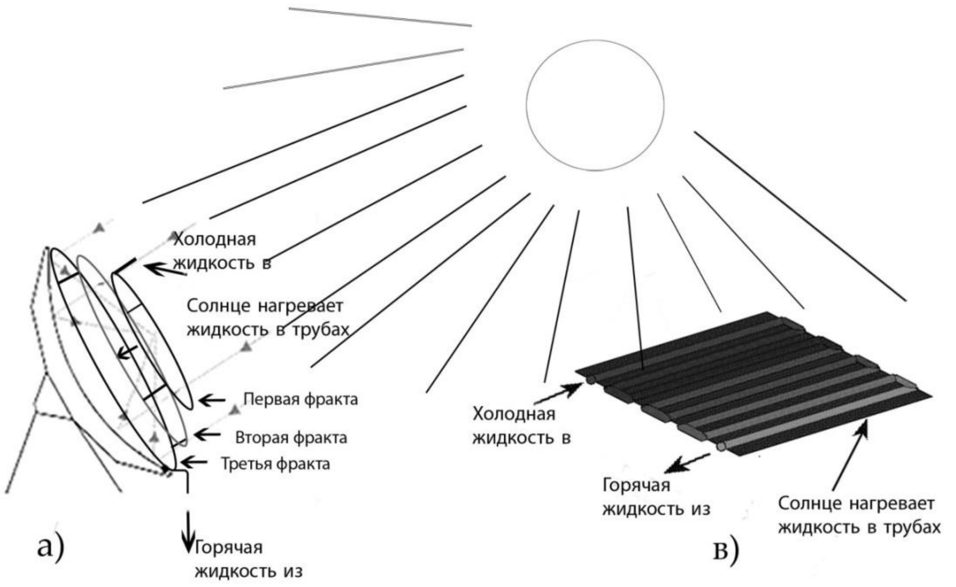


Рисунок 1. Общий вид фрактального А и плоского В солнечных коллекторов

С другой стороны, этот вид гелиоустановки представляет собой батарею параболических тарелочных зеркал (схожих формой со спутниковой тарелкой), которые фокусируют солнечную энергию на приемники, расположенные в фокусной точке каждой тарелки.

Целью работы является анализируя основные характеристики плоских солнечных коллекторов определить коэффициент полезного действия ФСК и оценить приведенной пропускательно-поглощательной способности фрактального коллектора.

Метод решение. Как известно в коллекторе падающее солнечное излучение преобразуется в теплоту, отводимую потоком теплоносителя (вода, антифриз, воздух и др.), протекающим по каналам поглощающей панели. Прозрачная изоляция снижает конвективные и лучистые потери теплоты от поглощающей панели в атмосферу, вследствие чего возрастает теплопроизводительность коллектора[3].

В жидкостных коллекторах солнечная энергия нагревает жидкость, текущую по трубкам, прикрепленным к поглощающей пластине. Тепло, поглощенное пластиной, немедленно передается жидкости. Трубки могут располагаться параллельно друг другу, причем на каждой имеются входное и выпускное отверстия, либо в виде змеевика.

Тепловая эффективность или коэффициент полезного действия (КПД) солнечных водонагревательных коллекторов, как и для других солнечных тепловых установок, определяется из отношения полезно полученной энергии ($Q_{пол}$) падающего на фронтальную поверхность суммарного солнечного излучения ($Q_{под}$), т.е.

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{под}}} \qquad (1)$$

В свою очередь значение ($Q_{пол}$) определяется расходом (G) и разностью температур, нагреваемой в данном коллекторе воды ($\Delta t = t_{вых} — t_{вх}$), т.е.

$$Q_{пол} = GC_p\,(t_{вых}\text{-}t_{вх}), \qquad (2)$$

где C_p – удельная теплоемкость теплоносителя (например для воды) C_p=4,1868 кДж/ (кг°С); $t_{вых}$ и $t_{вх}$

- соответственно температуры горячего теплоносителя на выходе из коллектора и исходного холодного теплоносителя на входе в коллекторе;

$$G=G_{уд}\,A \qquad (3)$$

где

$G_{уд}$ – удельный (т.е. отнесенный к единице площади фронтальной поверхности коллектора) расход нагреваемой воды через данный коллектор; *А* – площады фронтальной поверхности коллектора.

Значение $Q_{под}$ в отношении (1) определяется из выражения

$$Q_{под}= q_{пад}\,A \qquad (4)$$

где

$$q_{\text{под}} = q_{под}^{пр} + q_{пад}^{диф} \qquad (5)$$

- поверхностная плотность потоки суммарного излучения, падающего на фронтальную поверхность коллектора; $q_{под}^{пр} + q_{пад}^{диф}$ - соответственно поверхностные плотности прямого (пр) и диффузного солнечного излучения, падающего на фронтальную поверхность коллектора.

Подставляя (2), (3) и (4) в отношении (1) получим

$$\eta = \frac{C_{уд}C_p\left(t_{вых} - t_{в}\right)}{q_{под}} \qquad (6)$$

Для оценки этого коэффициента для ФСК вводим фрактальную рзмерность D[4]. Так в общем случае длина L произвольной кривой (которая может быть изломана в любой точке) степенным образом зависит от масштаба измерения δ:

$$L = C \cdot \delta^{\,1\text{-}D}. \qquad (7)$$

Здесь С - размерный множитель, свой для каждой кривой, D - фрактальная размерность; При этом очевидно, что как вся линия, так и любой ее участок обладают одной и той же фрактальной размерностью. Такое свойство называется самоподобием (скейлинг, масштабная инвариантность). Самоподобие означает, что как вся линия, так и любой ее участок обладают одной и той же фрактальной размерностью. Если линию увеличить в λ раз, то для измерения новой длины λ L достаточно использовать масштаб, равный λ δ , т.е.

$$\lambda L = C\cdot(\lambda\ \delta\ )^{1\text{-}D}. \qquad (8)$$

Если посмотреть на конструкцию ФСК (рис.1, *А*). то видно, что абсорверы расположены иерархически самоподобными кольцами. Если мы берем размеры первой фракты откуда вводится холодная жидкость, при заданном D свойства второй фракты определяется по формуле (8). Тогда η для второй фракты η_2= D× η, для третьей фракты η_3= D× η_2. Для ФСК *коэффициент полезного действия* или т*епловая эффективность* будет η_3.

Коэффициент тепловых потерь U_L коллекторов солнечной энергии является основной величиной, определяющей мощность потерь энергии из коллектора в окружающую среду:

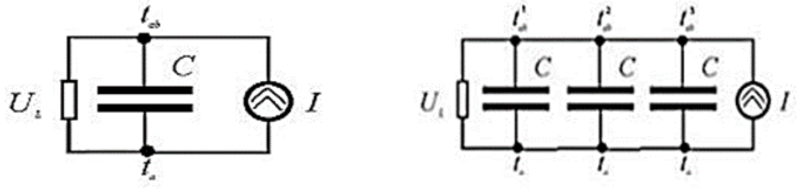
$$\Delta P = A\Delta t U_L \tag{9}$$

В формуле (9) фигурирует удельное значение коэффициента тепловых потерь, размерность которого Вт/(Км^2). По значению этого коэффициента сравниваются коллекторы солнечной энергии, имеющие разные конструкции и площади апертуры. Этот коэффициент учитывает потери тепла через прозрачное и непрозрачное ограждение коллектора и через уплотнения между ними.

Определения *приведенной пропускательно-поглощательной способности коллектора* Ω *,* абсорбер которого представляет собой регистр из полимерных труб, имеет большое значение для оценки его производительности. Такая определение осуществляется на основе экспериментальных данных, полученных при нулевом расходе воды и минимальной разности температур абсорбера и окружающей среды.

В работе [5] рассмотрено определение коэффициента тепловых потерь коллектора такой конструкции. А для ФСК коэффициента тепловых потерь коллектора определяется в зависимости от фрактальной размерности. Для расчёта нормальных и аварийных режимов работы солнечных коллекторов необходимо знать не только вышеуказанную величину, но и такой показатель, как приведенная пропускательно-поглощательная способность Ω [6]. Эта величина определяет мощность и, соответственно, энергию, поглощаемую абсорбером при его облучении. В работе [6] рассмотрена расчётная методика для определения этого произведения в случае плоских абсорберов. Для абсорберов других конструкций, в частности, для рассматриваемой здесь конструкции ФСК, этот коэффициент определяется экспериментально на основе электротепловой модели (рис.2).

Электротепловой аналог солнечного коллектора в таком режиме изображён на Рис.2. Таким образом, рассматривается зарядка конденсатора *C* от источника тока *I* при наличии проводимости U_L.



а) в)

Рисунок 2. Упрощённая электротепловая модель для плоского а) и фрактапьного б) солнечных коллекторов

При этом полагаем, что регулярный тепловой режим в системе наступает сразу после начала процесса облучения солнечного коллектора. Основанием для этого допущения может служить то, что внешнее термическое сопротивление (сопротивление теплопередачи в окружающую среду) существенно больше внутреннего термического сопротивления, обусловленного конечной теплопроводностью стенки трубы и её теплообменом с водой. Применение одноузловой электротепловой модели здесь может быть оправданным в связи с тем, что теплоёмкость абсорбера с водой значительно больше, чем теплоёмкость корпуса и прозрачного ограждения коллектора.

Выводы. На сегодняшний день для раскрытия возможностей солнечных коллекторов и путей их усовершенствования целесообразно рассмотреть новые конструкции, дающие возможность использовать полимерные абсорвенты. Одним из таких конструкции являются фрактальные солнечные коллекторы. Именно использования полимерных материалов дает нам апертурную площадь проектировать виде параболоидной форме. Тогда абсорвенты располагаются иерархическом самоподобной форме.

Основными величинами, влияющими на точность определения $\mathbf{\Omega}$ для ФСК являются: данные о теплофизических свойствах материала труб абсорбера, продолжительность интервала нагрева, стабильность внешних условий (интенсивность облучения коллектора, направление и сила ветра, температура окружающей среды).

Список использованной литературы

1 Ермуратский В.В. ,Постолатий В.М., Коптюк Э.П. Перспективы применения в Республике Молдова солнечных нагревателей воды санитарно-бытового назначения. Проблемы региональной энергетики. 2009, №2, http://ieasm.webart.md/data/m71_2_107.doc.

2 Дорошенко А.В., Шестопалов К.А. Перспективы развития солнечной энергетики. Проблемы региональной энергетики. 2008, №2, http://ieasm.webart.md/data/m71_2_69.doc.

3 N.R. Avezova, R.R. Avezov, N.T. Rustamov, A. Vakhidov, Sh.I. Suleymanov. Resource indexes of flat solar water-heating collectors in hot-water supply systems: 4. Specific collector thermal yield and efficiency. Journal Applied Solar Energy, 2013, Volume 49, Issue 4 , pp 202-210. (имеет SJR 2012: 0,189 (Scopus)).

4 Балханов В.К. Ведение в теорию фрактальных исчисления. Улан-Удэ.: Изд. Бурятского гос. ун-та, 2001. 58 с.

5 Ермуратский В.В. Определение коэффициента тепловых потерь коллектора солнечной энергии с абсорбером из полимерных труб. Проблемы региональной энергетики. 2009, №3, http://ieasm.webart.md/data/m71_2_120.doc.

6 John A. Duffie (Deceased), William A. Beckman Solar Engineering of Thermal Processes. (Third Edition) JOHN WILEY & SONS,INC. N.Y.2006-908p.

УДК 534.21
ГРНТИ 29.37.15

С.К. Тлеукенов [1], *Д.С. Сабитова* [2]

[1] *д.ф.-м.н., профессор, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.*
[2] *докторант, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.*

О МОДЕЛИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ С ПЬЕЗОМАГНИТНЫМ ЭФФЕКТОМ

Аннотация

В настоящее время наблюдается увеличение интереса к изучению принципов распространения связанных упругих и электромагнитных волн. Причина заключается в том, что закономерность распространения связанных упругих и электромагнитных волн обладает уникальной совокупностью свойств, приводящих к большому разнообразию физических эффектов. В этом актуальность и перспектива их практического использования в акустике, электронике, беспроводных системах связи, в ультразвуковой дефектоскопии, приборостроении и т.п. В статье рассматривается периодическая структура с пьезомагнитным эффектом. Результатом работы является получение модели периодической структуры, построение матрицы, которая определяет дисперсионные свойства периодической структуры, а также получение уравнения дисперсии упругих и электромагнитных волн в периодической структуре при наличии пьезомагнитного взаимодействия. Определена зависимость изменения частоты и зоны пропускания волн.

Ключевые слова: распространение упругих волн, периодическая структура, метод матриканта, пьезомагнитный эффект, граничные условия, уравнения дисперсии, пьезомагнитная среда.

Аңдатпа

ПЬЕЗОМАГНИТТІК ӘСЕРІМЕН МЕРЗІМДІ ҚҰРЫЛЫМНЫҢ МОДЕЛІ ТУРАЛЫ

С.К. Тлеукенов[1], *Д.С. Сабитова*[2]
[1] *ф-м.ғ.д., профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан*
[2] *докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан*

Қазіргі уақыт ағымында байланыстырылған серпімді және электромагниттік толқындардың таралу принциптерін зерттеуге қызығушылық артып келеді. Себебі, байланыстырылған серпімді және электромагниттік толқындардың таралу заңдылығы физикалық әсерлердің кең ауқымына әкелетін бірегей қасиеттер жиынтығына ие болып отыр. Акустикада, электроникада, сымсыз байланыс жүйелерінде, ультрадыбыстық кемшіліктерді анықтауда, аспаптарда және тағы басқалар сияқты оларды практикалық қолданудың өзектілігі мен келешегінде болып отыр. Осы мақалада пьезомагниттік әсерімен мерзімді құрылымды қарастырады. Бұл жұмыстың нәтижесі мерзімді құрылымның дисперсиялық қасиеттерін айқындайтын мерзімді құрылым моделі, матрицаның құрылуы және де серпімді және электромагниттік толқындарға арналған дисперсиялық теңдеудің пьезомагниттік өзара әрекеттесуі кезінде мерзімді құрылымда пайда болуына байланысты. Жиіліктегі өзгерістер мен толқындарды өткізу аймағының тәуелділігі анықталады.

Түйін сөздер: серпімді толқындардың таралуы, мерзімді құрылым, матрицант әдісі, пьезомагниттік эффект, шекарадағы жағдайлар, дисперсиялық теңдеулер, пьезомагниттік орта.

Abstract

ABOUT THE MODEL OF PERIODIC STRUCTURES WITH PIEZOMAGNETISM EFFECT

S.K. Tleukenov[1]*, D.S. Sabitova*[2]
dr.Sci. (Phys.- Math), Professor, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
[2] *PhD student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

At present, there is an increasing interest in studying the principles of propagation of coupled elastic and electromagnetic waves. The reason is that the pattern of propagation of coupled elastic and electromagnetic waves has a unique set of properties that lead to a wide variety of physical effects. This is the urgency and perspective of their practical use in acoustics, electronics, wireless communication systems, in ultrasonic flaw detection, instrumentation, etc. The article considers a periodic structure with a piezomagnetic effect. The result of this work is the generation of a periodic structure model, the construction of a matrix that determines the dispersion properties of periodic structures, as well as obtaining dispersion equations of elastic and electromagnetic waves in a periodic structure in the presence of piezomagnetic interaction. The dependence of the change in frequency and the transmission band of waves is determined.

Key words: propagation of elastic waves, periodic structure, matricant method, piezomagnetic effect, boundary conditions, dispersion equations, piezomagnetic medium.

Введение

Устойчивый интерес к изучению закономерностей распространения, связанных упругих и электромагнитных волн обусловлен уникальной совокупностью свойств, приводящих к большому разнообразию физических эффектов. Эффекты, связанные с распространением и взаимодействием упругих и электромагнитных волн, имеют широкое применение в различных устройствах акустоэлектронике, акустооптике, беспроводных системах связи, в ультразвуковой дефектоскопии и разработке чувствительных элементов и датчиков различного назначения.

В данной работе на основе слоисто-однородной модели с использованием теории нежесткого контакта [1, 2] рассматривается периодическая структура с пьезомагнитным эффектом. Широкое применение метода матриканта к исследованию волновых процессов в пьезомагнитных средах изложены в работах [3, 4].

1. Основные соотношения

Динамические процессы в пьезомагнитных средах описываются связанной системой уравнений движения упругой анизотропной среды и уравнений Максвелла [3, 4].

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2};$$

$$rot\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \qquad (1)$$

$$rot\vec{E} = -\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}.$$

К системе уравнений (1) необходимо добавить материальные отношения:

$$\sigma_{ij} = c_{ijkl}\varepsilon_{kl} - Q_{ijk}H_k;$$

$$B_i = \mu_{ij}H_j + Q_{ijk}\varepsilon_{jk}; \qquad (2)$$

$$D_i = \text{э}_{ij}\ E_j;$$

$$\varepsilon_{jk} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial U_j}{\partial x_k} + \frac{\partial U_k}{\partial x_j}\right).$$

здесь ε_{jk}, σ_{ij} – компоненты тензора деформаций напряжений; c_{ijkl}, Q_{ijk}, μ_{ij}, э_{ij} – упругие, пьезоупругие, магнитные и диэлектрические параметры среды; B_i, D_i – компоненты векторов магнитной и электрической индукции.

В случае распространения связанных упругих волн поперечной (SH) поляризации и электромагнитной волны, система уравнений приводится к матричному уравнению:

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = B\vec{W} \;;$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & i\omega b_{14} & 0 & b_{34} \\ i\omega b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix}; \qquad (3)$$

$$\vec{W} = \left(U_y, \sigma_{yz}, E_y, H_x\right)^t.$$

В дальнейшем рассматривается слоисто-однородная периодическая структура с тонкой прослойкой, обладающей пьезомагнитным эффектом.

Граничные условия между однородными средами при наличии тонкой плоскости строятся на основе теории изложенной в работе [2]:

$$\frac{d\vec{W}}{dz} \cong \frac{\Delta\vec{W}}{\Delta z} = B\vec{W} \qquad (4)$$

или

$$\Delta\vec{W} = B\Delta z\vec{W} \qquad (5)$$

при $\Delta z << \lambda$ (λ – длина волны) или при $\frac{\Delta z}{\lambda} << 1$ из (5) с учетом явного вида элементов b_{ij} матрицы B в (3) получим:

$$\vec{W}_2 = \left(E + G\right)\vec{W}_1;$$

$$G = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ i\omega\gamma_{23} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; \qquad (6)$$

$$\gamma_{23} = \frac{im^2 Q x_0}{\omega\mu_C}$$

В (6) Q – пьезомагнитный параметр, μ_c – магнитная проницаемость, x_0 – толщина прослойки.

2. Периодическая структура

В однородной упругой диэлектрической среде упругая и электромагнитная волна описывается матрицантами [1]:

$$T_U^{\pm 1} = E\cos k_0 z \pm \frac{B_U}{k_0}\sin k_0 z\,;$$

$$B_U = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} \\ b_{21} & 0 \end{pmatrix};$$

$$b_{12} = \frac{1}{c_U};$$

$$b_{21} = -\rho\omega^2 + m^2 c_U\,.$$

$$T_l^{\pm 1} = E\cos\chi_0 z \pm \frac{B_l}{\chi_0}\sin\chi_0 z\,;$$

$$B_l = \begin{pmatrix} 0 & b_{34} \\ b_{43} & 0 \end{pmatrix};$$

$$b_{34} = i\omega\mu_0\,;$$

$$b_{43} = i\omega\left(э_0 - \frac{m^2}{\omega^2 \mu_0} \right). \qquad (7)$$

$$k_0^2 = \frac{\omega^2 \rho}{c_U} - m^2;$$

$$\chi_0^2 = \frac{\omega^2}{c_0^2} - m^2;$$

$$c_c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}.$$

Изменение упругих и электромагнитных параметров описывается матрицантом:

$$T = \begin{pmatrix} T_U & 0 \\ 0 & T_l \end{pmatrix};$$

$$\vec{W} = T\vec{W}_0; \qquad (8)$$

$$\vec{W} = \left(U_y, \sigma_{yz}, E_y, H_x\right).$$

На основе (6) –(8) может быть рассмотрена модель периодической структуры:

$$\vec{W}_1 = (E + G)\vec{W}_0;$$

$$\vec{W}_2 = T\vec{W}_1$$

следовательно:

$$\vec{W}_2 = T(E + G)\vec{W}_0 \qquad (9)$$

Обратная матрица имеет вид:

$$\vec{W}_0 = (E - G)\vec{W}_1;$$

$$\vec{W}_1 = T^{-1}\vec{W}_2$$

следовательно:

$$\vec{W}_0 = (E - G)T^{-1}\vec{W}_2 \qquad (10)$$

Из общей теории [3], уравнения дисперсии упругих и электромагнитных волн, определяется матрицей:

$$\widehat{p} = \frac{1}{2}\left[T(E + G) + T^{-1}(E - G)\right] = \widehat{p}_0 + \frac{1}{2}\left[TG - GT^{-1}\right]. \qquad (11)$$

Из (7) и (8) следует:

$$T^{-1} = \begin{pmatrix} T_U^{-1} & 0 \\ 0 & T_0^{-1} \end{pmatrix}. \qquad (12)$$

С учетом (7), (8), (12) из (11) следует:

$$\hat{p} = \begin{pmatrix} p_1 & 0 & \beta_{13} & 0 \\ 0 & p_1 & \beta_{23} & \beta_{24} \\ i\omega\beta_{24} & 0 & p_2 & 0 \\ i\omega\beta_{23} & i\omega\beta_{13} & 0 & p_2 \end{pmatrix};$$

$$p_1 = \cos k_0 h;$$

$$p_2 = \cos \chi_0 h; \qquad (13)$$

$$\beta_{13} = \frac{b_{12}\gamma_{23}}{k_0} \sin k_0 h;$$

$$\beta_{24} = \frac{b_{34}\gamma_{23}}{\chi_0} \sin \chi_0 h;$$

$$\beta_{23} = \gamma_{23}\left(\cos k_0 h - \cos \chi_0 h\right).$$

Уравнения дисперсии на основе (13) имеет вид [4]:

$$\cos\tilde{k}h = \frac{1}{2}\left(\cos k_0 h + \cos\chi_0 h + \sqrt{(\cos k_0 h - \cos\chi_0 h)^2 + i\omega\frac{b_{12}b_{34}}{k_0\chi_0}\gamma_{23}^2 \sin k_0 h \sin\chi_0 h}\right); \tag{14}$$

$$\cos\tilde{\chi} = \frac{1}{2}\left(\cos k_0 h + \cos\chi_0 h - \sqrt{(\cos k_0 h - \cos\chi_0 h)^2 + i\omega\frac{b_{12}b_{34}}{k_0\chi_0}\gamma_{23}^2 \sin k_0 h \sin\chi_0 h}\right).$$

Если прослойка отсутствует или отсутствует электромагнитный эффект $Q = 0$ $(\gamma_{23} = 0)$, то из (14) следует:

$$\cos\tilde{k}h = \cos k_0 h \Rightarrow \tilde{k} = k_0; \tag{15}$$

$$\cos\tilde{\chi}h = \cos\chi_0 h \Rightarrow \tilde{\chi} = \chi_0;$$

и дисперсия, и трансформация отсутствуют.

Подстановка $b_{12}, b_{34}, \gamma_{23}$ в слагаемое под корнем дает:

$$i\omega\frac{b_{12}b_{34}}{k_0\chi_0}\gamma_{23} = \frac{i\omega}{k_0\chi_0}\cdot\frac{1}{c_U}\cdot i\omega\mu_0\left(-\frac{m^4Q^2\alpha_0^2}{\omega^2\mu_C^2}\right) = \frac{\mu_0}{k_0\chi_0 c_U}\cdot\frac{m^4Q^2\alpha_0^2}{\mu_l^2} \tag{16}$$

Понятно, что рост этого коэффициента определяет зоны пропускания и не пропускания волн. Как следует из (16), этот коэффициент растет пропорционально ω^2, то есть с ростом частоты зоны пропускания периодической структуры, которые определяются из условий:

$$|\cos\tilde{k}h| \le 1;$$

$$|\cos\tilde{\chi}h| \le 1.$$

Уменьшаются с ростом частоты. При $m = 0$, то есть при нормальном распространении взаимная трансформация упругих и электромагнитных волн отсутствует.

Заключение

- построена модель периодической структуры с пьезомагнитным эффектом;
- построена матрица $\hat{p}$, определяющая дисперсионные свойства периодической структуры;
- получены уравнения дисперсии упругих и электромагнитных волн в периодической структуре при наличии пьезомагнитного взаимодействия;
- показано, что с ростом частоты зоны пропускания волн уменьшаются. При нормальном к периодической структуре $(\vec{k} \parallel \vec{n},\ \vec{\chi} \parallel \vec{n},\ m = 0)$ влияние пьезоэффекта отсутствует.

Список использованной литературы:

1 *Тлеукенов С.К. Метод матрицанта. Распространение волн в анизотропных средах. - LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 157 с.*

2 *Tleukenov S.K. Contact conditions of elastic media with a thin interlayer // Journal of Mathematical Sciences. – 1991. – T55- #3. – C. 1763-1766.*

3 *Тлеукенов С.К., Досанов Т.С. О распространении пьезомагнитных волн в неограниченной анизотропной среде ромбической сингонии классов 222, mm2, mmm с пьезомагнитным эффектом // Известия НАН РК. – 2009. – № 5. – С. 69-75.*

4 *Тлеукенов С.К., Досанов Т.С., Жукенов М.К. Об уравнениях дисперсии связанных волн в периодически-неоднородной анизотропной среде ромбической сингонии классов 222, mm2, mmm с пьезомагнитным эффектом // – Вестник Евразийского национального университета. – 2009. – № 2. – С. 64-68.*

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ
ИНФОРМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 002.6:37.016
ГРНТИ 20.01.45

С.Е. Алдешов[1], Л. Жайдакбаева[2], А.П.Айашова[3], Г.М. Абдиманапова[4],
Р.А. Аманбаев[5], Д.И. Бегалиев[6]

[1,2] п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[3,4,5,6] магистр, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

12 ЖЫЛДЫҚ МЕКТЕПТЕ ИНФОРМАТИКА КУРСЫН ОҚЫТУДА СЫНИ ТҰРҒЫДАН ОЙЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

12-жылдық білім беру жүйесіне көшуге байланысты сабақтарды жаңа технологиялармен өту қажет болып табылады. Заманауи сабақ үлгісі, ең алдымен, жаңа бағдарламалар мен стандарттарға сәйкес, баланың әлемдегі өзгерістер мен қоршаған ортаны тануына мотивін арттыруға қажет. Мектептегі сабақ өмір сүруге дайындық ретінде, ортаны тану, пайдалы ақпарат және нақты өмірде оны қолдану дағдыларын іздеу.

Мұғалім, өз кезегінде, оқушыларға бағыт беруші рөлін атқарады. Сын тұрғысынан ойлау технологиясы білім беруде нәтижелі оқу іс-әрекетін қалыптастыруға ықпал ететін білім беру технологиясының бірі. Сын тұрғысынан ойлау технологиясының мақсаты білім беру үрдісінде оқушылардың интербелсенділігін дамыту.

Білім берудегі жаңа технологиялардың ішінде мәселенің және сабақ оқыту өнімділігін тиімді әдістері мен тәсілдерін жүзеге асыратын сыни тұрғыдан ойлауды дамыту технологиясы болып табылады.

Түйін сөздер: Технология, сыни ойлау, білім беру үрдісі, 12-жылдық оқу, ақпарат, дағды

Аннотация

С.Е. Алдешов[1], Л. Жайдакбаева[2], А.П. Айашова[3], Г.М. Абдиманапова[4],
Р.А. Аманбаев[5], Д.И. Бегалиев[6]
[1,2] к.п.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[3,4,5,6] магистр информатики, Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ КУРСОВ ИНФОРМАТИКИ 12-ЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ

В связи с переходом на 12-летнее обучение возникла острая необходимость изменения подходов к планированию современного урока. Урок в 12-летней школе должен в соответствии с новыми стандартами, нужно, прежде всего, усилить мотивацию ребенка к познанию окружающего мира, продемонстрировать ему, что школьные занятия – это неполучение отвлеченных от жизни знаний, а наоборот – необходимая подготовка к жизни, её узнавание, поиск полезной информации и навыки ее применения в реальной жизни. Педагогу же, в свою очередь, отводится роль координатора действий ученика.

Одной из образовательных технологий, которая отвечает всем требованиям и способствует формированию УУД, является технология развития критического мышления, целью которой является развитие критического мышления посредством интерактивного включения учащихся в образовательный процесс.

Технологии развития критического мышления выделяется среди инновационных педагогических идей удачным сочетанием проблемности и продуктивности обучения с технологичностью урока, эффективными методами и приемами.

Ключевые слова: Технология, критического мышления, образовательный процесс, 12-летнее обучение, информация, навык.

Abstract

APPLICATION TECHNOLOGIES CRITICAL THINKING IN THE LEARNING OF INFORMATICS COURSES OF 12-YEAR SCHOOL

Aldeshov S.E.[1]*, Zhaydakbaeva L.*[2]*, Ayashova A.P.*[3]*, Abdimanapova G.M.*[4]*, Amanbaev R.A.*[5]*, Begaliev D.I.*[6]
[1,2] *Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan State University,*
Shymkent, Kazakhstan
[3,4,5,6] *Master in Computer Science, M.Auezov South Kazakhstan State University,*
Shymkent, Kazakhstan

In connection with the transition to 12-year training, there was an urgent need to change approaches to planning a modern lesson. The lesson in the 12-year school should be in accordance with the new standards, it is necessary, first of all, to strengthen the child's motivation for learning about the world around him, to demonstrate to him that school activities are not getting abstract knowledge from life, but, on the contrary, necessary preparation for life, Learning, finding useful information and skills of its application in real life.

The teacher, in turn, is given the role of the coordinator of the student's actions. One of the educational technologies that meets all the requirements and contributes to the formation of the DAM is the technology of critical thinking development, the purpose of which is to develop critical thinking through interactive inclusion of students in the educational process. Technologies for the development of critical thinking stand out among innovative pedagogical ideas by a successful combination of the problemativeness and productivity of instruction with the technology of the lesson, effective methods and methods.

Keywords: Technology, critical thinking, educational process, 12-year training, information, skill.

12-жылдық білім беру жүйесіне көшу Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының мақсаттары және міндеттерімен үйлеседі. Бағдарламаның жетекші мақсаты әрбір ел үшін маңызды болып табылатын рухани, мәдени және адамгершілік құндылықтардың негізінде жастарды өз елінің мәдениетін құрметтеуге тәрбиелеу; екіншіден -жастарды жылдам өзгертіп жатқан әлемде өзіне сенімді және табысты болуға мүмкіндік беретін дағдылары мен түсініктерін дамытуға, өмірлік жағдайларда өз білімдерін қолдануға ықпалын тигізетін сыни тұрғыдан ойлауға үйретуді қамтиды . Сын тұрғысынан ойлауды дамыту бағдарламасы әлемнің түкпір-түкпірінен жиылған білім берушілердің бірлескен еңбегі. Бұл жоба атақты ғалым зерттеушілер Ж. Пиаже мен Л.С. Выготскийдің даму теорияларын басшылыққа алады. Сыни тұрғыдан ойлауға үйретудің мақсаты барлық жастағы білім алушыларға кез келген құбылыс пен заттарға, әрекет пен мазмұнға сыни тұрғыдан қарап, көптеген пікірдің ішінен біреуін таңдауға саналы шешім қабылдауға үйрету.Қазақстанда сын тұрғысынан ойлауды дамыту жобасы 90 жылдарда мұғалімдер үшін әйгілі бола бастады. Қазіргі әлем дамуына байланысты ақпараттар ағыны жедел өзгеруде, әрбір 4 жыл сайын әр салада ақпарат екі есе ұлғаюда, сондықтан жаңа технология ретінде ең озық әдістерді дер кезінде игеру, іздену арқылы бала бойына дарыту, одан өнімді нәтиже шығара білу әрбір ұстаздың басты міндеті.

Яғни, сыни тұрғыдан ойлау дегеніміз ақпараттың тиімді, құнды, әлсіз тұстарын нақты ажыратып таңдай алу қабілеті. Көп ақпараттың ішінен өзіне қажетін саралап ала білу.

Оқытудың «Кембридж тәсілінің» стратегиясы–оқушыларды өзіндік ойлауға дағдыландыру, яғни мектептеде дәстүрлі оқытудан дәстүрлі емес–сындарлы (конструктивті) оқытуға көшу болып табылады.

Бағдарламаның жалпы мақсаты - сыныптағы әрбір оқушының сабаққа қызығушылығын арттырып, мұғалімнен, оқулықтардан алған білімдерін ары қарай дамытып, мектептегі сабақ барысында өзінің белгілі тақырып бойынша ойы мен пікірін ашып айтуға дағдыландыру. Барлық оқыту үдерісін ұйымдастырып, көшбасшылық жасайтын мұғалім болғандықтан, бағдарлама ең алдымен, мұғалімге қарай бағытталады. Өйткені мұғалімдер ойлау қабілеттері жоғары деңгейде дамыған оқушыларды қалыптастырғылары келсе, онда алдымен өздерінің де терең ойлау қабілеттерін дамытқан жөн. Сонда ғана бір жақты, «тек менікі дұрыс» деген сенімнен гөрі, жаңашыл идеяларға деген көңіл көкжиектері ашылып, жаңаша қалыптасуы мүмкін. Бағдарламаның басты жаңа бағыты – іс-әрекет арқылы зерттеу болып табылады. Ағылшын ғалымдары теориялық білімдерін міндетті түрде мектептерде қолданып, оның дұрыс-бұрыс жақтарына терең талдау жасап отырады екен. Осы бағытта әрбір жаңашыл мұғалімнен өзі сабағында қолданған жаңа тәсілдердің дұрыс-бұрыс жағын терең талдап, зерттеу жүргізу талап етіледі.

Бағдарламаның жеті модулі мән-мәтінінде мектеп тәжірибесінде табысты қолдануға ықпал ететін әдістемелік сипаттағы бірқатар жалпы ұсыныстардан тұрады:

1. Білім беру үшін бағалау
2. Білім беру мен білім алудағы жаңа тәсілдер

3. Басқару және көшбасшылық
4. Сыни тұрғыдан ойлауға үйрету
5. Жас ерекшеліктеріне сәйкес білім беру
6. Талантты және дарынды балаларды оқыту
7. Ақпараттық - коммуникациялық технологияны пайдалану осы жеті модульдің негізгі міндеті-мұғалімдерге педагогикалық тәжірибесін жетілдіруге, бағалауға ықпал етеді. Жеті модуль бойынша менің түйгенім; осы жеті модуль бір-бірімен тығыз байланысты.

Білім беру мен білім алудағы жаңа тәсілдер әлеуметтік-сындарлылық тұрғыдан білім беру болып табылады. «Диалог арқылы оқыту» мен «Қалай оқу керектігін үйрету» әлеуметтік-сындарлылық көзқарасымен тығыз байланысты. Оқушыларды сабақтарда диалог арқылы оқытсақ, олар өз ойларын еркін жеткізуге, көпшілік ортада өздерін еркін ұстап, өз пікірлерін шешен тілмен жеткізуге үйренеді. Мұғалім мен оқушылар арасында диалогтік өзара әрекеттестік арқылы сыни тұрғыдан ойлайды. Балалар өз құрбыларымен және мұғалімімен сұхбаттасуда өз көзқарасын айтады, әрі қорғайды. Ойы шыңдалады. Сындарлы оқытудың мақсаты-оқушының пәнді терең түсіну қабілетін дамыту, алған білімін сыныптан тыс жерде, кез-келген жағдайда тиімді пайдалана білуін қамтамасыз ету. Дайын білім беруге негізделген «дәстүрлі» әдіс арқылы алынған білім оқушылардың жинақтаған өзге білімдерімен тиімді сіңісе алмады, сол себепті механикалық есте сақтау, үстірт білім алу жағдайлары орын алды.

Дәстүрлі оқытуда оқушылар жаттанды материалды белгілі бір уақытқа дейін ғана есте сақтап, кез - келген жағдайда оны өмірде пайдалана алмайтынын түсіндім. Ал, сындарлы оқытудың мақсаты–оқушының пәнді терең түсіну қабілетін дамыту, алған білімдерін сыныптан тыс жерде, кез- келген жағдайда тиімді пайдалана білуін қамтамасыз етеді.

Білім берудегі Кембридж тәсілінің теориялық негіздері бойынша қашықтықтан оқыту кезеңінде өз іс-тәжірибемді жеті модуль бойынша іске асыра отырып, мен өз сабағыма өзгерістер енгіздім. Іс - тәжірибенің алғашқы сабағында оқушылардың білім беру ортасын құру, оқу ептілігін дамытуға назар аудару, оқушылардың бір – бірімен қарым-қатынасын жақсарту мақсатында ынтымақтастық атмосферасын құру. Сабақтың мақсатында сыныпта топтық ережені құруды, өзін - өзі реттеуді, ынтымақтастыққа үйрету қарастырылды. Сабақ барысында оқушылардың өзін - өзі реттеуге байланысты белсенділік деңгейін анықтау, топтық ережені құру ұсынылды. «Өзім туралы айтқым келеді», «Менің жағымды және жағымсыз қылығым» тақырыптарда пікір айтуын және рефлексия (алған әсері жайынды қортынды) түрінді жазуын ұсындым. Бұл идеяларды қарастырған себеп: оқушылар өз бойындағы жағымсыз қасиеттерден арылуға, бір-бірін сыйлауға, сыныптағы психологиялық ахуалды жақсарту. Сынып оқушылары бір-бірімен жұмыс істеуде өздерін еркін сезінді. Оқушылармен арамызда ынтымақтастық атмосферасы қалыптасты. Нәтижесінде, оқушылар топтық ережеге бағынуға, берілген тапсырмаларды ұйымшылдықпен орындауға, өзара пікір алысуға, ынтымақтастыққа, өз ойларын еркін жеткізуге үйренді. Мектеп пен оқуға деген жағымды қарым-қатынас қалыптасты.

Оқушыларды сыни тұрғыдан ойлауға үйрету үшін өткен сабақтарымда тақырыпқа байланысты әртүрлі суреттер, көріністер, видеороликтер тағы басқа жолдармен оқушыларды сын тұрғысынан ойлауға, көргендерін, есіткендерін байқағандарын өз тілі мен айтып түсіндіріп, бір-бірімен ой бөлісіп, пікір таласып, ойлағанын дәлелдеп шықты, нәтижеде тіл байлығы дамып еркін сөйлеуге, бір – бірін тыңдауға және сыйлауға, шыдамдылыққа сабырлылыққа , ойын толықтыруға үйренді.. Ол үшін ұстаздың кәсіби шеберлігінің негізі, біріншіден, мұғалімнің өмірге көзқарасы, оның идеялық нанымы; екіншіден, пәнді жетік білуі, ойын оқушыларға толық жеткізу үшін жан-жақты қасиеттерді сіңіруі; үшіншіден, оқыту мен тәрбиелеудің әдіс-тәсілдерін міндетті түрде меңгеруі тиіс. Ұстаз көп біліп қана қоймай, сол білгендерін оқушыға бере білуі қажет. Ұстаз шеберлігінің тағы бір ең басты қасиеті - әдеп. Әдеп-мұғалімнің әрбір нақты іс үстінде тәрбие мәселесінің ең ұтымды әдіс-тәсілдерін қолданып, оқушыларды еліктіріп әкететін кәсіптік сапасы. Оқушылармен қарым-қатынас тұрғысынан қарағанда педагогикалық әдеп мұғалімнің жан-жақтылығының, оның идеялық сенімінің, жүріс-тұрыс мәдениетінің, мамандығына байланысты ізденіс жемістері қорының жиынтығының айнасы болып есептелінеді, ең маңыздысы мұғалім оқушыларды жақсы көріп, оларды сыйлап, басқаларға үлгі болуы керек. Білім беру үшін бағалау және оқытуды бағалау моделін пайдалана отырып оқушыларды және оқытуды бағалау моделін пайдалана отырып оқушыларды білімдерін бағалауға ерекше көңіл бөлуге юолады. Дәстүрлі сабақ барысында оқушыларды тек қана салыстырмалы түрде бағалайтын, енді ең алдымен оқушылар өз-өзін бағалады, бірін-бірі бағалады, формативті және жиындық бағалап отырды бірақ біраз кедергілер де болатыны анық. Егер барлық сабақтарда бағалауға дұрыс көзқараспен қарайтын болсақ, оқушыларды еңбегін барлық жағынан ескеріп бағаланса сабаққа деген қызығушылығы артады.

Сабақта білім беру үшін бағалау және оқытуды бағалау модулі бойынша сәйкестендіру кестесі, сұрақ – жауап, диалог, жиынтық бағалау, формативті бағалауды пайдаланған жөн.

Бұл модульдің тиімді жақтары оқушылардың өз бетінше жұмыс және өзінің ойын еркін айтуға үйренеді. Сұрақ – жауап арқылы оқушылар ізденуге және ойлауға дамытуға болады.

Нәтижеде оқушылардың сабаққа деген қызығушылығы артады. Қайталау сабақтарында дербес компьютер құрылғыларын көрсету нәтижесінде оқушыларды сын тұрғысынан ойлауға өз бетінше жұмыс істеуге, ереже құрастыруды ұсынса болады. Мектеп жасындағы оқушылардың негізгі ерекшелігі-білімді қызығушылықпен алуы. Ол үшін оқу үрдісін бала талпынатындай және қызығатындай ұйымдастыру керек.

Әр сабақтарда АКТ-ны қолдану, оқушыны жеке тұлға ретінде қабылдау, жеке дара ерекшеліктерін ескеру таным қабілеттерін айқындай отырып, өз бетінше жұмыс істеуге баулу. Сабақ барысында ақпараттық, ойын, диалогтық оқыту, дамыта оқыту, сын тұрғысынан ойлау технологияларының элементтерін қолдану да оқушының өз білімінің қакдай дәрежеде екендігін сезінуіне көмектеседі. Бұл технологиялардың оқушылардың оқуға деген қызығушылығын арттыруда алатын орны ерекше. Оқушының ойы шыңдалып белгілі бір жетістіктерге жетеді, танымдық белсенділігі, сабаққа қызығушылығы артады, өз бетінше талпынады. Білім берудегі ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалану моделін қолдана отырып, сабақта уақытын тиімді пайдаланып, оқушылар көрнекіліктерді көзбен көріп, оны тәжірибеде орындап теория мен практиканы салыстырып отырды.

АКТ оқушының пәнге қызығушылығын арттырып, интеллектуалдық, шығармашылық белсенділігін, дарындылығын дамыту факторларының бірі, сондай-ақ ұстаз үшін шеберлік пен сауаттылығын арттыра отырып, даму бағытына сәйкес іздемпаздылыққа үйрету құралы. Ақпараттық оқытудың тиімділігін төмендегі бағыттарға бөлуге болады:

- білім, білік дағдыны игеру үшін қажетті қор ретінде оқушылардың саналы тәрбие, сапалы білім алуына жағдай жасайды,

- ақпараттық технология оқу-тәрбие үрдісін ұйымдастыру тиімділігін арттырудың қуатты құралы болып табылады. Ақпараттық қоғамның негізгі талабы-оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық-құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны өзіндік даму мен оны іске асыру құралы ретінде пайдалану дағдысын қалыптастырып, ақпараттық қоғамға бейімдеу. «Оқу мен жазу арқылы сын тұрғысынан дамыту» сын тұрғыдан ойлау бағдарламасының қазіргі таңда білімді, білгенін өмірге пайдалана алатын шәкірт тәрбиелеуде алатын орны ерекше. Сын тұрғысынан ойлау стратегиясы бойынша жүргізілетін жұмыста оқушылардың өз бетінше тұжырым жасау, қорытындыға келу, ұқсас құбылыстар арасынан тиімдісін таңдай білу, проблеманы шеше білу, пікірталасты жүргізе білу қабілеті қалыптасады. Білім беру үшін бағалау және оқытуды бағалау әдісі бойынша оқушыларға-әдепті ұстаз болмай тұрып, шебер ұстаз болу мүмкін емес. Сонымен, ұзтаздық шеберлік – тек қана мұғалімнің жалпы жан-жақты және әдістемелік сауаттылығы ғана емес, ол - әр сөзді түсініп, оны бағалай білуінде, сондықтан оқушыларға «Сендер өз білімдеріңді өздерің бағалауды үйренсең, сонда ғана бір-біріңді және басқаларды бағалай аласындар, еңбегін қадірлей аласыңдар»-деп айту нәтижесінде оқушылар өзін-өзі жалпы жұмыста бірін – бірі бағалауды жұппен жұмыста, джиксо әдісі бойынша басқаларды бағалауды үйренеді.

Оқушылардың жас ерекшеліктеріне сәйкес білім беру және оқыту әдісінде мұғалім осы ерекшеліктерді ескере отырып, жас ерекшеліктеріне сәйкес білім беруді жүзеге асыруы қажет болады. Сонымен қатар, мектептерде жекелеген ауылдық өңірлерінде кездесетін жас шамасы әртүрлі сыныптарда тиімді оқыту және білім беру әдістерін іске асыру жолдарын қарастырған жөн.

Қазіргі заман мұғалімі тек өз пәнінің терең білгірі болу емес,тарихи-танымдық, педагогикалық-психологиялық сауатты, саяси-экономикалық білімді және ақпараттық-коммуникациялық білімді және ақпараттық –коммуникациялық технологияны жан-жақты меңгерген ақпараттық құзырлы маман болу керек.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Қазақстан Республикасы жалпы орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттары. Жалпы орта білім. –Алматы: РОНД, 2017.

2 Пиаже Ж. Речь и мышление ребенка. Педагогика- Пресс, 1999.

3 Выготский Л.С. Мышление и речь. Лабиринт, 2012.

4 Білім туралы. – Об образовании: Қазақстан Республикасының Заңы. – Алматы: Литера, 2015.

5 Мұғалімге арналған нұсқаулық «Назарбаев Зияткерлік» ДББҰ, 2012

6 «Назарбаев зияткерлік мектептері» дербес білім беру ұйымының 2020 жылға дейінгі даму стратегиясы

7 Мұғалімге арналған нұсқаулық. ІІІ (негізгі) деңгей. Астана.2012.

8 Негізгі мектептің 5,6 – сыныптың информатика бағдарламалары. Астана, 2009.

9 Методика преподавания информатики в средней школе. Ю.М.Колягин, В.А. Оганесян. Общая методика. Уч. Пособие для студ. Ф-м фак. Пед. Инс-в. –М.:Просвещение, 1975.

10 Ж.Б.Қоянбаев, Р.М.Қоянбаев. Педагогика. Алматы, 2005.

11 А.Дистервег. Учителя и инновации. М., 1991.

12 М.Жұмабаев. Педагогика. Алматы. 1952.

13 К.Өстеміров. Оқыту құралдары. Алматы, 1990.

14 К.Халықова. Информатиканы оқыту. Алматы, 2005.

15 М.А.Чощанов. Введение в педагогическую культуру / Под ред. Е.В. Бондаревской. Ростов н/Д, 1995.

УДК 002.6:37.016
ГРНТИ 20.01.45

С.Е. Алдешов[1], Б.С. Қалдарова[2], С. Дайырбеков[3], А.С. Сансызбаева[4]

[1]п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан
[2] т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан
[3]т.ғ.к., доцент, Сырдария университеті, Жетісай қ., Қазақстан
[4] М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің магистранты,
Шымкент қ., Қазақстан

ҚОЛДАНБАЛЫ ПРОГРАММАЛАР ПАКЕТТЕРІН БЕЙІНДІК ОҚЫТУДА ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Бейінді оқыту – білім беру үрдісінің құрылысының, мазмұнының және ұйымының өзгеруіне байланысты білім алушылардың қызығушылықтарын, икемділіктерін және мүмкіншіліктерін толығынан ескеруге, кәсіптік мақсаттарына және білім алуды жалғастыруға қатысты ниеттеріне сәйкес жоғарғы сынып оқушыларының білім алуы үшін талаптарды құруына мүмкіндік беретін білім алудың саралау құралы.

Бұл мақалада информатиканы үйренудің бейіндік деңгейі оқушыларды оқытудың ақпараттық-технологиялық және физика-математикалық бейіндері шеңберінде көрсетілген. Жоғарғы мектеп алдында тұрған басты міндеттердің бірі болып ақпараттық технологиялар дамуының заманауи бағыттары мен оларды жоғарғы оқу орындарында қолдану есебімен білім алушылардың математикалық дайындық сапасын арттыру болып табылады. Бүкіл әлемде компьютерді жекелеген ғылыми пәндерді оқыту құралы ретінде пайдалану беталысы айқын көрініс беруде. Математикалық зерттеулер жүргізу облысындағы жоғарғы деңгейлі жетістік болып математикалық алгоритмдер мен әдістерді компьютерлік тұрғыдан іске асыруды пайдаланушы үшін максималды түрде оңайлату мақсатында қолданылатын біріктірілген математикалық жүйелерді (біз оларды математикалық пакеттер деп атайтын боламыз) жасау.

Түйін сөздер: Бейінді оқыту, информатика, математика, MathCAD, MatLAB, функцияның туындысы.

Аннотация

С.Е.Алдешов[1], Б.С.Қалдарова[2], С.Дайырбеков[3] , А.С. Сансызбаева[4]

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА НА ПРОФИЛЬНОМ ОБУЧЕНИЕ

[1]к.п.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан
[2]к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан
[3]к.т.н., доцент, университет Сырдария, г.Жетысай, Казахстан
[4]магистрант Южно-Казахстанского государственного университета им.М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан

Профильное обучение – структура процесса обучения, изменения содержания и системы организации в зависимости от интересов, склонностьи и возможности учащихся, учитовая полностью, профессиональную цель и желание относительно продолжения образования в соответствии с анализом требований, позволяющие создавать средства для получения образования старшеклассников.

В рамках статьи показано профильный уровень изучения информатики-это наука обучения учащихся информационно-технологического и физико-математического профилей. Одна из главных задач, стоящих перед высшей школы и современные направления развития информационных технологий с учетом их применения является повышение качества математической подготовки обучающихся в высших учебных заведениях. Во всем мире тенденция использования компьютера как средства обучения отдельных научных дисциплин, четко дает представление о себе. Математические методы и алгоритмы компьютерной реализации с математической точки зрения пользователя является достижением высокого уровня в области проведения исследования для математического упрощения, применяемые в целях максимально интегрированных систем (мы их будем называть математические пакеты).

Ключевые слова: профильное обучение, информатика, математика, MathCAD, MatLAB, пройзводное функций

Abstract

FEATURES OF APPLICATION OF AN APPLICATION-ORIENTED SOFTWARE PACKAGE ON PROFILE TRAINING

Aldeshov S.E.[1], Kaldarova B.S. [2], Daiyrbekov C. [3], Sansyzbayeva A.S. [4]

[1] Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

[2]Cand.Sci.(Engineering), Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

[3] Cand.Sci. (Engineering), Associate Professor, Syrdariya University, Zhetysai, Kazakhstan

[4]Student of Master Programme. M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

Profile training – training process structure, change contents and systems of the organization in dependence on interests, inclination of pupils and opportunities to take into account completely the professional purpose and desire concerning continuation of education according to the analysis of the requirements allowing to create means for education of senior pupils.

Within article it is shown the profile level of studying the informatics - it is science of training the pupils to information and technological and physical and mathematical profiles. One of the main tasks standing before the higher school and the modern directions of development of information technologies taking into account their application is improvement of quality of mathematical training of students in higher educational institutions. Around the world a tendency of use of the computer as tutorials of separate scientific disciplines, accurately give to be known. Mathematical methods and algorithms of computer realization of the mathematical point of view of the user, achievement of high level in the field of carrying out researches for mathematical simplification, applied for most integrated systems is (we will call them mathematical packages).

Keywords: profile training, informatic, mathematics, MathCAD, MatLAB, derivation of functions.

Бейінді оқыту – білім беру үрдісінің құрылысының, мазмұнының және ұйымының өзгеруіне байланысты білім алушылардың қызығушылықтарын, икемділіктерін және мүмкіншіліктерін толығынан ескеруге, кәсіптік мақсаттарына және білім алуды жалғастыруға қатысты ниеттеріне сәйкес жоғарғы сынып оқушыларының білім алуы үшін талаптарды құруына мүмкіндік беретін білім алудың саралау құралы. Сонымен бірге елеулі түрде жеке білім алу траекториясын салу мүмкінкіндіктері кеңейеді. Бейінді оқытуды енгізудің мақсаты – жалпы білім беретін мектептің жоғары сыныптарында оқушыны еңбек нарығының нақты сұраныстарын ескере отырып әлеуметтендіруге бағытталған арнайы дайындау жүйесін жасау болып табылады.

Бейінді оқытудың негізгі міндеті бағдарлардың икемді жүйесін жасауға және мектептің жоғары сатысын бастауыш, орта және жоғары кәсіптік білім беретін мекемелермен үйлестіруге келіп саяды. Сонымен бірге бейінді оқыту жеке тұлғаға бағыттала отырып, мынадай міндеттерді де шешуді қамтамасыз етуі қажет:

- жалпы орта білім бағдарламасының жеке пәндерін тереңдете оқыту;
- білім мазмұнын саралауға және әр оқушының жеке білімдік траекториясын құруға жағдай жасау;
- жалпы орта және кәсіби білім арасындағы сабақтастықты, бағдарлы сынып оқушыларын жоғары оқу орнында білімін жалғастыруға дайындауды қамтамасыз ету.

Қазіргі уақытта мектептегі білім берудің жоғарғы сатысында бейіндік оқыту кең ауқымда пайдаланылып отыр. Мұндай оқыту үйренушілердің қызығушылықтарын, бейімділіктері мен қабілеттерін барынша толық ескеруге, жоғырғы сынып оқушыларының білімін жалғастыруға қатысты олардың кәсіби қызығушылықтары мен мақсаттарына сай білім алуы үшін білім беру процесінің құрылымында, мазмұнында және ұйымдастыруында жасалатын өзгерістер есебінен жағдай жасауға мүмкіндік береді. Жоғарғы мектептегі «Информатика» пәні базалық немесе бейіндік деңгейде үйретілуі мүмкін. Информатиканы үйренудің бейіндік деңгейі оқушыларды оқытудың ақпараттық-технологиялық және физика-математикалық бейіндері шеңберінде көрсетілген. Жоғарғы мектеп алдында тұрған басты міндеттердің бірі болып ақпараттық технологиялар дамуының заманауи бағыттары мен оларды жоғарғы оқу орындарында қолдану есебімен студенттердің математикалық дайындық сапасын арттыру табылады. Бүкіл әлемде компьютерді жекелеген ғылыми пәндерді оқыту құралы ретінде пайдалану беталысы айқын көрініс беруде. Математикалық зерттеулер жүргізу облысындағы жоғарғы деңгейлі жетістік болып математикалық алгоритмдер мен әдістерді компьютерлік тұрғыдан іске асыруды пайдаланушы үшін максималды түрде оңайлату мақсатында қолданылатын біріктірілген математикалық жүйелерді (біз оларды математикалық пакеттер деп атайтын боламыз) жасау табылады. Олар пайдаланушының заманауи интерфейсін, математикалық есептерді шешушілерді – сандық та, аналитикалық (символдық) та қуатты графика құралдарын қамтиды.

Математикалық білім сапасын арттырудың, қолданбалы білім мен дағдыларды қалыптастырудың тиімді құралы болып ақпараттық технологияларды пайдалану табылады. Информатика тұрғысынан математикалық пакет дегеніміз – бұл пайдалаушының заманауи интерфейсін, математикалық есептерді шешушілер мен есептеу нәтижелерін визуалдау құралдарын қамтитын ғылымның, техника мен білімінің түрлі облыстарындағы метаматикалық есептердің шешімін автоматтандыруға арналған ақпараттық технология. Математикалық пакеттердің басты артықшылықтарының бірі келесіден тұрады: олар пайдаланушыларды қолмен есептеу машақаттарынан босата отырып, есептерді шешу алгоритмдері мен оларды шешу тәсілдерін ойластыру үшін уақыт сыйлайды, максималды көрнекі түрде есептеу нәтижелерін ұсыну мүмкіндігін беріп, сонымен қатар түрлі сандық әдістің іске асуын қамтитын бірқатар функцияларға ие болады.

Бүгінгі күні математикалық жабдықтау нарығында пайдаланушыға төмендегідей мүмкіндіктер ұсынатын MathCAD, MatLAB, Eureka, Mathematica, Derive, Maple секілді сан-алуан математикалық пакеттердің үлкен саны кездеседі. Олар:

- арифметикалық және логикалық операциялар, алгебралық, тригонометриялық және кері функцияларды есептеу;
- кез-келген (2-ден 36-ға дейінгі негізі бар) есептеу жүйесіндегі туынды разрядты сандармен жұмыс;
- шынайы және кешенді сандармен операциялар;
- символдық және сандық дифференциалдау мен интегралдау, разряд элементтерінің қосындылары мен туындыларын, функция шектерін есептеу;
- векторлармен және матрицалармен операциялар;
- формулалар түзу;
- өріс және векторлық талдау теориялары есептерін шешу (градиентті, потенциалды, дифергенцияны және т.б. есептеу);
- ақпаратты графиктік түрде көрсету (бір айнымалыға тәуелді функциялар, полярлы графиктер, беттер графигі, деңгейлік сызықтар карталары,веторлық өрістер және тағы басқалар) және пайдаланушының өте қамқор интерфейсі;
- өлшемдік бірліктермен есептеулер жүргізу;
- символдық есептеулер және басқалар.

Қолданбалы бағдарламалардың түрлі пакеттерінің арасында MathCAD компьютерлік алгебра жүйесі күрделі математикалық есептеулерді автоматтандыруға және оларды қарапайым дәптердегі шешімге дәстүрлі түрде безендіруге мүмкіндік беретін интуициялық ұғынықты интерфейспен ерекшеленеді.

Іс-тәжірибе көрсеткендей, MathCAD жүйесін «Алгебра және анализ бастамалары» пәнін оқыту үдерісінде қолдану келесідей бірқатар педагогикалық міндеттердің шешілуіне мүмкіндік береді:

- компьютерді пәнді оқытуда көмекші ретінде пайдалана отырып, студенттер мотивациясын арттыру;
- жаңа жағдайға бейімдей отырып, барынша терең білім мен дағдыны қалыптастыру;
- математиканы оқытуда көрнекілікті қамтамасыз ету;
- көркем жазу мәдениетін арттырып, құжаттарды сапалы өңдеуге үйрету.

Қарастырылып отырған жұмыс дифференциалдық теңдеулерден тыс болашақ информатика бакалаврлары үшін сәйкес курс шеңберінде алгебра және анализ бастамаларының барлық бөлімдері бойынша сарамандық (практикалық) сабақтар жасалымдарын қамтиды.

Сабақтардың әрбірі сәйкес бөлімді өту соңында жүргізілетіндіктен, өтілген материалды қорытуға және типтік есептерді шешу алгоритмдерін бекітуге мүмкіндік береді.

Жұмыс барысында студенттерді бағдарлама интерфейсімен танысып, жұмыстың қарапайым машықтарын игеруіне мүмкіндік беретін «Функцияның туындысы» тақырыбы бойынша сабақ ұсынылып, ол мектеп математика курсын қайталау үдерісінде қолданылуы мүмкін. Материалды өту соңында алдымен дәстүрлі әдіспен, ал кейін MathCAD жүйесін пайдалана отырып өз бетінше шешуге арналған есептер ұсынылып, мұны дәптерде де, компьютерде де шешімін сауатты түрде безендіру қажет болады. Бұдан өзге, математикалық талдау курсының барлық негізгі бөлімдерінің қайталануы мен осы курсың қолданбалы бағыттылығының күшеюін қамтамасыз ететін «Функцияның графигін салу» тақырыбы бөлек қарастырылған.

Сабақтағы жұмысқа арналған материал мына мәселелерді қамтиды:

1) осы тақырып бойынша есептерді шешу үшін қажет бағдарламамамен жұмыс жасау ерекшеліктері туралы негізгі мәліметтер,

2) талдау мен қорытуды талап ететін өзіндік жұмысқа арналған тапсырмалар,

3) бағдарламаны пайдалану дағдыларының қалыптасуын, әрі осы өтілген пән бойынша есептердің дәстүрлі шешімін бақылауға арналған бақылау тапсырмалары.

Құрал сабақты ұйымдастырудың белгілі-бір құрылымына бағытталмаған. Ол аудиториялық сабақтарды жүргізу үшін де қолданылуы, сонымен қатар студенттің өзіндік жұмысын бақылау үшін де пайдаға асуы мүмкін. Сабақ компьютерлік сыныпта жүргізіліп, топпен қорғалатын зертханалық жұмыс немесе есеппен безендірілетін өзіндік жұмыс ретінде ұйымдастырылуы мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Ершов А. П. Теориялық бағдарламалауға кіріспе. Әдістер туралы әңгіме. – М.: Наука, 1977. – 287 б.

2 Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В. Математиктерге арналған бағдарламалау: ЖОО арналған оқу құралы, – М.: Наука, 1988. – 384 б.

3 Кушниренко А.Г., Лебедев Г.В., Сворень Р.А. Есептеу техникасы және информатика негіздері: ЖОО білімгерлеріне арналған сынама оқулық – М.: Наука, 1989. – 384 б.

4 Беленкова И.В. ЖОО «Сандық әдістер» курсын оқыту: математикалық пакеттері // Қазіргі заманғы жағдайында физика және информатика мұғалімдерін даярлаудың тиімділігін арттыру:Ххалықаралық конференция материалдары. Екатеринбург, 2002. Б. 70-73.

5 Беленкова И.В. Функцияларды интерполирациялау үшін салыстырмалы талдау бағдарламалық құралдары // Жалпы кәсіби және қосымша білім беруді ақпараттандыру: электрондық ғылыми-практикалық конф. материалдары, Оренбург, 2003.

УДК 002.6:004.65; 002.6:004.62/.63
ГРНТИ 20.23.17

Д.Қ. Даркенбаев[1]

[1] әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің «6D075100-Информатика, есептеу техникасы және басқару» мамандығының 1-курс докторанты

BIG DATE. ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ ДЕРЕКТЕРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ ҚАҒИДАЛАРЫ

Аңдатпа

Бұл мақалада үлкен көлемді деректер қорын өңдеуге қажетті мәліметтер мен оны өңдеу барысында тап болатын қиындықтарға жан-жақты тоқталатын боламыз. Бұл үлкен ауқымды жұмыс болғандықтан қарапайым амалдардан бастағанды жөн көрдік. Big Date термині қашан және қалай пайда болды деген сұраққа жауап іздеп көрелік. Бұл термин пайда болғанына да көп уақыт болған жоқ, кейбір ақпарат көздеріне сүйенсек 2011 жылдан бастап қолданысқа ене бастады. Терминді алғаш рет ойлап тауып қолданған маркетологтар еді. Шын мәнінде Big Date не болуы мүмкін? Күнделікті өмірлік тәжірибемізде көптеген анықтамаларды оқып көзіміз көрді. Деректер көлемі 100Гб (500Гб, 1Тб т.б) асып кеткенде бұл термінді қолданады екенбіз, демек Big Date үлкен көлемдегі деректер қоры болып табылады.

Түйін сөздер: Үлкен көлемді деректермен жұмыс істеу қағидалары

Аннотация

Д.К. Даркенбаев[1]
[1] PhD докторант КазНУ имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

BIG DATE. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ

В этой статье мы сосредоточим внимание на информации, необходимой для обработки большой базы данных и трудностей, связанных с ее обработкой. Это большая работа, и мы должны начать с простых действий. Давайте найдем ответ на вопрос о том, когда и как появился термин Big Date. Маркетологи придумали и использовали этот термин в первый раз, с 2011 года во всем мире начали использовать этот термин. Что может быть большие данные на самом деле? В нашем повседневном опыте мы читали и тестировали множество определений. Мы используем этот термин, когда объем данных превышает 100 ГБ (500 Гб, 1 Тб и т. Д.), Поэтому Big Date - это большая база данных.

Ключевые слова: Принципы работы с большими объемами данных

Abstract

BIG DATE. PRINCIPLE OF WORKING WITH LARGE AMOUNTS OF DATE

Darkenbayev D.K. [1]

[1]*PhD doctoral student of the KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan*

In this article, we will focus on the information needed to handle a large database and the difficulties associated with processing it. This is a big job, and we need to start with simple actions. Let's find the answer to the question of when and how the term Big Date appeared. Marketers used this term for the first time, since 2011 everyone started using this term. What can be the big data really? In our everyday experience, we read and tested many definitions. We use this term when the amount of data exceeds 100 GB (500 GB, 1 TB, etc.), Therefore Big Date is a large database.

Key words : Principles of working with large amounts of data

Үлкен көлемді деректерді біз Exel бағдарламасында тіпті 1 компьютерде өңдей алмаймыз. Big Date дегенде үлкен көлемді деректер қорын ғана емес оларды өңдеу әдістерін және көптеген ақпараттарды жинақтай алады екенбіз. Бұл әдістер үлкен көлемді деректер жинақтарына қолданылады.

Big Data анықтамасына сүйене отырып, біз осындай деректермен жұмыс істеудің негізгі қағидаларын тұжырымдай аламыз:

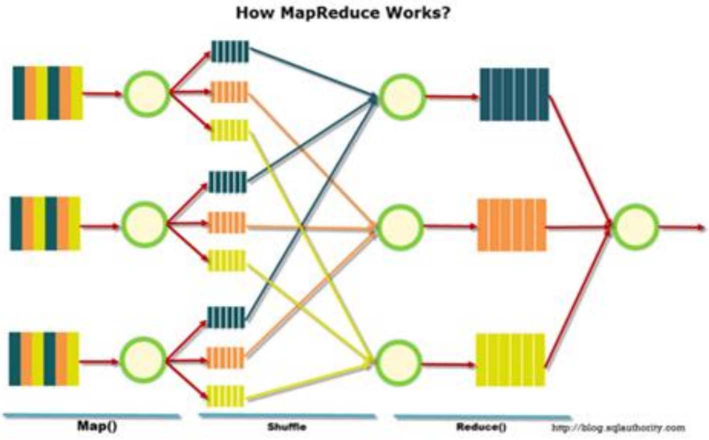
1. Көлденең масштабтау. Қажет болғанынша көп деректер болуы мүмкін - үлкен деректерді өңдеуді қамтитын кез келген жүйе кеңейтілуі керек. Деректердің саны екі есе кластердегі темір мөлшері екі есе өсіп және бәрі де жұмысын жалғастырады.

2. *Қателікке төзімділік*. Көлденең масштабтау принципі кластердегі көптеген машиналардың болуы мүмкін екенін білдіреді. Мысалы, Yahoo-ның Hadoop кластерінде 42 000-нан астам машиналар бар (бұл сілтеме түрлі ұйымдардағы кластер өлшемдерін көрсетеді). Бұл дегеніміз, кейбір машиналардың сәтсіз қызмет көрсетуіне кепілдік береді. Үлкен көлемді деректермен жұмыс істеу әдістері мұндай сәтсіздіктердің мүмкіндігін ескеруі және оларды ешқандай маңызды салдарсыз көруі керек.

3. *Деректердің орналасуы.* Үлкен бөлінген жүйелерде деректер көптеген машиналарға бөлінеді. Егер деректер бір серверде физикалық тұрғыда орналасса және басқа серверде өңделсе, деректерді жіберу шығыны өңдеу шығындарынан асуы мүмкін. Сондықтан, BigData шешімдерін әзірлеудің ең маңызды қағидаларының бірі деректердің орналасу принципі болып табылады. Егер мүмкін болса, біз оны сақтайтын бір машинада деректерді өңдейміз.

Үлкен көлемді деректермен жұмыс істеудің барлық заманауи құралдары осы үш қағидаға сәйкес келеді. Оларды қадағалау үшін деректерді өңдеу құралдарын әзірлеу үшін кейбір әдістерді, әдістерді және парадигмаларды ойлап табу қажет. Бүгінгі мақалада біз ең классикалық әдістердің бірін талдаймыз.

MapReduce - компьютер кластерлерінде деректердің үлкен көлемін өңдеу үшін Google компаниясы ұсынған деректерді өңдеудің бөлінген моделі. MapReduce келесі 1-суретте жақсы сипатталған:



Сурет 1

MapReduce деректер кейбір жазбалар түрінде құрастырылған деп есептейді. Деректерді өңдеу 3 кезеңде жүргізіледі:

Map кезеңі. Бұл кезеңде қолданушы анықтайтын деректер map() функциясының көмегімен өңделеді. Кезеңнің жұмысы деректерді фильтрлеп, алдын-ала өңдеуге негізделген. Жұмыс бағдарламалау тілдерінің функционалдық амалдарына ұқсас, қолданушы анықтайтын функция әрбір кіріс жазбасына қолданылады. Бір кіріс жазбасына қолданылған map функциясы көптеген кіл-мән жұп жиындарын шығарады. Жиын-бір ғана жазба беруі, бермеуі де мүмкін немесе бірнеше кілт-мән жұптар беруі мүмкін. Кілтте немесе мәнде не болады оны қолданушы өзі шешеді, бірақ кілт өте маңызды, себебі бір кілтпен деректер болашақта reduce функциясымен бір жолға түседі.

Shuffle кезеңі. Қолданушы үшін білінбей өтіп кетеді. Бұл кезеңде map функциясының шешімі қорларға бөлінеді, әрбір қор map кезеңінің бір шешім кілтіне сәйкес келеді. Болашақта бұл қорлар reduce-ке кіріс ретінде қызмет етеді.

Reduce кезеңі. Shuffle кезеңінде әрбір мәні бар қор reduce() функциясының кірісіне түседі. Reduce функциясы пайдаланушы өзі мән енгізеді және жеке қор үшін түпкілікті нәтижені есептейді. Reduce функциясы арқылы қайтарылған барлық мәндердің жиыны MapReduce міндеттерінің соңғы нәтижесі болып табылады. MapReduce туралы қосымша ақпараттарға тоқтала кетсек:

1. *Map* функциясының барлық бастамалары дербес және параллель жұмыс істей алады оның ішінде әртүрлі кластерлік машиналарда да жұмыс жасай алады.

2. *Reduce* функциясының барлық бастамалары дербес және параллель жұмыс істей алады оның ішінде әртүрлі кластерлік машиналарда да жұмыс жасай алады.

3. *Shuffle* ішінде араластыру параллельді сұрыптауды білдіреді, сондықтан ол әртүрлі кластерде жұмыс істей алады. 1-3 тармақтар көлденең ауқымдылық принципін орындауға мүмкіндік береді.

4. *Map* функциясы әдетте, деректер сақталатын сол машинада қолданылады - бұл деректерді желі арқылы беруді азайтуға мүмкіндік береді (деректердің орналасу принципі).

5.*MapReduce* - бұл ешқандай индекстері жок әрдайым деректерді сканерлеу. Бұл дегеніміз, MapReduce жауап өте жылдам қажет болған жағдайда нашар қолданылады деген сөз.

MapReduce арқылы тиімді шешілетін есептердің мысалдары:

Сөздердің санына қатысты қарапайым есептен бастайық, есеп мына түрде тұжырымдалған. Үлкен көлемді құжатта қайталанатын әр сөздің жалпы санын есептеу. Есепті шығару үшін Python бағдарламалау тілін пайдаланамыз. Бұл есептің шешімі төмендегідей болмақ:

```
def map(doc):
        for word in doc:                def reduce(word, values):
                yield word, 1                   yield word, sum(values)
```

Map функциясы кіріс құжатын жұп жиынтыққа айналдырады. (сөз 1), Shuffle кіріс құжатын жұптарға айналдырады. (сөз[1,1,1,1,1,1]), reduce осы бірліктердің сомасын қысқартады, сөздің соңғы жауабын береді.

Жарнамалық жүйенің журналдарын өңдеуге қатысты бір есепке тоқталсақ, Нысанның жарнамалық жүйесі csv-log бар және ол мына түрде:

```
<user_id>,<country>,<city>,<campaign_id>,<creative_id>,<payment></p>

11111,KZ,Almaty,2,4,0.3
22222,KZ,Astana,2,3,0.2
13413,UZ,Tashkent,4,11,0.7
…
```

Тапсырма: Қазақстан қалаларында жарнаманың орташа құнын есептеу қажет.

Шешімі.

```
def map(record):
        user_id, country, city, campaign_id, creative_id, payment = record.split(",")
        payment=float(payment)
        if country == "KZ":
                yield city, payment
```

```
def reduce(city, payments):
        yield city, sum(payments)/len(payments)
```

Map функциясының осы жазбаны қажет ететіні тексеріледі, қажет болған жағдайда ол өзіне керекті ақпаратты (қаланың және төлемнің мөлшерін) қалдырады. Қысқарту функциясы осы қаланың барлық төлемдерінің тізбесі, бар қала үшін соңғы жауапты есептейді..

Бұл мақалада біз бірнеше үлкен көлемді деректерді өндеуді қарастырдық. Үлкен көлемді деректер дегеніміз не? Жалпы ол қайдан пайда болады деген сұрақтарға жауап іздедік. Mapreduce парадигмасына тоқталдық. Үлкен көлемді деректер, [bɪɡ deɪtə] - адамның оқуға қабілетті нәтижелерін алу үшін үлкен көлемде және айтарлықтай алуан түрлі құрылымдық және құрылымдық емес деректерді өңдеу тәсілдері, құралдары мен әдістері, 2000 жылдың соңында қалыптасқан компьютерлік желінің көптеген тораптарына бөлу, дәстүрлі дерекқорды басқару жүйелеріне және Business Intelligence сыныбының шешімдеріне сәйкес шешімдер қабылдады. Үлкен мағынада «үлкен деректер» дегеніміз үлкен деректер жиынтығын талдау үшін технологиялық мүмкіндіктердің пайда болуымен байланысты әлеуметтік-экономикалық құбылыс, кейбір проблемалық облыстарда - бүкіл дүниежүзілік деректер көлемдері және нәтижедегі трансформациялық салдар болып табылады. Мақалада мен теорялық негіздерге көп сүйендім, алдағы мақалаларымда практикалық бөлімге көп тоқталатын боламын.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 *Бондарь А.Г. MS SQL Server 2012. Создание баз данных и разработка программ.- БХВ-Петербург ,2013.-608б.*

2 *Мамаев Е. MS SQL Server. Проектирование и реализация баз данных. Сертификационный экзамен.- СПб,:BHV,2004.-416б.*

3 *Томас Коннолли, Каролин Бегг Проектирование, реализация и сопровождение. Петербург,2003.-329б.*

4 *Джо Майо: Самоучитель Microsoft Visual Studio 2010.- BHV,2011.-464б.*

5 *Бөрібаев Б. Программалау технологиялары С/С++. Алматы,2011.-125б.*

УДК 372.652.105-001.
ГРНТИ 14.01.29

Л.А. Жанбаева[1], Ж.А. Жанбаева[2]

[1] тех.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] магистр, Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Бұл мақалада ақпараттық технологияларды орта және жоғары оқу орындарында қолданудың ерекшеліктері көрсетілген. Сондай-ақ, оқу үрдісінде ақпараттық технологияларды қолдану мүмкіндіктері талқыланып, заманауи технологиялар білім алушының сабаққа деген қызығушылығын қалыптастырып, оқуды тиімді етеді. Оқу үрдісіне жаңа технологияны енгізу – бұл дегеніміз уақыт сұранысы ғана емес, студент рөлінің артуының көрсеткіші және ақпаратты алу мен игерудің тиімді әдісі болып табылады. Ақпараттық технологиялар студенттерге ақпараттармен алмасуға мүмкіндік беретін жаңа технологиялық құралдарды қолдану арқылы қоршаған ортаның ақпараттық ағымында бағдар көрсетуге, мағлұматтармен жұмыс жасау тәжірбесін алуға, біліктілігін арттыруға көмектеседі.

Түйін сөздер: ақпараттық технология, ендіру, тиімділік, үрдіс, мүмкіндік.

Аннотация

Л.А. Жанбаева[1], Ж.А. Жанбаева[2]
[1]к.тех.н., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] магистр, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данной статье рассматриваются основные особенности использования информационных технологий при обучении школьников и студентов высших учебных заведений. Также проанализированы возможности и преимущества использования информационных технологий в процессе обучения. Внедрение современных технологий в образовании делает обучение более эффективным и повышает интерес к изучаемому предмету. Активное внедрение информационных технологий в учебный процесс – это не только веление времени, но и результат повышения роли студентов в образовательном процессе, их стремления найти новые эффективные способы получения и освоения информации. Таким образом, информационные технологии помогают студентам ориентироваться в информационных потоках окружающего мира, овладевать практическими способами работы с информацией, развивать умения, позволяющие обмениваться информацией с помощью современных технических средств.

Ключевые слова: информационная технология, внедрение, эффективность, процесс, возможность.

Abstract

PECULIARITIES OF APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Zhanbayeva L.A.[1]*, Zhanbayeva Zh.A.*[2]

[1] *Cand.Sci. (Engineering), Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

[2] *Master in Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

In this article the basic features of the use of information technologies are examined at educating of schoolchildren and students of higher educational establishments. Possibilities and advantages of the use of information technologies are also analysed in the process of educating. Introduction of modern technologies in education does educating more effective and promotes interest in the studied object. Active introduction of information technologies in an educational process is not only a dictate of time but also result of increase of role of students in an educational process, their aspirations to find the new effective methods of receipt and mastering of information. Thus, information technologies help students to be oriented in the dataflows of the surrounding world, seize the practical methods of work with information, to develop abilities allowing to share information by means of modern technical equipments.

Key words: information technology, introduction, efficiency, process, possibility.

Елбасымыз Н.Ә. Назарбаевтың 2012 жылғы 27 қаңтардағы «Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауында: «Тұрғындардың компьютерлік сауаттылығын, соның ішінде әр түрлі ынталандырушы бағдарламалардың есебінен де көтеру қажет. Мен Қазақстандықтарды ақпараттық технологияларды белсендірек игеруге шақырамын.» деп атап өтті [1].

Егеменді еліміздің тірегі – қазіргі білімді ұрпақ. Жаңа кезеңге бет бұру оңай емес. Қазіргі кезде біздің қоғамымыз дамудың жаңа кезеңіне көшіп келеді, бұл кезең ақпараттық кезең, яғни компьютерлік техника мен оған байланысты барлық ақпараттық коммуникациялық технологиялар педагогтар қызметінің барлық салаларына кіріп, оның табиғи ортасына айналып отыр. «Білім берудегі ақпараттық технология» ұғымы «оқытудың жаңа ақпараттық технологиялары», «қазіргі ақпараттық оқыту технологиялары», «компьютерлік оқыту технологиялары» және т.б., тіркестермен тығыз байланысты. XXI ғасыр ақпарат ғасыры болғандықтан адамзатқа компьютерлік сауаттылық қажет. Бұл сауаттылықтың алғашқы баспалдағы мектептен басталады. Өйткені, оқушы мектеп қабырғасынан теориялық біліммен қатар іс жүзіндегі білімінің алғы шарттарын меңгеруі тиіс. Білім берудің негізгі мақсаты – білім мазмұнын жаңартумен қатар, окытудың әдіс- тәсілдері мен әр түрлі құралдарын қолданудың тиімділігін арттыруды талап етеді. Осы мақсатты жүзеге асыруда ақпараттық технологияны қолдану әдісі зор рөл атқарады. Осы орайда Президентіміз Н.Ә.Назарбаевтың халыққа жолдауындағы «оқу үрдісінде ақпараттық технологияларды білім беру саласын жақсартуда қолданыс аясын кеңейту керек» деген сөзін басшылыққа ала отырып, сабақта ақпараттық технологияларды пайдалануға жаппай көшуіміз керек.

Ақпараттық технология дегеніміз – объектінің, процестің немесе құбылыстың күйі туралы жаңа ақпарат алу үшін мәліметтер жинау, өңдеу, жеткізу тәсілдері мен құралдарының жиынтығын пайдаланатын процесс.

Білім беру үдерісін ақпараттандыру бұл ақпараттық технологияларды қолдану арқылы дамыта оқыту, дара тұлғаны бағыттап оқыту мақсаттарын жүзеге асыра отырып, оқу-тәрбие үдерісінің барлық деңгейлерінің тиімділігі мен сапасын жоғарлатуды көздесе, білім беруді ақпараттандыру бұл танымдық іс - әрекетті қайта құру үшін және білімгерлердің интеллектуалдық мүмкіндіктерін күшейтуге арналған жағдайды құру мақсатында микропроцессорлық техника мен ақпараттарды тарату құралдарының, сондай - ақ осы құралдарға негізделген педагогикалық технологияның базасында ақпаратты жинау, өңдеу, тарату және сақтау әдістері мен құралдарын педагогикалық практикаға жаппай енгізу болып табылады.

Ақпараттық технология келесі жағдайларды қамтамасыз етеді:

- қоғам мүшелері әрекеттерінің тұрақты кеңейетін баспа түрінде жинақталған ғылыми, өндірістік интеллектуалдық потенциалын белсенді пайдалану;

– қоғамдық өндірістің барлық сфераларының дамуын іске асыратын ғылыми және өндірістік ақпараттық технологияларды интеграциялау;

– пайдаланылатын мәліметтердің нақтылығын, бейнеленетін ақпараттардың визуалдылығын, қоғамның кез-келген мүшесінің сенімді ақпарат көздерін пайдалануын, ақпараттық қызмет көрсетудің жоғары деңгейін қамтамасыз ету.

Қазіргі қоғамды ақпараттандыру технологиясының басым бағыттарының бірі білімді ақпараттандыру – білім беру сферасын әдістемелік және техникалық жабдықтармен қамтамасыз ету, оқыту мен тәрбие берудің психологиялық-педагогикалық мақсаттарына негізделген заманауи технологияларды оңтайлы пайдалану болып табылады.

Ақпараттық технологияларды қолданудың ерекшеліктері:

– білім беру жүйесін басқару механизмдерін автоматтандырылған ғылыми-педагогикалық қорларды, коммуникациялық желілерді пайдалану негізінде жетілдіру;

– қазіргі заманғы қоғамды ақпараттандыру шартында тұлғаны дамыту міндеттеріне сәйкес оқыту, тәрбиелеудің ұйымдастырылған формаларын әдістерін, сұрыптау стратегиялары мен әдістемесін жетілдіру;

– студенттердің интеллектуалдық дамуына, өз бетінше білім алу дағдыларын қалыптастыруға, ақпараттық-оқу, тәжірибелік-зерттеу әрекеттерін іске асыруға, ақпараттарды өңдеу бойынша өзіндік жұмыстардың әртүрлілігіне бағдарланған оқытудың әдістемелік жүйелерін құру;

– студенттердің білім деңгейін бағалау мен бақылауды айқындаушы компьютерлік тестілік бағдарлама жасау әдістемесін құру және қолдану.

– Жоғары оқу орындарында ақпараттық-компьютерлік технологияларды пайдаланудың негізгі бағыттарын төмендегідей етіп бөлуге болады:

– практикалық, семинар және дәріс сабақтарында автоматтандырылған оқу жүйесін қолдану;

– студенттер мен оқытушылардың қашықтықтан қарым-қатынас жасауында, жоғары оқу орындарында білім беруде пайдалану;

– білім беруде ақпараттық білім ортасын мамандыққа байланысты қолдану ерекшеліктерін пайдаланып оқыту;

– психологиялық-педагогикалық зерттеулерде ақпараттық білім ортасын қолдану [2].

Болашақ мұғалімдерді кәсіби даярлаудың мазмұнын, әдісін және ұйымдастыру түрлерін сапалы өзгертуге мүмкіндік береді. Педагогикалық бағыттағы мамандарды оқыту жүйесінде ақпараттық-компьютерлік технологияны пайдаланудың мақсаты жаңа ақпараттық қоғамдағы оқып үйренушінің кәсіби даярлықтарын арттыру мүмкіндіктерін кеңейтеді. Сондай-ақ, білім беру жүйесі буындарындағы оқу үдерісін жекелеу, қарқындату мен оқытудың сапасын арттыру әрекеттерін іске асырады. И.Роберттің [3] ғылыми-зерттеу еңбектерінде жаңа ақпараттық технология құралдарын педагогикалық мақсатта қолданудың келесі негіздері белгіленген:

Ақпараттық технологиялардың негізінде оқу-әрбие үдерісінің барлық деңгейін қарқындату бағытында, яғни

– оқыту үдерісі сапасы мен тиімділігін көтеру;

– танымдық іс-әрекет белсенділігін көтеру;

– пәнаралық байланыстарды тереңдету;

– қажет ақпаратты іздеу тиімділігі мен көлемін кеңейту.

Ақпараттық технологияның міндеті – бұл оқушыларға, студенттерге, білімгерлерге өз бетімен немесе бірлескен түрде шығармашылық жұмыспен шұғылдануға, ізденуге, өз жұмысының нәтижесін көріп, өз өзіне сын көзбен қарауына және жеткен жетістігінен мүмкіндік береді. Ол үшін мұғалім өткізетін сабағының түрін дұрыс таңдай білуі қажет. Ақпараттық технологияның мұғалім жұмысына ең тиімдісі – оқушылардың, білімгерлердің білім олқылықтарына үнемі зерттеу жасап, түзету жұмыстарын жүргізуге пайдасы бар. Қазіргі заманның даму қарқыны мұғалімдер шығармашылығын жаңаша, ғылыми-зерттеу бағытында құруды талап етеді. Сондықтан, XXI ғасыр – информатика ғасыры, яғни ақпараттандыру технологиясы дамыған заманда мемлекетіміздің болашағы – жас ұрпаққа заман талабына сай білім беріп, жан-жақты дамуына ықпал ету мұғалімнен шығармашылық ізденісті, үлкен сұранысты талап етеді.

Осыған байланысты күнделікті сабаққа:

– мультимедия (видео, аудио қондырғылары мен теледидарды, электрондық оқулықтарды);

– компьютер компьютерлік бағдарламалар, интерактивті тақта -интернет және т.б. көрнекі материалдарды пайдалану айтарлықтай нәтиже береді.

XXI ғасырда сәттілікке қол жеткізу үшін академикалық біліммен терең ойлау қабілетті жеткіліксіз болады. Себебі, бұл қажетті техникалық біліктілікті талап етеді. Сондықтан да көптеген студенттер ақпараттық технологияларды саласында білім алып келешектегі өздерінің кәсібін сәтті болуына әрекет жасауда. Қуатты, жоғары өндірісті интернетпен толық байланысқан бағдарламалық жасақтама студенттерге ақпаратты құру және алмасу мүмкіндігін береді. Өз жобасын құрдастары мен оқытушылар көріп бағалайды деген ойдың өзі ғана студентті өзінің барлық білімімен мүмкіндіктерін толық қолдануға итермелейді.

Жоғарыда айтылғандардың барлығынан келесідей қорытынды шығаруға болады: білім беруде ақпараттық технологияларды қолданудың өзектілігі келесі себептермен байланысты:

– Білім берудің жекешелендірудегі ақпараттың технологиялардың көптеген мүмкіндіктерімен;

– Ақпараттық технологияларды қолданғанда және білім берудің сезімталдығын арттыру кезінде студенттердің дағдысын жетілдірумен;

– Байланыстардың кең өрісін қамтамасыз етумен;

– Студенттердің өз бетінше белсенді жұмыс атқаруына жағдай жасаумен;

– Кез-келген адаммен оның кеңістіктегі орнына және уақыттың айырмашылыққа қарамастан интернет арқылы қарым-қатынас жасаумен;

– Оқу материалы сипаттаудағы, әсіресе динамикадағы құрылыстарды моделдеудегі көрнекіліктің жоғарылығымен;

– Ақпараттық технологиялардың дамып келе жатқан барлық интерактивті мүмкіндіктерімен;

– Студентке ыңғайлы кез-келген уақытта ақпараттық технологиялардың қажеттілігімен анықталады.

– Заманауи ақпараттық технология оқу құралы ретінде оқытудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

– Білім беруді ақпараттандыру оқытуды дербестендіру үшін қолайлы жағдайлар жасайды. [4]

Қорыта айтқанда, білімді ақпараттандыру аясында ақпараттық технологияларды білім беруде қолдану студенттердің ақпараттық мәдениетін арттырып, қабылданған кәсіби білім құрылымының сапасын кәсіби тұрғыда қалыптастырады. «Қазіргі заманда жастарға ақпараттық технологиямен байланысты әлемдік стандартқа сай мүдделі жаңа білім беру өте қажет» деп, Елбасы атап көрсеткендей жас ұрпаққа білім беру жолында ақпараттық технологияны оқу үрдісінде оңтайландыру мен тиімділігін арттырудың маңызы зор. Жалпы білім берудің мақсаты – терең білімнің, кәсіби дағдылардың негізінде еркін бағдарлай білуге, өзін - өзі дамытуға адамгершілік тұрғысынан жауапты шешімдерді қабылдауға қабілетті жеке тұлғаны қалыптастыру, яғни жеке тұлғаны қалыптастыруға негізделген, ақпаратты технологияны терең меңгерген, жылдам өзгеріп жататын бүгінгі заманға лайықты, жаңашыл тұлғаны қалыптастыру болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Назарбаев Н.Ә. «Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты» Ел президентінің халыққа жолдауы, 2012 ж.

2 К.М.Беркінбаев, Б.Д.Сыдықов. Информатикалық пәндерді оқытудың педагогикалық технологиясы. // Қазақстан мектебі. 2006, №11, 33-35 б.

3 Роберт И.В. Новые информационные технологии в обучении: дидактическая проблема, перспектива использования // Информатика и образование. 1991, №4, 18-25 б.

4 Әлмұхамбетова Б.А., Ғалымжанова М.А. Білім беру жүйесі қызметкерлерінің біліктілігін арттыруда ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қолданылуы // Информатика негіздері. – №5. – А., – 2008. – 128 б.

УДК 002.6:004.65; 002.6:004.62/.63
ГРНТИ 20.23.17

Ә.Б. Жаңбырбаев[1], Ү.Б. Жаңбырбаева[2], Т.Ф. Маратова[3]

[1]ф.-м.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Математика, физика және информатика институтының аға оқытушысы,
Алматы қ., Қазақстан
[2]ф.-м.ғ.к., Қазақстан-Неміс университетінің доценті,Алматы қ., Қазақстан
[3]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Информатика мамандығы магистранты, Алматы қ., Қазақстан

МЫСАЛДАР БОЙЫНША МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЛАРДЫҢ ИЕРАРХИЯЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ СҰРАҚТАРЫ

Аңдатпа

Мақалада пәндік доменді зерттеудің өзара байланысты объектілерін құрылымдау, жіктеу үшін арналған иерархиялық дерекқор үлгілерінің түрлері зерттеледі. Оларға мыналар жатады: барлық негізгі тораптар бір-біріне тең және сол деңгейде жатыр біртекті ағаштар тәрізді; бір доменді зерттеу объектілері ата-ана мен бала сияқты бір-бірімен байланыстырылуы мүмкін және т.б. күрделі қосылыстары бар ағаштар тәрізді. Олармен жұмыс істеу және экрандық пішіндегі өкілдіктер үшін пішін басқару элементтерінің жетілдірілген кластары әзірленеді, олардың бастысы Tree View Control классы болып табылады. Интернеттегі режимде иерархиялық ағаш түйіндерін өңдеу, филиалдармен жұмыс істеу және т.б. қосу, өңдеуге мүмкіндік беретін әртүрлі пайдаланушы әдістері жасалды.

Түйін сөздер: мәлеметтер қоры, реляциялық модель, иерархиялық модель, ақпараттық қоры, басқару класы.

Аннотация

А.Б. Жанбырбаев[1], У.Б. Жанбырбаева[2], Т.Ф. Маратова[3]
[1]к.ф.-м.н., старший преподаватель Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете им.Абая, г.Алматы, Казахстан
[2]к.ф.-м.н., доцент, Казахстанско-Немецкий университет, г.Алматы, Казахстан
[3]магистрант по специальности Информатика Казахского национального педагогического университета им.Абая, г.Алматы, Казахстан

К ВОПРОСАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЗ ДАННЫХ НА ПРИМЕРАХ

В статье исследуются виды иерархических моделей (деревьев) баз данных, предназначенных для классификации, структуризации взаимосвязанных объектов исследования различных предметных областей. К ним относятся: однородные деревья, в которых все основные узлы равноправны друг к другу и лежат на одном уровне; деревья со сложной связью, в которых объекты исследования одной предметной области могут относиться друг к другу как родительский и дочерний, и т.д. Для работы с ними и представления на экранной форме разработаны расширенные классы элементов управления формой, основным из которых является класс TreeViewControl. Для него разработаны различные пользовательские методы, позволяющие в online – режиме добавлять, редактировать узлы иерархических деревьев, работать с их ветками и т.д.

Ключевые слова: база данных, реляционная модель, иерархическая модель, информационная база, класс элементов управления.

Abstract

TO QUESTIONS OF RESEARCH OF HIERARCHICAL MODELS OF DATABASES ON EXAMPLES

Zhanbyrbayev A.B.[1], Zhanbyrbayeva U.B.[2], Maratova T.F.[3]
[1]Cand.Sci. (Phys.-Math.), Senior Lecturer of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan
[2]Cand.Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, die Deutsch-Kasachische Universität, Almaty, Kazakhstan
[3]Student of Master Programme in Informatics, Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan

The article explores the types of hierarchical databases models intended for classification, structuring of interrelated objects of research of the subject domain. These include: homogeneous trees in which all the main nodes are equal to each other and lie on the same level; trees with a complex connection, in which objects of investigation of one domain can be related to each other as a parent and a child, etc. To work with them and representations on the screen form, advanced classes of form controls are developed, the main one of which is the Tree View Control class. A variety of custom methods are designed for it, allowing in online - mode, add, edit nodes of the hierarchical tree, work with their branches, etc.

Keywords: database, relational model, hierarchical model, information base, class of controls.

Кіріспе

Мәліметтер қоры (МҚ) заманауи зерттеушілік, құралдық және өнеркәсіптік ақпараттық жүйелердіұйымдастыруда маңызды роль атқарады. МҚ қолданудың пәндік облысы адамдардың өмірлік қызметтерінің көп бөлігін қамтиды. Сонымен қатар, МҚ құруда нақты білім облысындағы сарапшы-мамандардың қатысуы аса маңызды. Алайда, сарапшы-мамандар МҚ-ның негізіне енгізілген мәліметтер моделі, математикалық аппараттың жұмыс жасау принциптері жайлы нақты түсініктері қалыптасқан болуы керек.Екінші жағынан, тіпті кәсіби әзірлеушілер «жақсы» МҚ құру таза ғылымға бағынбай, ой-түйсігінің бөлігін де талап етеді деп шағымданады [1]. Бұл көзқараспен алып қарасақ, болашақта ақпараттық жүйенің адекватты жұмыс істеуі үшін, МҚ моделің таңдау айтарлықтай маңызға ие болады.

Қазіргі уақытта мәліметтер қорының реляциялық моделі кеңінен таралуда, бірақ бұл жерде де шешілмеген немесе аяғына дейін шешілмеген мәселелер бар.Реляционды модельдерде үлкен «плюстерді» ескере отырып, олардың кемшіліктері қарастырылады[2]:

– Құрылысының қаталдығы иілгішсіздігінен зардап шегеді. Реляциялық модель күнделікті өмірде әр түрлі болғанымен, кестелерде объектілерді қатал бірқалыпта амалсыз ұстайды. *Қалып кеткен мағыналар міндетті атрибуттармен қосылуға көмектеседі, бірақ әрқашанда таңдау болады – басқа типтегі объектіні шектеуден шығару немесе шектеуді кеңейту?*

– Құрылысының деректерге қатты тәуелділігі. Реляционды әдістермен жұмыс жасау мүмкіндігі, әсіресе деректер құрылысы, деректер құрамы мен статистикасына қатты тәуелді болады.Көптеген танымал деректер моделін реляционды құрылысының шектеулерінде сыйғызуға болады, мысалы, иерархиялық. Бағынулар көп емес жерде, консервативті әдіспен қараған жеңілдеу – әр түрлі деңгейді әр түрлі кестеге орналастыру. Бір сөзбен айтқанда, қай құрылысты таңдау, деректерді таңдауға қатты байланысты және егерде деректер өзгерсе онда құрылысында өзгертуге тура келеді.Бұндай «мутациялар» алдын ала жоспарланбаған жағдайда, көптеген жүйелер үшін бұл айтарлықтай ауыр процесс.

Ары қарай,жоғарыда аталған мәселені классификация және зерттелуші объект жағынан шешуге мүмкіндік беріп, программисттің қатысуынсыз әр түрлі пәндік облыста әр түрлі міндеттерді шешуге арналған деректердің өзгерісін ескере отырып, иілгіш ақпараттық базаны (иерархиялық құрылысты), құруға мүмкіндік беретін біз құрастырған программалық құралды қарастырамыз.

1.Иерархиялық құрылыс негізіндегі ақпараттық базалар

Ақпараттық қоры- классификация, өзара байланысқан пәндік облыста зерттелетін объектілер құрылысы және сәйкес ақпараттық бөлімдерде иерархиялық ағаш түрінде көрсету үшін қолданылады.

Ары қарай, шартты түрде пәндік облыстан абстракциялана отырып, келесідей терминологиямен қолданатын боламыз:

Ағаш – зерттелетін объектілер екі рет қайталанбайтын абстрактілі ақпараттық база;

Тізбек – ақпараттық қорыны зерттейтін объект немесе бөлім;

Көмекші тізбек –ақпараттық қорыбөлімі;

Негізгі тізбек – ақпараттық қорыны зерттейтін объект;

Ағаш түбірі – жоғарғы(бастапқы) тізбек;

Аналық жәнебалалық тізбек – біріншісі екіншісінен жоғары тұратын, бір-бірімен байланысқан екі тізбек(екінші тізбек біріншісіне тәуелді);

Ағаш деңгейі – ағаштың түбірінен бастап және оның барлық аналығын есептейтін тізбектің реттік номері;

Ағаштың бұтағы – бір аналыққа бағынған, көптеген балалық элементтер;

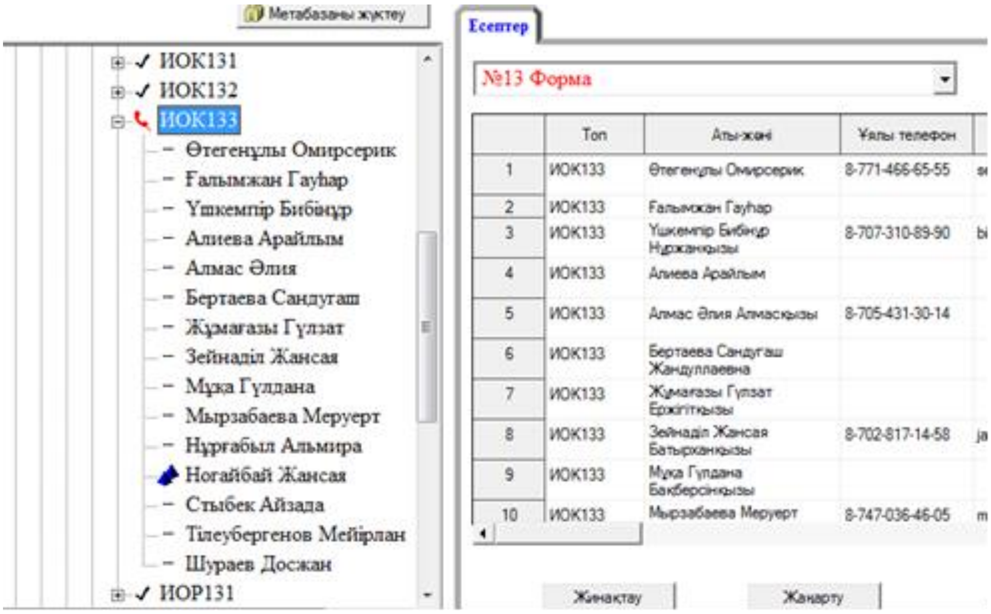
Балалық ағаш – таңдалған тізбек шартты түбір болатын ағаш;

Мәліметтер қорының анықтамасы – тізбектің идентификаторы мен атауын сақтауға мүмкіндік беретін кем дегенде екі жолағы бар мәліметтер қорының кестесі;

Ағаштардың шартты классификациясы:

1. Бірқалыпты ағаш – балалық элементтері жоқ жәнебарлық негізгі тізбектері бір деңгейдегі ағаш.

Мысал: СтуденттержәнеЖОО-ң білім топтары



- ✓ ИОК131
- ✓ ИОК132
- ИОК133
  - Өтегенұлы Омирсерик
  - Ғалымжан Гауһар
  - Үшкемпір Бибінұр
  - Алиева Арайлым
  - Алмас Әлия
  - Бертаева Сандуғаш
  - Жұмағазы Гүлзат
  - Зейнаділ Жансая
  - Мұқа Гүлдана
  - Мырзабаева Меруерт
  - Нұрғабыл Альмира
  - Ноғайбай Жансая
  - Стыбек Айзада
  - Тілеубергенов Мейірлан
  - Шураев Досжан
- ✓ ИОР131

№13 Форма

	Топ	Аты-жөні	Ұялы телефон
1	ИОК133	Өтегенұлы Омирсерик	8-771-466-65-55
2	ИОК133	Ғалымжан Гауһар	
3	ИОК133	Үшкемпір Бибінұр Нұржанқызы	8-707-310-89-90
4	ИОК133	Алиева Арайлым	
5	ИОК133	Алмас Әлия Алмасқызы	8-705-431-30-14
6	ИОК133	Бертаева Сандуғаш Жандуллаевна	
7	ИОК133	Жұмағазы Гүлзат Ержігітқызы	
8	ИОК133	Зейнаділ Жансая Батырханқызы	8-702-817-14-58
9	ИОК133	Мұқа Гүлдана Бақберсінқызы	
10	ИОК133	Мырзабаева Меруерт	8-747-036-46-05

Сурет 1. «Студенттер және ЖОО-ң білім топтары» ақпараттық қоры

Бұл ақпараттық қорының бірнеше қағидалық ерекшеліктері бар:

– Пәндік облысы тұрғысынан қарағанда, студенттер зерттеу объектісі, ал топтар – олар үшін ақпараттық қорыбөлімдері болып табылады;

– Өз кезегінде студент топтары – ең мағызды зерттеу объектілерінің бірі;

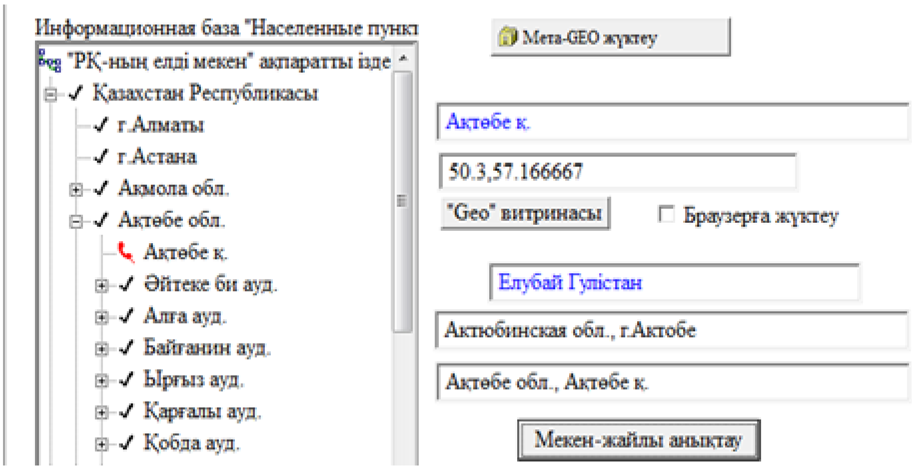
– Кейбір топтар (студенттер) басқаларға қарағанда бір деңгейде болады;

– Ақпараттық бөлімдер бойынша көптеген қайталаулар болады: оқу ұзақтығы, бөлім, түсу жылы, мамандық;

– Бұл ақпараттық қорымен басқа да көптеген ақпарттар байланысты: кафедралар, пәндер, оқытушылар, оқыту тілі, апта күндері және сабақ кестесінің уақытысы және т.б.

2. *Қиын жалғанған ағаш* – бір-біріне аналық және балалық бола алатын екі негізгі тізбегі бар бірқалыпсыз ағаш.

Мысал: Қазақстан Республикасын әкімшілік-аумақтық бөлу (облыстар, аудандар және елді мекендер)



Информационная база "Населенные пункт

"РҚ-ның елді мекен" ақпаратты ізде

- ✓ Қазахстан Республикасы
  - ✓ г.Алматы
  - ✓ г.Астана
  - ✓ Ақмола обл.
  - ✓ Ақтөбе обл.
    - Ақтөбе қ.
    - ✓ Әйтеке би ауд.
    - ✓ Алға ауд.
    - ✓ Байғанин ауд.
    - ✓ Ырғыз ауд.
    - ✓ Қарғалы ауд.
    - ✓ Қобда ауд.

Ақтөбе қ.

50.3,57.166667

Елубай Гүлістан

Актюбинская обл., г.Актобе

Ақтөбе обл., Ақтөбе қ.

Сурет 2. «Қазақстан Республикасын әкімшілік-аумақтық бөлу» ақпараттық қоры

Бұл жерде аудан және облыстар ақпараттық бөлімдер ретінде қарастырылып, зерттеу объектілері ретінде: қала мен ауылдар болады.

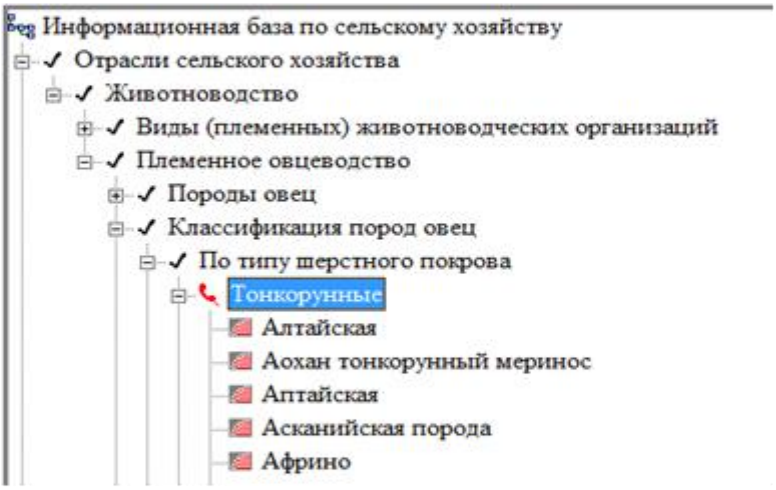
Қала (Алматы, Астана) Республикалық маңызды болуы мүмкін. Ондаиерархияда ол облыс деңгейімен бірдей орналасады. Егер бұл облыстық аурухана немесе облыстық маңызы бар қала (Ақтөбе) болса, онда район деңгейінде орналасады.

Ауылдар көбіне белгілі бір районға жатқызылады, бірақ қалаға бағынатын ауылдар да бар. Бұл жағдайда зерттелетін екі объектіде иерархияның аналық және балалық деңгейлерінде орналасқан және ары қарайғы программалық өңдеу барысында, келеңсіз жағдай туындауы мүмкін: қалабір мезетте ақпараттық қорыжәне зерттелетін объект ретінде «өтеді».

Келесі келеңсіз жағдай, елді-мекендердің атауында пайда болады. Мысалы, Оңтүстік Қазақстан облысының Мақтаарал ауданында «Жамбыл» атауы бар 4 (!) ауыл бар және жүйе оны өткізбейді.

3. Бірегей ағаш –көмекші тізбек бірде бір рет орындай алмайтын ағаш.

Мысал:



- Информационная база по сельскому хозяйству
  - ✓ Отрасли сельского хозяйства
    - ✓ Животноводство
      - ✓ Виды (племенных) животноводческих организаций
      - ✓ Племенное овцеводство
        - ✓ Породы овец
        - ✓ Классификация пород овец
          - ✓ По типу шерстного покрова
            - Тонкорунные
              - Алтайская
              - Аохан тонкорунный меринос
              - Аптайская
              - Асканийская порода
              - Африно

Сурет 3.«Қойтұқымдарыныңклассификация» ақпараттық қоры

Бұл жерде зерттеу объектісі – қой тұқымдары, ал ақпараттық базаларға келесілерді жатқызуға болады: ауыл шаруашылық→мал шаруашылығы→асыл тұқымды қой асырау→қой тұқымдары. Бұл ақпараттық қорының ерекшелігі, оның әр бір бөлімі тек бір рет қана кездеседі.

2. Ағаш құру үшін тұтынушылық элемент класстарын басқару

Жоғарыда көрсетілген ағаштың (ақпараттық қоры) мысалдары әр түрлі пәндік облыстар үшін құрастырылып, өзіне тән арнайы ерекшеліктерге ие, бірақ оларды құрастыру барысында бір программалық құрал қолданылды.

Ағашты құрастыру үшін басқару элементтерінің тұтынушылық класстары құрастырылды(кеңейтілді). [3,4]:

myNode – негізгі класс («Tree Node Control» базалық классымен кеңейтілген), кестеден деректер қорын сығу үшін және қажетті ағаш тізбектерінің қасиеттерін экранда көрсету үшін, сонымен қатар online тұтынушы функциясының режимін қолдану үшін арналған. Оның негізгі әдістерінің ішінен, есептегіш тәрізді тізбектің бірегей локальды идентификаторының генерация әдісін ерекшелеуге болады;

myTree – негізгі класс («Tree View Control» базалық классымен кеңейтілген [5]), ағашты тұтынушылық құру менинтерактивті жұмыс (программистің арнайы қатысуынсыз) үшін арналған. Оның негізгі тұтынушылық әдістері:

– *«Анықтамадан балалық элементті қою»;*

Бұл әдіс алдын ала анықтамаға енгізілген элементті ағашқа, яғни түйіндер қатарына қосу үшін қолданылады. Қолдану үшін ыңғайлы жасалған. Түйінде қай орынға, қай түйіннен кейін немесе қай түйінге балалық болатынын алдын ала таңдайсыз. Бұл әдісті таңдағаннан кейін келесідей таңдаулар шығады:

– дейін – бұл ағашқа таңдалған элементпен деңгейі бірдей, ал ағашта орналасуы бұрын келетін элементті қосу үшін таңдалатын амал;

– кейін – бұл ағашқа таңдалған элементпен деңгейі бірдей, ал ағашта орналасуы кейін келетін элементті қосу үшін таңдалатын амал;

– бірінші балалық – бұл ағашқа таңдалған элементке бірінші балалық болып келетін, ал деңгейі одан бір саты төмен болатын элементті қосу үшін таңдалатын амал;

– соңғы балалық – бұл ағашқа таңдалған элементке соңғы балалық болып табылатын, ал деңгейі одан бір саты төмен болатын элемент қосу үшін қолданылатын амал;

– кері қайту немесе бас тарту – ағашқа элемент қосу әдісінен бас тарту амалы болып табылады.

– «Элементтің белгішесін ауыстыру»;

Таңдалған элементтің ғана белгішесін ауыстыру үшін қолданады. Яғни қолданушы әр элементтің белгішесін әр түрлі, өз қалауы бойынша және қолдану ортасына лайықтап қоюына болады.

– *«Барлық балалық элементтерді жою»;*

Бұл әдіс түйіннің барлық элементтерін жою қажет болған жағдайда қолданылады.

– «Балалық элементтерді ашу»;

Бұл әдіс ағаштағы барлық түйіндердің элементтерін ашу үшін қолданылады. Әдісті іске қосқанда ағаштың жоғарғы түйіндерінен бастап ашуды жүзеге асырады. Түйіндерді ашу рекурсивті функциямен жүзеге асады. Бір түйіннің элементтерін ашып бітпейінше, екінші түйін элементтерін ашуға кіріспейді.

– *«Элементті балалық түйіндерімен қоса жою»;*

Элементті балалық элементтерімен қоса жою. Бұл әдіс түйінді ағаштан балалық элементтерімен қоса өзін де жою қажет болған жағдайда қолданылады.

– *«Ағашты толық көрсету»;*

Бұл әдіс ағашты таңдалған түйін элементтерінен бастап көрсету әдісі орындалмайынша орындалмайды. Себебі бұл әдіс ағаштағы барлық түйіндерді көрсету үшін қолданылады (5-сурет).

– *Ағашты таңдалған түйін элементтерінен бастап көрсету*

Бұл әдіс ағашта көп мәліметті бір мезетте қарап отырмай, қолданушы өзіне қажет түйіннің элементтерін ғана қалдырып, тек сол түйін элементтерімен ғана жұмыс жасайтын кезде қолданылады. Бұл әдісті қолданушыға тиімді басқаруды, қажет емес түйіндерді жасырып жеңіл жұмыс жасауды, жұмыс терезесінің кеңдігін қамтамасыз етеді.

– *«Іздеу жүйесі»;*

Мәліметтер қорынан мәлімет іздеу үшін құрылған жүйе. Іздеу жүйесі жұмыс жасауға қолайлы, сонымен қатар ізделінетін ақпаратты бөлімдер бойынша іздеу, не болмаса ізделінетін ақпараттың бірнеше символын жазсаңыз тауып беретіндей етіп жасалынған. Бұл қолданушыға іздейтін ақпараты жайлы аз мәлімет берсе де, оны оңай табуына көмектеседі. Іздеу жүйесі терезесінде келесідей жолдар бар:

– Ізделінетін ақпараттың бөлімін таңдау;

– Ізделінетін сөз сөздің басында немесе сөз құрамында келетінін таңдау;

– Ізделінетін сөзді жазу жолағы;

– Табылған элементтерді шығару кестесі;

– Табылған элементтер жайлы ақпараттарды көру кестесі.

– «Жаңарту».

Жаңарту көп жағдайда анықтамадан ағашқа түйін қосқанда пайдаланылады. Себебі жаңадан қосқан элемент ағашта бірден пайда болмайды, оны жаңартып жіберу керек. Күнделікті қолданатын Windows-тың басқару элементтеріндегі сияқты жаңарту әдісі.

Жоғарыда аталғандардың негізгі ерешелігі ретінде пәндік облыстың нақты міндеттерін шешу үшін құрастырушылар болашақта әлі үшеуін қолданады:

– «Тізбек бойынша қызметтік ақпаратты қарау» - глобальды және локальды идентификатор тізбектері, кілт және анықтаманың атауы және т.б. жатқызылады;

– «Ағаш қаңқасы – кестесін құру»иерархиялық деректер қорының кестесін жазыққа айналдыру үшін;

– «Зерттеу объектісінің деректер витринасына көші». Бұл әдіс тұтынушы үшін ерекше маңызды, себебі кез келген зерттелетін объект көптеген қасиеттерге, әр түрлі деректер типінің параметрлері (мәтіндік, сандық, күні және тізімі) және деректердің құрылысының «ауысуын» ескере отырып, белгілі бір жерде сақтау және енгізу қажет. Бірақ деректер витринасын құрудың сұрақтары мен мәселесі – ақпараттық базаның логикалық жалғасы ретінде бұл мақаланың шектеуініен шығып, бұл жерде қарастырылайды.

myListbox, **myCombobox** – «тізім» және «ашылмалы тізімнің»сәйкес кілттердің мәнін сақтау шарттарын қанағаттандыратын, нақты кестенің белгілі бір жолының мәнін түзетудің көмегімен экранға шығару әдістерімен және атрибуттармен кеңейтілген, басқару элементтерінің көмекші стандартты класстары;

myClass – ағашпен жұмыс жасаубарысында тұтынушы функцияларында қолданатын, қызметтік атрибуттары және әдістері бар абстрактілі класс.

Қорытынды

Мақалада ақпараттық қорының (иерархиялыұ құрылысы) мысалдары қарастырылды. Тұтынушыларға оларды құру үшін әр түрлі пәндік облыстарының зерттеу объектілерін арнайы программистердің қатысуынсыз жүйелеу және классифициялау үшін форманы басқару элементтерінің классы құрастырылды. Мақаланың авторлар ұжымының ары қарайғы зерттеуі түзетулердің көмегімен, әр түрлі деректер типінің параметрлерін (мәтіндік, сандық, күні және тізімі) енгізу және сақтауға мүмкіндік беретін, бірегей программалық құралдарды қолдана отырып, зерттеу объектісін сипаттайтын, пәдік облыста арнайы деректер витринасын құру болып табылады.

Пайдаланылғанәдебиеттертізімі:

1 Левин А. Базы Данных: реляционные особенности и их практический смысл [Электрон.ресурс]. – URL: http://www.geofaq.ru/art/master/dbr.htm(дата обращения: 15.11.2017) – интернет источники

2 Левин А. Недостатки реляционной модели[Электрон.ресурс]. – URL: http://www.geofaq.ru/art/master/dbr.htm#_Toc183493193(дата обращения: 15.11.2017) – интернет источники

3 SAS Institute Inc (1999) SAS Online Doc, Version 8.

4 Kevin Graham. Object Oriented Programming with SAS/AF. Using Event Handlers and Extending SAS Objects.

5 Lynn Curley, Scott Jackson. Branching Out with the Tree View Control in SAS/AF® Software

УДК 37.012
ГРНТИ 20.01.07

Д.Н. Исабаева[1], Д.А. Шыныбек[2]

[1]п.ғ.к., Абай атындағы ҚазҰПУ-нің қауымдастырылған профессоры, Алматы қ. Қазақстан
[2]Назарбаев зияткерлік мектебінің физика-математика бағытындағы 12С сыныбының оқушысы, Алматы қ. Қазақстан

SKETCHUP ПРОГРАММАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі жаратылыстану ғылымы саласында модельдеу және компьютерлік модельдеу маңызды орын алады. Модельдер практикалық тұрғыдан бізді қоршаған ортаның барлық атрибутын жүзеге асырады. Сондықтан компьютерлік технологияның дамуымен барлық модельдер типін компьютерлік орта көмегімен жүзеге асыруға болады.

3D графика және үш өлшемді графика - бұл компьютерлік графика бөлімінің бірі болып табылады. Техника мен құралдар жиынтығын пайдалану арқылы пішін және түс көмегімен үш өлшемді нысандарды жасауға болады. 3D графика жазықтықта 3D моделін жасауды білдіреді. Бұл арнайы компьютерлік бағдарламалардың көмегімен жасалады. Қазіргі уақытта олардың бірқатары кеңінен таралған. 3D редакторларға: Punch Home Design, SketchUp, ArCon, Realtime Landscaping Plus, Turbo FLOORPLAN Landscape and Deck 12, FloorPlan 3D 12, Autocad, 3ds Max, Sierra Land Designer 3D 7.0, ArchiCad жатады. 3D нысандарын модельдеу үшін көрсетілген 3D редакторларының кез-келгенін таңдауға болады. Соның ішіндегі тиімдісі SketchUp болып табылады. Мақалада SketchUp көмегімен компьютерлік модельдеудің ерекшеліктері қарастырылады.

Түйінді сөздер: модель, модельдеу, компьютерлік моделдеу, үш өлшемді модельдеу, SketchUp

Аннотация

Д.Н. Исабаева [1], Д.А. Шыныбек [2]
[1]к.п.н., ассоц.профессор КазНПУ имени Абая, г.Алматы. Казакстан
[2] ученик 12-класса Назарбаев интеллектуальной школы физико-математического направления, г.Алматы. Казакстан

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ SKETCHUP

В сфере современных естественных наук важное место занимает моделирование, компьютерное моделирование. Модели реализуют практически все атрибуты нашего окружения. Поэтому с развитием компьютерных технологий практический все типы моделей можно осуществить при помощи компьютерной среды. Наиболее эффективным является использование компьютерной среды при трехмерном моделировании. 3D графика или трёхмерная графика – это один из разделов компьютерной графики. С помощью комплекса приемов и инструментов можно создать объемные объекты при помощи форма и цвета. 3D графика подразумевает построение трехмерной модели на плоскости. Выполняется это при помощи специализированных компьютерных программ. В настоящее время их достаточно много. К 3D редакторам относятся: Punch Home Design, SketchUp (Google SketchUp), ArCon, Realtime Landscaping Plus, Turbo FLOORPLAN Landscape and Deck 12, FloorPlan 3D 12, Autocad, 3ds Max, Sierra Land Designer 3D 7.0, ArchiCad. Для моделирования объектов трехмерной графики, можно выбрать любой, из указанных 3D редакторов. Один из удобных 3D редакторов является SketchUp. В статье рассматривается особенности компьютерного моделирования с помощью SketchUp и приводится примеры.

Ключевые слова: модель, 3D графика, моделирование, компьютерное моделирование, трехмерное моделирование, SketchUp, компьютерная программа.

Abstract

PECULIARITIES OF COMPUTER MODELING WITH SKETCHUP

Issabayeva D.N.[1], Shynybek D.A.[2]
[1]Cand. Sci.(Pedagogical), Associate Professor Abay KazNPU, Almaty. Kazakhstan
[2] student of the 12th grade Nazarbayev Intellectual School of physics and mathematics, Almaty. Kazakhstan

In the field of modern natural sciences, an important place is occupied by modeling, computer modeling. Models implement almost all the attributes of our environment. Therefore, with the development of computer technology, all types of models can be implemented using a computer environment. The most effective is the use of a computer environment in three-dimensional modeling. 3D graphics or three-dimensional graphics - this is one of the sections of computer graphics. Using a set of techniques and tools, you can create three-dimensional objects using shape and color. 3D graphics means building a 3D model on a plane. This is done with the help of specialized computer programs. At present, there are a lot of them. 3D editors include: Punch Home Design, SketchUp (Google SketchUp), ArCon, Realtime Landscaping Plus, Turbo FLOORPLAN Landscape and Deck 12, FloorPlan 3D 12, Autocad, 3ds Max, Sierra Land Designer 3D 7.0, ArchiCad. To model 3D objects, you can select any of the specified 3D editors. In our article, SketchUp and other graphical editors of 3D modeling are used as toolkits. This article discusses the features of computer modeling with SketchUp and gives examples.

Key words: model, 3D graphics, modeling, computer modeling, 3D modeling, SketchUp, computer program.

Мемлекет басшысы Н.Назарбаев «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына жолдауында «IT-білімді ...дамытуға баса көңіл бөлу керек» деп, өскелең ұрпақтың ақпараттық технология саласынан жан-жақты білімін дамытуға баса назар аудару қажеттігін айтқан [1].

Қазіргі ақпараттық технология ғылымы саласында модельдеу және компьютерлік модельдеу маңызды орын алады. Модельдер практикалық тұрғыдан бізді қоршаған ортаның барлық атрибутын жүзеге асырады. Сондықтан компьютерлік технологияның дамуымен барлық модельдер типін компьютерлік орта көмегімен жүзеге асыруға болады. Бұл туралы. Н.Винер, «Кез келген машинаға қаншалықты терең және ойластырылған тапсырманы қоюымызға байланысты пайдалылығы арта түседі. Адамның идеясы болуы керек, сонда машина оларды тексеру мен жүзеге асыру үдерісін тездетеді, мұның негізі зерттелетін құбылыстың жақсы моделі болып табылады» деп [2], модель мен компьютерлік модельдеуге жоғары баға берген.

Адамзат ертеден-ақ объектілерді, процестерді, әр түрлі саладағы құбылыстарды зерттеу барысында модельдеу (қасиеттері ұқсас шағын үлгісін, баламасын салу) тәсілін қолданып келеді. Модельдеу адамның өз іс-әрекетін алдын ала жоспарлап, дұрыс шешім қабылдауына әсер етеді. Модельді талдау нәтижесінде, нақты күрделі объектіні тереңірек білуге мүмкіндік туады. Мұндағы шын мәніндегі нағыз табиғи объект, яғни нақты объект прототип немесе түпнұсқа деп аталады.

Модель дегеніміз - нақты объектіні, процессті немесе құбылысты ықшам әрі шағын түрде бейнелеп көрсету. *«Модель»* термині латынның *«modelium» – шара, кейіп, сипат, әдіс,* т.с.с сөзінен шыққан. Оның алғашқы мәні құрылыс өнерімен байланысты болды, ол еуропа тілдерінің баршасында дерлік *кейіпті, образды* немесе *елесті,* немесе басқа зат іспеттес затты белгілеу үшін қолданылды [3].Модель ұғымын күнделікті өмірде көптеп кездестіруге болады. Мысалы, доптың, машинаның, математикалық амалдар мен геометриялық бейнелердің, үйдің моделдері және т.б.

Компьютерлік модель (computer model) – программалық ортаның құралдарымен жасалынған модель. Қазіргі таңда компьютерлік модельдеуді 3D (ағылшын тілінен 3-Dimensional) үш өлшемді объект ортасында жүзеге асыруға болады. 3D модельдеу – бұл нысанның үш өлшемді моделін құру процесі. 3D модельдеу арқылы кез келген объектінің көлемді бейнесін құруға, бізді қоршаған әлемді модельдеуге болады және 3D көмегімен орындалатын объектілер мүмкін болмайтын нәрселерді көруге мүмкіндік береді [4].

3D модельдеу арнайы компьютерлік программалардың көмегімен орындалады. Қазіргі таңда мұндай бірқатар программаларды атауға болады:Punch Home Design, SketchUp (Google SketchUp), Realtime Landscaping Plus, Turbo FLOORPLAN Landscape and Deck 12, FloorPlan 3D 12, Autocad, 3ds Max, ArchiCad 17.

Соның ішінде SketchUp (Google SketchUp) үшөлшемді модельдеуді жүзеге асыруға, құруға, өңдеуге және презентациялауға мүмкіндік беретін қарапайым программа. Sketch Up программасында компьютерлік модельдеудің еркшеліктері 3D архитектурадағы эскиздік модельдеу, ғимараттарды моделдеу, жоғалып кеткен ғимараттарды модельдеу; интерьер дизайны; ландшафт дизайны; сыртқы жарнаманың дизайны; бұйымдарды 3D басу құрылғысында баспаға шығару үшін модельдеу және т.б. қолдануға болатындығында. Сонымен қатар SketchUp көмегімен оқиғаны модельдеу де маңызды ерекшелігі болып табылады.

Оқиғаны модельдеу (информатикада, программалық қамтамасыз етуде) деп, кез келген болып жатқан оқиғаны немесе болған оқиғаны модельдеуді айтамыз. SketchUp-та жер ландшафтын модельдеу оқиғаны модельдеуге мысал бола алады. Мұны SketchUp құралдарымен бірге «Песочница *(Sandbox)*» құралын қолдана отырып, модельдейміз.

Песочница (Sandbox) құралының көмегімен**,** жазықтықты құру мен манипуляциялауға негізделген. Жазықтықтар жазық үшбұрышты ұяшықтармен тор түрінде модельденеді.

Песочница (Sandbox) –ға келесі құралдар кіреді:

from Contours рельефтерді құру үшін қолданылады, әртүрлі биіктіктегі орналасқан сызықтармен қалыптасады.

From Scratch жаңа торды құру үшін қолданылады.

Stamp рельефке объектіні қондыру және орналастыру үшін қолданылады.

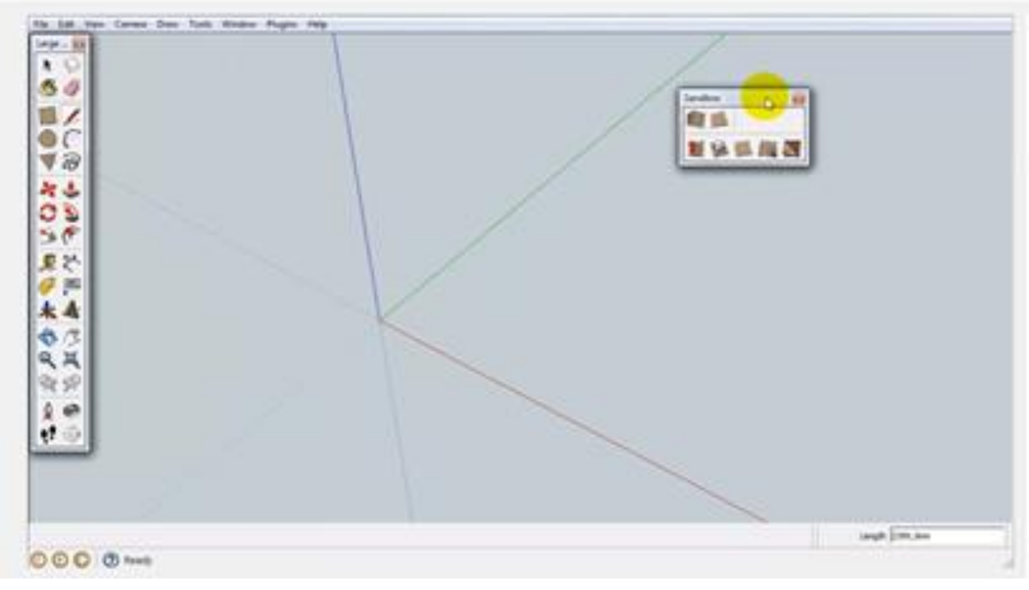
Drape рельефтің жазықтығын жаңа жазықтық жасай отырып қияды.

Add Detail тор ұяшықтарын кішкене үшбұрышты ұяшықтарға бөлу арқылы бөлшектеуге арналған.

Smoove алдын ала дайындалған торды бұзу арқылы рельефті созуға арналған.

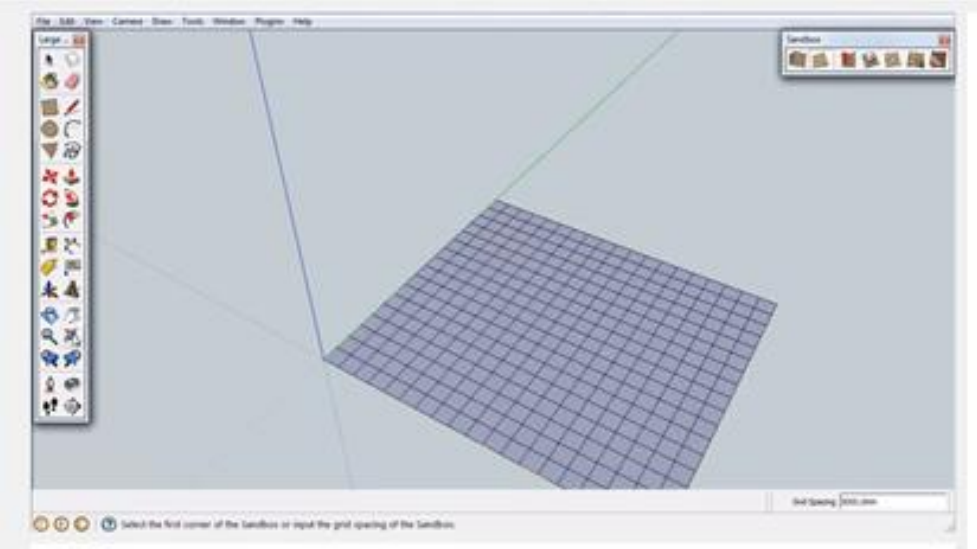
Flip Edge қажет емес рельефтің бөліктерін түзетуге арналған.

SketchUp программасынан *Sandbox* құралын ыңғайлы етіп орналастырып аламыз (сурет 1)



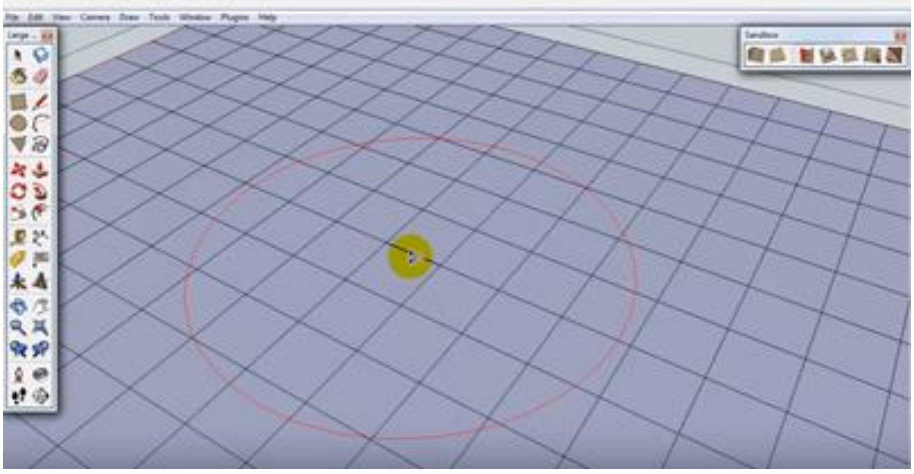
Сурет 1. Sandbox құралын таңдау

Тор құралын қолдану арқылы, төмендегідей қажетті жер бөлігін белгілеп аламыз (2-сурет).



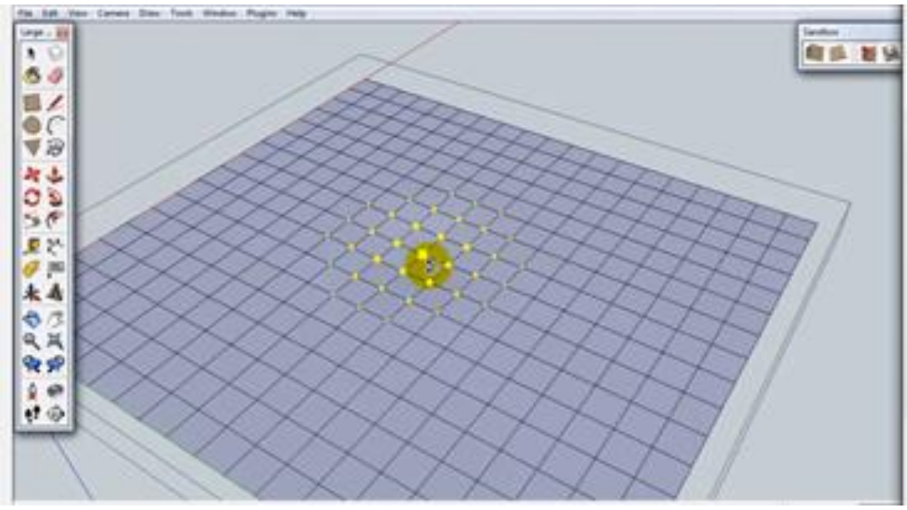
Сурет 2. Қажетті жер бөлігін белгілеу

Smoove модельдеу құралының көмегімен ландшафт көрсетілетін жерді белгілейміз. Белгіленген аумақ қызыл түсті шеңбермен бейнеленеді. Оның радиусын өзгертуге болады (3-сурет).



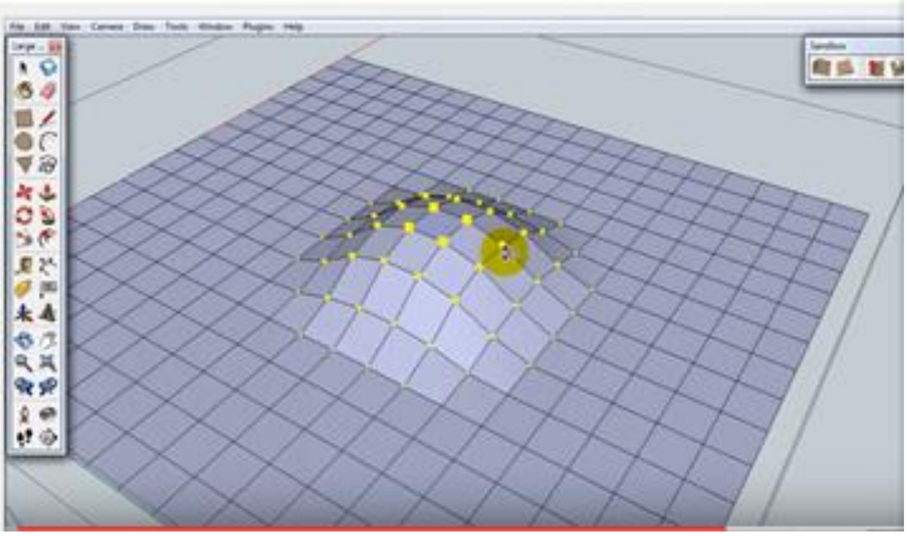
Сурет 3. Қажетті дұмпуіл көрсетілетін жерді белгілеу

Тінтуірмен бір рет шерткенде, қызылмен белгіленген аймақ, сары түске айналады (4-сурет).



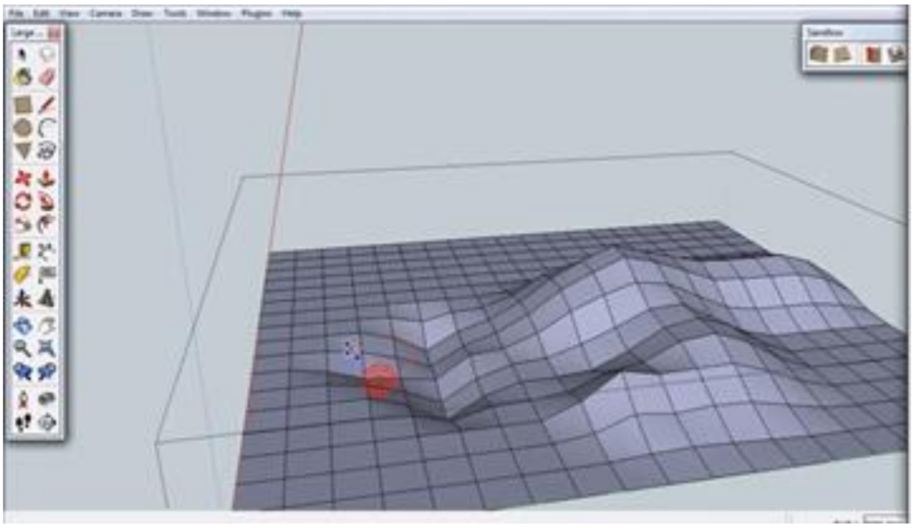
Сурет 4. Төбе көрсетілетін аумақтың белгіленуі

Белгілеп алғаннан кейін, ол жерді не жоғары не төмен созамыз (5-сурет).



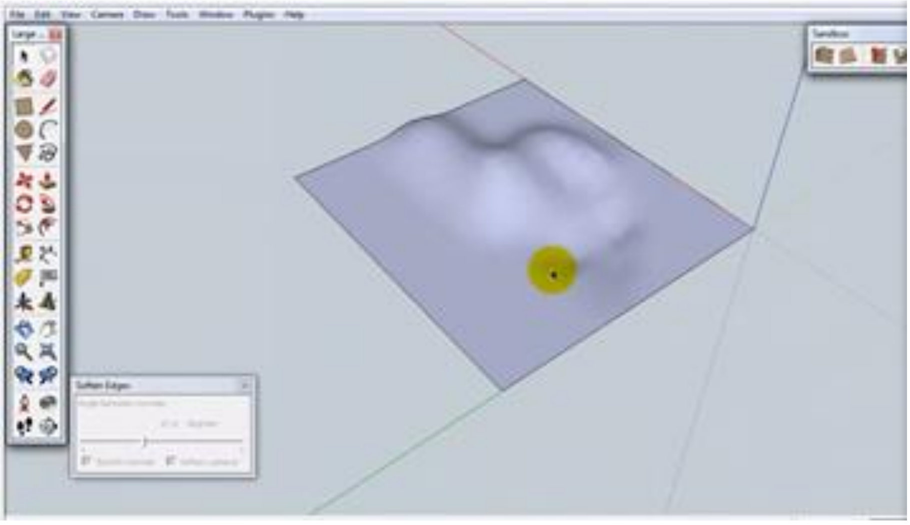
Сурет 5. Дүмпуілді көрсету.

Осылайша, бірнеше төбелерді немесе жоталарды саламыз (6-сурет).



Сурет 6. Бірнеше төбелерді және жоталарды саламыз.

Енді, бұрыштарын тегістеу үшін, арнайы *«Бұрыштарды тегістеу (Сглаживание углов)»* бөліменен *«Бұрыштарды тегісте (Сгладить углы)»* бөлімін таңдаймыз да *«Тегістеу параметрін (Параметр сглаживание)»* көрсетеміз. Сонда модель келесідей түрге ие болады (7-сурет).



Сурет *7. Тегістеу параметрін қолдану*

Әрі қарай ландшафты түрлі объектілермен қалауымызша суреттегідей модельдеуге болады (8-сурет).

Сурет 8. Ландшафты дизайны

Қорыта келе, SketchUp компьютерлік модельдеу программасының осындай ерекшеліктері мен мүмкіндіктерін пайдаланып, түрлі затты, оқиғаны және т.б. модельдеуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 *Н.Назарбаев «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына жолдауы, 2017.*

2 *Н.Винер. The Human Use Of Human Beings: Cybernetics And Society. – 1988. – 200 с.*

3 *М. Р. Когаловский. Перспективные технологии информационных систем М.: ДМК Пресс, - 2003, 288 с.*

4 *3D моделирование в SketchUp 2017. http://prosketchup.narod.ru/uchebnik.htm*

УДК 004.03
ГРНТИ 50.01.07

Д.Н. Исабаева[1] , А. Садратдин[2]

[1]п.ғ.к., Абай атындағы ҚазҰПУ-нің қауымдастырылған профессоры,
Алматы қ. Қазақстан
[2]Абай атындағы ҚазҰПУ, 6М070300- Ақпараттық жүйелер, 1 курс магистранты,
Алматы қ. Қазақстан

БІЛІМ ДЕҢГЕЙІН ТЕСТІЛЕУДІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ

Аңдатпа

Бүгінгі таңда Қазақстанның барлық білім беру мекемелерінің алдындағы міндеттердің бірі - білім сапасын бақылауды арттыру. Бұл мәселе білім беру мекемелері арасындағы бәсекелестік, сондай-ақ білім беру сапасын бақылау мәселелеріне ерекше көңіл бөлінетін білім беру жүйесін европалық стандарттарға жақындатуға бағдарлаудан туындап отыр. Мақалада білімді тестілеудің автоматтандырылған жүйесі қарастырылған. Білімді тестілеу үдерісін автоматтандыруға мүкіндік беретін программалық өнімдердің көптілігіне қарамастан, олардың бірқатарының кемшілігі де жоқ емес. Сондықтан, нақты пайдаланушыға бағытталған жаңа құралды құрылымдау маңызды және өзекті мәселе болып табылады. Аталған мақалада білімді тестілеудің автоматтандырылған жүйесін құру талаптары қарастырылған. Мұндай жүйені енгізу оқытушы мен оқушының уақытын үнемдеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар білімді мейлінше нақты бағалауға жағдай жасайды.

Түйінді сөздер: тест, жүйені автоматтандыру, компьютер, құрал, білім, бақылау, тестілеу.

Аннотация

Д.Н. Исабаева[1] , А. Садратдин[2]
[1]к.п.н., ассоц.профессор КазНПУ имени Абая, г.Алматы. Казахстан
[2] магистрант 1- курса специальности 6М070300- Информационные системы, КазНПУ имени Абая, г.Алматы. Казахстан

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

На сегодняшний день перед всеми учебными заведениями Казахстана стоит актуальная задача повышения контроля качеств знаний. Основополагающими причинами являются: конкурентная борьба между образовательными учреждениями, а также ориентация системы образования на сближение с европейскими стандартами, в которых особое внимание уделяется вопросам контроля качества образования. В статье рассматривается создание автоматизированной системы тестирования знаний. Несмотря на то, что разработано достаточное количество программных продуктов, позволяющих автоматизировать процесс тестирования знаний, многие из них обладают недостатками, либо излишней функциональностью. Разработка нового продукта, ориентированного на конкретного пользователя, является важной и актуальной задачей. В данной статье рассмотрено требование системе автоматизации тестирования знаний. Внедрение данной системы позволить экономить время преподавателей и учащихся, а также приведет к более объективному оцениванию знаний.

Ключевые слова: тест, автоматизация системы, компьютер, средства, знание, контроль, тестирование.

Abstract

CREATION OF AUTOMATED KNOWLEDGE TESTING SYSTEM

Issabayeva D.N. [1], Sadratdin A[2],

[1]Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor of the Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan

[2] Student of Master Programme in Information systems, Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan

Today, all educational institutions in Kazakhstan face the urgent task of improving the control of the quality of knowledge. The main reasons are: competitive struggle between educational institutions, as well as the orientation of the education system towards rapprochement with European standards, in which special attention is paid to the issues of quality control of education. The article deals with the creation of an automated knowledge testing system. Despite the fact that a sufficient number of software products have been developed to automate the process of testing knowledge, many of them have deficiencies or excessive functionality. The development of a new product, focused on a specific user, is an important and urgent task. In this article, a requirement is considered for the automation of knowledge testing. The introduction of this system will allow to save time for teachers and students, and also lead to a more objective assessment of knowledge.

Key words: test, system automation, computer, facilities, knowledge, control, testing.

Жаңа технологиялық инновацияларға және еліміздің болашақ жаңару мен даму бағдарламасына сәйкес барлық сала бойынша өз деңгейінде компьютерліндіру жүйесі қызмет етіліп келеді. Бүгінгі күнде осы мәселе жоғарыда айтылған үрдісті де қамтып отыр. Осындай жаңа техниканың, яғни компьютердің пайда болуы, барлық сала бойынша біршама тиімділігін көрсетті. Тұтынушы мен қолданушының айтарлықтай тиімді құралдарының біріне айналған – компьютер құрылғысы қазіргі заманда әлемдегі барлық адамдардың тынымсыз, еңбек етуші құрылғысына айналып отыр.

Қазіргі жоспарланып отырған тестілеу процесін компьютерліндіру біршама қиындықтарды талап етсе де, соңында сапалы нәтиже керектігі дәлелденіп отыр. Тестілеу процесін компьютерліндіру айтарлықтай бірнеше айырмашылықтарымен ерекшеленеді. Әсіресе, тестілеу процесін компьютерлендіру білім алушылардың білім деңгейін тестілеудің автоматтандырылған жүйесін құруды қажет етеді.

Автоматтандырылған жүйені жобалау мәселелері (бірізділік, белгілі сатыдағы жобалық қызметтің мазмұны және т.б.) И.В.Бочкова, М.М.Буняев, Г.М.Киселев, Т.А.Сергеева, Н.Невуева, О.К.Филатов, Е.Бидайбеков, Б.Бостанов және т.б. жұмыстарында қарастырылған [1].

Сонымен бірге бағдарламалық орталарды құру (К.Г.Кречетников), көп функционалды оқыту - ақпараттық құралдарды (С.В.Панюкова) компьютерленген оқу құралдарын (И. Г. Захарова, Л.Х.Зайнутдинова, Э.Г.Скибицкий, В.А.Стародубцев, В.Ф.Шолохович), компьютерлік оқытатын жүйелерді (А.И.Башмаков, И.А.Башмаков), компьютерлік және телекоммуникациялық технологияларға (П.И.Образцов, И.В.Роберт) негізделген кәсіби бағытталған пәндік бағдарламалық-дидактикалық комплекстер құру бойынша жұмыстарда автоматтандырылған тестілеу жүйесінің болуы міндетті екені келтірілген [2, 3].

Автоматтандырылған жүйе жасауда негізгі рөл программистке беріледі. Алдын-ала жоспардың негізінде автоматтандырылған жүйе құрастыру кезеңдері анықталады (оларды жобаның өмірлік циклдарының кезеңдері деп те атайды). Автоматтандырылған жүйе құрастыруда мынандай технологиялық тізбек болады.

- әдістемелік бөлім (тұжырымдаманы жасау, бастапқы материалдардың жобалануы, дайындығы);
- интерфейсті жасау – инженерлік-эргономикалық бөлім;
- қабықшаны толтыру, жұмысты тестілеу және отладка - өндірістік бөлім.
- автоматтандырылған жүйе оқыту үрдісіне енгізу, ақпараттық орта шеңберінде автоматтандырылған жүйе арқылы.

– мұғалім мен оқушының өзара әрекеттесуі – ұйымдастырушылық- әдістемелік бөлім.

Тестілеу – бұл мақсатқа бағытталған, барлық байқалушылар үшін бірдей, қатал бақылау жағдайында жүргізілетін, педагогикалық үдерістің оқып-үйренетін сипаттамаларын объективті түрде өлшеуге мүмкіндік беретін үдеріс. Тестілеу басқа тәсілдерден нақтылығы, қарапайымдылығы, жеткіліктілігі, автоматтандыру мүмкіндігімен ерекшеленеді [4].

Тестілеу бағалаудың мейлінше объективті тәсілі болып табылады, және бірқатар принциптерге жауап береді:

– үлкен санды сыналушыларға бірыңғай сынақ сериясын қолдану;

– нәтижелерді статикалық өңдеу;

– бағалау эталондарын ерекшелеу.

Педагогикалық тестілеу саласында негізгі екі тәсіл бар:

– нормативті-бағдарланған;

– критериалды-бағдарланған.

Бірінші тәсіл үшін басқа білім алушылардың нәтижесімен жеке нәтижені салыстыру тән. Бұл тестер оқу жетістіктері деңгейін салыстырумен, ранжирлеумен және іріктеумен байланысты міндеттерді шешуге арналады.

Екінші тәсіл негізінде тестілеудің жеке нәтижелерін оқытудың берілген кезеңінде білім алушылар меңгеруі тиіс білімнің жалпы көлемімен салыстыру жатады. Бұл тестілеулер сыналушы меңгерген оқу материалының көлемін бағалаумен байланысты есептерді шешуге қолданылады.

Білімді тестілеу жүйесі тесті құру мен редакциялауға, тестілеуді жүргізуге және нәтижелерді талдауға арналады. Ақпараттық технологиялардың қазіргі даму деңгейінде мұндай жүйені қолдану өте ыңғайлы, бұдан басқа практикалық түрде оқыту үдерісін жетілдіру үшін де қажет болып табылады.

Оқыту үдерісін жетілдіру әртүрлі критерийлері бойынша жүзеге асырылады. Оқыту үдерісінің маңызды құрамды бөлігі – білімді бақылаудың объективті әдістемесін дайындау болып табылады.

Білім сапасын бақылаудың негізгі қызметтері:

Бақылау қатені көру мүмкіндігін, оқыту нәтижесін бағалауға, білімнің олқылықтарын түзетуге мүмкіндік береді;

Дұрыс ұйымдастырылған білімді бақылау қатені дұрыстау бойынша мақсатқа бағытталған жұмысқа ұмтылыс жасауға көмектеседі;

Білімді бағалауда объективтілік мәселелері де жоқ емес. Әртүрлі Мұғалімдердің бірдей бағасы білімнің түрлі деңгейіне сәйкес келуі мүмкін. Бұл мәселе тестілеу арқылы шешілуі мүмкін.

Компьютерлік тестілеу әдісімен білімді бағалаудың артықшылығына келесілер жатады:

– тестілеу нәтижелерін өңдеудің оперативтілігі;

– оқушылар білімін меңгеру үдерісінің даралығы;

– мұғалімдерді көп жұмыстан босату.

Соған қарамастан, тестіні жазу және тапсырмаларды қалыптастыру оқытушылардың мойнына жүктеледі, бұл міндет те қарапайым емес екендігі белгілі. Тесті орындауға кететін уақыттық шектеуді ескере отырып, оқылып жатқан курстың бағыты мен білім алушылардың мүмкіндіктеріне сәйкестік тұрғысынан тестің сапасын бағалау қажет.

Программалық-есептеу кешені пәннің оқу жоспарындағы тақырыптар бойынша білім алушылардың білімін тестілеуді автоматтандыруға арналады. Жүйе Интернет басты желісінде жұмыс істеуі тиіс.

Ұйымдастырушылық- әдістемелік бөлімде программалық есептеуіш жүйесін екі үлкен ішкі жүйеге бөлуге болады: "Оқушы" және "Мұғалім". Оқушылардың білімін тестілеуді автоматтандыру жүйесіне қолжетімділік құқығы «Оқушы», «Мұғалім», «Администратор» мәнін қабылдай алады. Жаңа пайдаланушыны тіркегеннен кейін ақпаратты тексергеннен кейін әрбір тіркелген пайдаланушы, келтірілген мәндердің біреуіне кіру құқығына ие болады.

Мұғалім оқу жоспарына сәйкесінше тестілерді орналастырады және оқушыларға кіруге рұқсатты ашады. Оқушылар жүйенің қызметімен танысу үшін байқау тестінен өтуге, сонымен қатар кіруге рұқсат етілген тестен өтуге және тақырыптың теориялық бөлімін оқып-игеруге құқығы бар. Администратор жүйенің барлық бөлігіне кіруге және өзгертуге, өшіруге және тестіні және теориялық блокторын құруға, оқушылардың тіркелуін бекітуге және тексеруге мүмкіндігі бар. Пайдаланушыны кіргізу үшін жүйемен жұмыстың басында пайдаланушыға жеке ат және пароль меншіктеледі.

Пайдаланушы «Оқушыға» тесті шешуге, теориялық материалмен танысуға, сонымен қатар «Мұғалім» мен «администраторға» хабарлама қалдыруға мүмкіндік береді.

Дайындалатын ішкіжүйе пайдаланушыға барлық мүмкіндік беруі тиіс:

- жүйемен жұмыс істеуді оқыту үшін байқау тестілеуінен өту;
- тест өту жоспарланатын, пәнді және тақырыпты таңдау;
- берілген тақырып бойынша теориялық блокпен таныстыру;
- «Мұғалім» ішкіжүйесінде берілген рұқсат негізінде тестен өту;
- өтілген тестің нәтижесі бойынша есеп алу;
- Мұғаліммен хабарлама алмасып отыру;

Жүйе арнайы талаптарға сәйкес болуы тиіс:

Қауіпсіздік жүйенің қызметіне қолжетімділік тіркелген пайдаланушыға ғана ашық болуы тиіс;

Кіру – жүйенің мүмкіндіктеріне кіру локальды, сонымен қатар интернет желісімен де мүмкін болуы тиіс.

Сенімділігі – Оқушыларға тестен өту туралы мәліметтердің сақталуы мен қолжетімділігін қамтамасыз ету қажет;

Жүйені қолдану бойынша жетекшілік мұғалім мен оқушыларға арналған нұсқауларға бөлінуі тиіс.

Оқушыларға арналған нұсқаулар жүйеге тіркелу бойынша түсіндірмелер мен ондағы жұмыстың сипаттамасын қамтуы тиіс.

Дайындалатын жүйе суденттердің білімін тестілеуді автоматтандыруға арналады. Программалық-есептеуіш жүйесін екі үлкен ішкіжүйеге бөлуге болады: "Оқушы" және "Мұғалім".

Оқушылардың білімін тестілеуді автоматтандыру жүйесіне қолжетімділік құқығы «Оқушы», «Мұғалім», «Администратор» мәнін қабылдай алады. Жаңа пайдаланушыны тіркегеннен кейін ақпаратты тексергеннен кейін әрбір тіркелген пайдаланушы, келтірілген мәндердің біреуіне кіру құқығына ие болады.

Мұғалім оқу жоспарына сәйкесінше тесітелерді орналастырады және студеттерге кіруге рұқсатты ашады. Оқушылар жүйенің қызметімен танысу үшін байқау тестінен өтуге, сонымен қатар кіруге рұқсат етілген тестен өтуге және тақырыптың теориялық бөлімін оқып-игеруге құқығы бар. Администратор жүйенің барлық бөлігіне кіруге және өзгертуге, өшіруге және тестіні және теориялық блокторын құруға, оқушылардың тіркелуін бекітуге және тексеруге мүмкіндігі бар. Пайдаланушыны кіргізу үшін жүйемен жұмыстың басында пайдаланушыға жеке ат және пароль меншіктеледі.

Пайдаланушы «Оқушыға» тесті шешуге, теориялық материалмен танысуға, сонымен қатар «Мұғалім» мен «администраторға» хабарлама қалдыруға мүмкіндік беріледі.

Дайындалатын ішкіжүйе пайдаланушыға барлық мүмкіндік беруі тиіс:

- жүйемен жұмыс істеуді оқыту үшін байқау тестілеуінен өту;
- тест өту жоспарланатын, пәнді және тақырыпты таңдау;
- берілген тақырып бойынша теориялық блокпен таныстыру;
- «Мұғалім» ішкіжүйесінде берілген рұқсат негінде тестен өту;
- өтілген тестің нәтижесі бойынша есеп алу;
- мұғаліммен хабарлама алмасып отыру;

Қорыта келе, автоматтандырылған жүйе арнайы талаптарға сәйкес болуы тиіс:

- қауіпсіздік – жүйенің қызметіне қолжетімділік тіркелген пайдаланушыға ғана ашық болуы;
- кіру – жүйенің мүмкіндіктеріне кіру локальды, сонымен қатар интернет желісімен де мүмкін болуы:
- сенімділігі – оқушыларға тестен өту туралы мәліметтердің сақталуы мен қолжетімділігін қамтамасыз ету;
- жүйені қолдану бойнша жетекшілік мұғалім мен оқушыларға арналған нұсқауларға бөлінуі.
- оқушыларға арналған нұсқаулар жүйеге тіркелу бойынша түсіндірмелер мен ондағы жұмыстың сипаттамасын қамтуы.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Аванесов В.С. Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля. - СПб., Госуниверситет, 1994. – 339 с.

2 Рабинович Ф.Н. О составлении тестов для контроля понимания в процессе чтения. / Иностранные языки в школе - 1977. - №3, - с. 23-31.

3 Войшвилло Е.К., Дегтярев М.Г. Логика с элементами эпистемологии и научной методологии. - М.: Интерпракс. 1994. -448 с.

4 Бидайбеков Е.Ы., Бостанов Б. Білімді ақпараттандыру және оқыту мәселелері. – А., 2015. -215б.

УДК 001.891.57:53
ГРНТИ 28.17.23

Л.Г. Касенова[1]*, Г. Мусайф*[2]

[1,2] *Казахский университет экономики, финансов и международной торговли,*
г. Астана, Казахстан

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК МЕТОД НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация

Актуальность моделирования физических процессов обоснована тем, что в ряде случаев постановка эксперимента требует сложной техники или вообще невозможна. Использование компьютерной техники открывает широкие перспективы постановки принципиально новых задач, к которым можно отнести задачи с трудными для анализа сложными математическими выражениями, и те, которые имеют только численное решение. В настоящей статье выбор остановлен на моделировании броуновского движения, представляющего собой чрезвычайно сложное явление и находящееся в противоречии со вторым началом термодинамики, что создает стимулы и мотивацию к его постоянному изучению.

В статье предложены простые способы моделирования явлений с целью наглядного раскрытия сути, что дает возможность обучающимся получить не только декларативные, но и процессуальные знания.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, физические процессы, исследовательская деятельность студента.

Аңдатпа

Л.Г. Касенова[1]*, Г. Мусайф*[2]

ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ҒЫЛЫМИ ТАНЫМ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ РЕТІНДЕ

[1,2] *Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Астана қ., Қазақстан*

Физикалық процестерді модельдеу өзектілігі - бірқатар кездерде эксперимент қоюға мүмкіндік болмаған немесе күрделі техниканы қажет еткен жағжайларға негізделген.

Компьютерлік техниканы пайдалану жаңа міндеттер қойылу мүмкіндіктеріне кеңінен жол ашады. Оларға күрделі математикалық өрнектің қиын талдау міндеттерін немесе тек сандық шешімі бар міндеттерін жатқызуға болады. Осы мақалада броундық қозғалыс моделіне таңдау тоқтатылған. Бұл -термодинамиканың екінші басталуына қайшы келген, үнемі зерттеулерге ынталандыратын, күрделі құбылыстардың бірі болып табылады.

Мақалада құбылыстардың көрнекілік мәнін ашу мақсатында модельдеудің қарапайым тәсілдері ұсынылған, бұл білім алушыларға декларативті біліммен қатар процессуалды білім алуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: компьютерлік модельдеу, физикалық процестер, студенттің зерттеу қызметі

Abstract

COMPUTER MODELING OF PHYSICAL PROCESSES AS A METHOD OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE AND RESEARCH

Kassenova L.G.[1]*, Mussaif G.*[2]
1,2 The Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Astana, Kazakhstan

The actuality of modeling physical processes is justified by the fact that in a number of cases the setting up of an experiment requires complex techniques or is generally impossible. The use of computer technology opens up broad prospects for posing fundamentally new problems, to which one can include problems with difficult mathematical expressions for difficult analysis, and those that have only a numerical solution. In this article, the choice is stopped by modeling Brownian motion, which is an extremely complex phenomenon and is in contradiction with the second law of thermodynamics, which creates incentives and motivation for its constant study.

The article suggests simple ways of modeling phenomena for visualizing the essence, which enables students to obtain not only declarative, but also procedural knowledge.

Key words: computer modeling, physical processes, research activity of a student

Введение. Моделирование, в том числе и компьютерное моделирование, неотделимо от развития знания. Практически во всех науках о природе построение и использование моделей является одним из орудий познания. Реальные объекты и процессы – сложны и многогранны, поэтому лучшим способом их изучения является построение модели, отображающей грань реальности.

Компьютерное моделирование – метод анализа реальных или ожидаемых физических процессов с помощью компьютерной техники, когда процессы моделируются согласно определенной последовательности физических механизмов.

Преимущество компьютерных систем моделирования – их высокая интеграция и интерактивность. На современном этапе для моделирования физических процессов актуальны специальные пакеты прикладных программ, графических и табличных процессов, визуальных и когнитивных сред, работающих в режиме реального времени. В настоящее время разработаны алгоритмы и комплексные пакеты программ, описывающие достаточно сложные, быстропеременные и градиентные физические процессы, и явления.

Физика – наука, в которой моделирование является чрезвычайно важным методом исследования. Наряду с традиционным делением физики на экспериментальную и теоретическую сегодня уверенно выделяется третий фундаментальный раздел – вычислительная физика и компьютерное моделирование. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов на основе имеющейся модели.

Компьютерное моделирование дает возможность учитывать большое количество переменных, предсказывать развитие нелинейных процессов, возникновение синергетических эффектов, что позволяет не только получить прогноз, но и определить, какие управляющие воздействия приведут к наиболее благоприятному развитию событий.

Качественные выводы, сделанные по результатам компьютерного моделирования, позволяют обнаружить такие свойства сложной системы, как ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и другие составляющие.

Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему [1].

Основная часть. Одним из основных направлений использования компьютерного моделирования является поиск оптимальных вариантов внешнего воздействия на объект с целью получения наивысших показателей его функционирования.

Применение в курсе физики моделирования как метода учебного познания является одной из основных задач физического образования, поскольку способствует становлению правильных представлений о современной научной картины мира, формированию научного мировоззрения, развитию творческого мышления, а также позволяет студентам проводить на своем уровне научные исследования явлений, процессов, объектов. Таким образом, моделирование персонифицирует личность студента как исследователя.

Существует несколько направлений использования моделирования физических процессов.

1. Самостоятельное построение и исследование информационных моделей физических процессов на лабораторных занятиях (с использованием языков программирования C++, JavaScript и пр., а также электронных таблиц и диаграмм Microsoft Excel).

Процесс обучения можно сделать наглядным и понятным, используя компьютерное динамическое моделирование. Для физических моделей выбраны задачи из курса физики: траектория спутника Земли и траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту с учетом и без учета сопротивления воздуха. Здесь можно варьировать угол бросания, начальную скорость, а также форму и массу тела, значения которых определяют величину баллистического коэффициента. Так же очень наглядно программа развертки затухающих колебаний математического маятника.

Выполнение этих работ позволяет достигать двух целей:

- студент пишет на изучаемом языке программирования несложные по своей логике программы;
- создает на экране дисплея среду, позволяющую управлять моделью изучаемого процесса, варьируя исходными данными и, таким образом, лучше понимать его, исследуя и анализируя результаты своего воздействия на него.

2. Использование готовых компьютерных моделей по физике в мультимедийных курсах, например, в ходе выполнения виртуальных лабораторных практикумов.

3. Сравнение результатов при использовании компьютерной модели и проведение реального физического эксперимента.

4. Использование компьютера для создания графической или математической модели по результатам проведенного реального эксперимента [2,3].

В качестве примера рассмотрим моделирование броуновского и молекулярного движения.

Задание: составить программу для компьютера и получить на дисплее модель броуновского движения, рассмотрев случаи постепенного увеличения среднеквадратичной скорости молекул (рис.1) [4].

Теория броуновского движения имеет важное практическое значение для физико-химических процессов в дисперсных системах. Например, броуновское движение определяет седиментационное равновесие (равновесное распределение концентраций) в дисперсной системе, находящейся в поле сил земного тяготения.

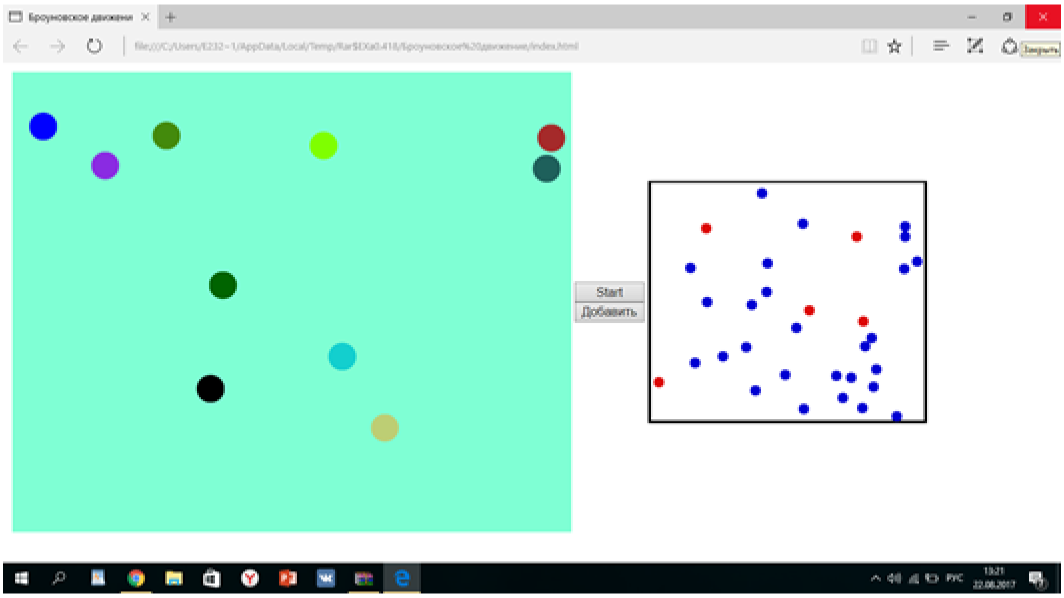


Рисунок 1. Компьютерное моделирование броуновского движения с использованием Notepad++

Броуновское движение определяют, как беспорядочное движение дисперсных частиц, взвешенных в газе или жидкости, размеры которых не превышают 10^{-5} – 10^{-4} см, обусловлено оно ударами окружающих их молекул. Эксперименты с броуновским движением являются одним из самых существенных подтверждений молекулярно-кинетической теории. Теоретическому изучению этого движения посвящены работы ученых – Ланжевена, Смолуховского, Эйнштейна, а экспериментальному – работы Перрена и Сведберга [5].

Броуновские частицы движутся как бы независимо друг от друга, а их движение не затухает со временем. Интенсивность движения зависит от температуры и вязкости среды, а также от размеров частиц. Характер движения броуновских частиц не зависит от природы самих частиц и от природы жидкости или газа.

Программный код названного процесса может быть представлен следующим образом:

```
<html>
   <head>
      <title>Броуновское движение</title>
   </head>
   <body>
      <table>
         <tr>
            <td style="height: 500px; width: 600px; background-color: aquamarine" id="play">
               <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: blue; border-radius: 30px;"
                   id="timer1"
                  class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
               <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: black; border-radius: 30px;"
                   id="timer2"
                  lass="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
               <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: blueviolet; border-radius: 30px;"
                   id="timer3"
                  class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
```

```
          <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: brown; border-radius: 30px;"
             id="timer4"
            class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
          <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: chartreuse;border-radius: 30px;"
             id="timer5"
            class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
          <div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px; background-
color: darkgreen; border-radius: 30px;"
             id="timer6"
            class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>
        </td>
        <td>
          <button onclick="circleMove()" style="width: 75px">Start</button>
          <br>
          <button onclick="circlePlus()" style="width: 75px">Добавить</button>
        </td>
        <td>
          <img src="Translational_motion.gif" alt="альтернативный текст">
        </td>
      </tr>
    </table>
  </body>
</html>
<script type="text/javascript">
  var _width = 600;//ширина территории
  var _height = 500;//высота территории
  var circles = 6;//кол-во начальных кругов
  var form1 = [ //Начальные круги
    {id: 'timer1', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 5},
    {id: 'timer2', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 15},
    {id: 'timer3', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 10},
    {id: 'timer4', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 10},
    {id: 'timer5', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 10},
    {id: 'timer6', left: 0, top: 0, up: true, down: true, speed: 15},];
  function circlePlus() { //Добавить круг
    circles++;//пост-инкремент
    var _color = (Math.floor(Math.random() * 16777215)).toString(16);//цвет круга в HEX формате
    var _speed = Math.floor(Math.random() * 4)*4;//кол-во добавленных пикселей (или скорость)
    var _left = Math.floor(Math.random() * _width);//номер пикселя "x"
    var _top = Math.floor(Math.random() * _height);//номер пикселя "y"
    if (_speed == 0) _speed = 4;//скорость не может быть 0
    var circle = {id: 'timer' + circles, left: _left, top: _top, up: true, down: true, speed: _speed};//создаем
объект круга
    document.getElementById("play").innerHTML = document.getElementById("play").innerHTML
//рисуем новый круг
    + '<div style="display:block;position:absolute;z-index:10;height: 30px; width: 30px;' +
    'background-color: ' + _color + '; border-radius: 30px;" ' +
    'id="timer' + circles + '" ' +
            'class="btn btn-circle btn-icon-only btn-default"></div>';
    form1.push(circle);//вставить в form1}
  function circleMove() {
    for (var i = 0; i < form1.length; i++) { //координаты для объектов
      form1[i].left = Math.floor(Math.random() * _width);//номер пикселя "x"
      form1[i].top = Math.floor(Math.random() * _height);//номер пикселя "y" }
    setInterval(function () {// физика движение объектов (хромает)
```

```
      for (var i = 0; i < form1.length; i++) { //цикл передвижений
        if (form1[i].left < _width && form1[i].up == true) form1[i].left = form1[i].left + form1[i].speed;
else form1[i].up = false;
        if (form1[i].left > 0 && form1[i].up == false) form1[i].left = form1[i].left - form1[i].speed; else
form1[i].up = true;
        if (form1[i].top < _height && form1[i].down == true) form1[i].top = form1[i].top +
form1[i].speed; else form1[i].down = false;
        if (form1[i].top > 0 && form1[i].down == false) form1[i].top = form1[i].top - form1[i].speed; else
form1[i].down = true;
        document.getElementById(form1[i].id).style.left = form1[i].left + 'px';//редактирую элемент по
id
        document.getElementById(form1[i].id).style.top = form1[i].top + 'px'; }
      for (var i = 0; i < form1.length; i++) {//цикл в цикле. Для сравнения координат объектов
        for (var j = 0; j < form1.length; j++) {
          if (i != j) {
            if ((form1[i].left+30) > form1[j].left && (form1[i].left) < form1[j].left &&
              (form1[i].top+30) > form1[j].top && (form1[i].top) < form1[j].top) {
              form1[i].up = !form1[i].up;//изменить направление объекта 1
              form1[j].up = !form1[j].up;//изменить направление объекта 2
            }
          }
        }
      }
    }, 40);//повторение каждые 40 милисекунд }
</script>
```

Заключение. Компьютеризация современного мира диктует нам свои условия, одно из которых – плавный переход от проведения натурных экспериментов к компьютерному моделированию изучаемого процесса.

Компьютерное моделирование разнообразных физических процессов – от сгибания гвоздя до ядерного взрыва и репликации ДНК – позволяет уменьшить количество натурных экспериментов, которые для сложных процессов зачастую бывают дорогостоящими, а для некоторых процессов и вовсе невоспроизводимыми, например, моделирование рождения звезд.

Новые программные продукты позволяют, по сути, создавать виртуальные лаборатории, в которых можно осуществлять виртуальное моделирование физических процессов с максимальным приближением к реальным условиям.

Список использованной литературы

1 Гусаков М.Н. Компьютерное моделирование образовательных систем. [Электронный ресурс] / М.Н.Гусаков. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2009 – Режим доступа: http://ito.edu.ru/2009/MariyEl/II/II-0-9.html

2 Севостьянова Т.С. Компьютерное моделирование в физике / Т.С. Севостьянова // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – 2016. - №10-2. – С. 39-41

3 Булавин Л.А. Компьютерное моделирование физических систем: учеб. пос. / Л. А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 352 с.

4 Рамазанов Т.С. Физикалық процестерді компьютерлік модельдеу: оқу-әдістемелік құралы / Рамазанов Т.С., Коданова С.Қ. – Алматы: әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2013. – 132 б.

5 Бондаренко В.В. Моделирование броуновского и молекулярного движения / В.В. Бондаренко, О.Г. Колосовский, Н.Ф. Ерохин // Вестник Таганрогского института имени А.П. Чехова. – 2009. - №1. – С. 44-49

УДК 004.354
ГРНТИ 50.10.43

Н.Н. Керімбаев [1], Н.М. Наурызбаева [2], М.А. Құрманали [3]

[1]п.ғ.д., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, информатика кафедрасының профессоры, Алматы қ., Қазақстан
[2,3]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты, Алматы қ., Қазақстан

KINECT АРҚЫЛЫ АДАМ МЕН МАШИНА АРАСЫНДАҒЫ ҚАТЫНАСТЫ ОРНАТУ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта мультимедиалық ақпараттың бейнелерін тануға және оны визуалды елестетуге негізделген адам-машина арасындағы өзара әрекеттесуді өңдеу мен зерттеу заманауи математикалық және бағдарламалық қамтамасыз етуді дамытуда алдыңғы орында келе жатыр. Осындай интерфейстерді әзірлеушілер алдына адамның компьютерлермен байланысуында табиғи әдістерді, дене қимылы, дауыс, ымдау және басқа да нысандарды қолдану міндеті қойылады. Kinect датчигін адамдардың қимылы арқылы компьютерді басқару мүмкіндіктерін жетілдіру үшін қолдануға болады. Kinect мүмкіндіктері қазіргі салалардың кең аумағын қамтиды. Бұл құрылғыны көптеген зерттеулерде арзан датчиктің альтернативасы ретінде, жүйенің іс – әрекетін қадағалауда қолданылды. Бұл мақалада біз Kinect камерасының тереңдік мәліметтеріне, Kinect тереңдігінің геометриялық сипаттамаларының калибровкасына, нүктенің дәлдігіне тоқталамыз және Kinect құрылғысының қалай жұмыс істейтінін қарастырамыз.

Түйінді сөздер: Kinect, SDK, тереңдік, калибровка, Kinect дәлдігі, датчик.

Аннотация

Н.Н. Керимбаев [1], Н.М. Наурызбаева [2], М.А. Курманали [3]

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЧЕЛОВЕКА И МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ KINECT

[1]д.п.н., профессор кафедры информатики, КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[2,3]магистрант, КазНУ имени аль-Фараби,г. Алматы, Казахстан

В настоящее время, мультимедиа, распознавание изображений и обработка визуальной информации на основе взаимодействия человека и машины между воображаемым и современными математическими исследованиями являются лидером в области разработки программного обеспечения. Такие разработчики интерфейсов для связи человека с компьютерам используют естественные методы: физические движения, голос, жесты и так далее. датчик Kinect можно использовать для улучшения возможностей управления компьютером. Возможности kinect можно использовать в широком спектре отраслей. Это устройство во многих исследованиях используют как альтернативу дешевого датчика, чтобы управлять системой. В этой статье мы рассматриваем данные про глубину камеры Kinect, калибровку, и точность Kinect данных и рассмотрим как в целом устройство работает.

Ключевые слова: Kinect, SDK, глубина, калибровка, точность Kinect, датчик.

Abstract

THE RELATIONSHIP OF HUMAN AND MACHINES WITH KINECT

Kerimbayev N.N.[1], Nauryzbayeva N.M.[2], Kurmanali M.A[2]
[1]Dr..Sci. (Pedagogical), Professor of the department Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University, Alaty, Kazakhstan
[2,3] Student of Master Programme, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Currently, multimedia, image recognition and processing of visual information based on human-machine interaction between imaginary and modern mathematical research are the leader in software development. Such interface developers for communication between a person and computers use natural methods: physical movements, voice, gestures and so on. The Kinect sensor can be used to improve computer management capabilities. The kinect can be used in a wide range of industries. This device in many studies is used as an alternative to a cheap sensor to control the system. . In this article, we review data about the depth of the Kinect camera, the calibration, and the accuracy of the Kinect data.

Key words: Kinect, SDK, depth, calibration, accuracy Kinect, sensor.

Кіріспе

Қазір адам мен машинаның қарым-қатынасы өте жоғары деңгейде дамып келеді. Олай деуіміздің себебі: виртуалды байланыстардың орнатылуы болып табылады. Адам мен машина қарым-қатынасы аумағындағы зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі қимылдарды тану болып табылады, себебі ол адам мен машина арасындағы байланыстың табиғи және интуитивті жолын қамтамасыз етеді. Қимылды тану қосымшалары компьютерлік ойындардан виртуалды және қосымша виртуалды ортаға дейін қарастырылып, зерттеліп жатыр.

Қазіргі кезде контактысыз датчиктер жабық дисплей, бақылау, робототехника және т.б. салаларда қолданылатын қымбат лазерлі сканерлер үшін тиімді балама болып табылады. Технологиялардың тұтынушылық кластарының дамуы Microsoft компаниясы жасаған сезімталдық диапазоны жоғары Kinect датчигі болып табылады [1]. Kinect алғашқыда компьютерлік ойындарға қолдану үшін жасалынған. Кейінірек Kinect сипаттамалары басқа салалардағы зерттеушілердің де назарын аударды.

Бейнелерді проекциялағанда тұрақты үлгі жасау үшін негізінен лазер арқылы шығаратын сәуле бірнеше бөлікке бөлінетін дифракциалық тордан тұрады. Ал, Kinect-те инфрақызыл сәуле шығаратын камера арқылы сәулелер синхронизазацияланады. Сол арқылы бейне қозғалысы қадағаланады.

Kinect арқылы қимылдарды анықтау

Бастапқыда, Kinect қимылды анықтау датчигі Xbox 360 үшін жобаланған еді. Қазіргі кезде оны компьютерге USB порты арқылы қосылып басқаруға болады. Kinect 3D камера секілді, түрлі түсті пиксельдер ағынын түсіру және әр пиксельдің тереңдігі жайлы ақпарат жинау арқылы жұмыс істейді. Ал дауыс арқылы басқару және тағы басқа да функциялары SDK арқылы өңделеді.

Kinect құрылғысының келесідей функциялары бар:

- RGB камерасы, мүмкінділігі 1280x960, 30Hz, Microsoft анықтауымен камераның камту аймағы 43° вертикаль бойынша, 57° горизонталь бойынша, 2 метрге дейінгі қашықтықты 1 см дәлдікпен анықтайды.
- Инфрақызыл қайтарушы, және тереңдік датчигі.
- Төрт микрофоннан құрылған массив.

Microsoft мәліметтері бойынша инфрақызыл сәулелі камера көру аймағында алты адамға дейін қарастыра алады. Kinect адамдарды танымайды, ол тек алынған суреттің тереңдігін хост – құрылғыға жібереді. Құрылғыда жұмыс істейтін бағдарламалық қамтама мәліметті өңдеп, адам келбетіне тән элементтерді көруге қабілетті. Программалық камтамасыздандыру әр түрлі дене формаларын тануға қабілетті [2 – 5].

Керекті бағдарламалық қамтамасыздадыруды және аппараттық құралдарды орнатылғаннан кейін, C# қосымшасында Microsoft.Kinect.dll – жиынтығына сілтеме болады.

Қолданбалы бағдарламаларды әзірлеу

Қолданбалы бағдарламаны әзірлеуде Kinect–тің датчиктер жиынтығына қол жетімділік болу керек. Датчиктер Kinect Sensor көмегімен жұмыс істейді, Kinect Sensor қозғалткыш ретінде жұмыс істейді. Сондай-ақ, Kinect Sensor Kinect SDK–ның бір бөлігі болып табылады. Ол командаларды өңдеп, қате болған жағдайда хабар жібереді.

Kinect үшін адамды бақылау функциясын бастау үшін, бірнеше алгоритмдер параметрлерін көрсету қажет. Себебі, SkeletonStream датчигі жұмыс істеп тұрған жағдайда каракасты деректер фильтрсіз және тегістелмей жіберіледі, себебі Kinect датчигінің дәлдік мүмкіндігі төмен. NUI библиотекасын қолдану арқылы датчиктің жіберген мәліметтері өңделеді.

Келесі әдіс адам бейнесі жайлы мәліметтерді алуға қолданылады.

Датчиктің жіберген мәліметтері: AllFramesReady + = newEventHandler<AllFramesReadyEventArgs (sensor_AllFramesReady);

Kinect SDK өңдеуді аяқтап, датчик мәлімет жібергеннен кейін sensor_AllFramesReady әдісі AllFramesReady – ға қосылып, іске асырылады.

Компьютерде қөрсетілетін презентацияларды қимыл арқылы басқару кезінде Kinect негізгі үш нүктені анықтап, солардың өзгерісі арқылы әрекеттерді жүзеге асырады. Адам басының орналасуын және екі қолдың қимылдары арқылы презентация беттердін ауыстыра аламыз. Қолданылатын қимылдар алдын ала анықталған болу керек (Swipe_Left және Swipe_Right). Swipe_ left қимылы сол кол мен бастың арақашықтығы 45 см – ден асқан кезде орындалады, осы қимыл көмегімен слайдты бир бетке артқа ауыстырамыз. Swipe_ Right оң қол мен бастың арақашықтығы 45 см – ден асу керек.

Kinect арқылы адам мен машина арасындағы қарым-қатынасты жүзеге асыруда бірнеше нүктелерді анықтап, солардың өзгерісі арқылы да басқаруға болады. Бағдарлама жазу барысында әрбір нүктенің өзгерісіне қатысты машина әртүрлі командаларды орындай алатын болуы ескеріледі [6]. Біз адам қимылдаған кезде әрбір нүктенің өзгерісіне қатысты машинаны басқаратын программа жасадық. 1а-суретте RGB камерасынан, 1б-суретте инфрақызыл сәулелі камерадан алынған адамның қаңқасы бейнеленген.

а) б)

Сурет 1. Адам қаңқасын анықтау

Kinect камерасы арқылы суреттердің әр нүктесінің қандай дәлдікпен анықталатыны калибровка параметрлеріне тәуелді. Калибровка параметрлері: Фокустық қашықтық (F), нүктенің негізгі орын ауыстыруы (x_o, y_o), линзаның қателік коэффициенттері, сілтеме суреттен арақашықтық. Калибровка параметрлері, анықталған суреттегі әр нүктенің координаталары (x, y, d') мен (X, Y, Z) объект координаталарының арасындағы қатынасын анықтайды.

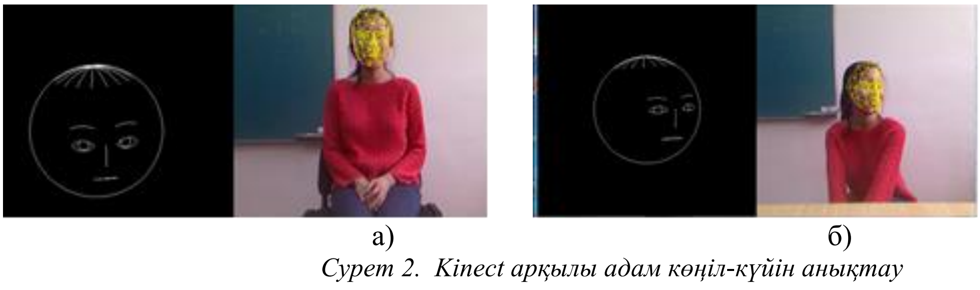
Жоғарыда көрсетілген калибровка параметрлерінің алғашқы үшеуін инфрақызыл камераның стандартты калибровкасы арқылы анықтауға болады. USB байланысының өткізу жолағының шектелуі есебінен, инфрақызыл датчик суреттері 640 × 480 пиксель кішірейтілген мөлшерге ауысады.

Microsoft Kinect гибридті камерасының көмегімен аймақ тереңдігі жөнінде ақпарат алу есептелуі бойынша күрделі мәселе емес. Өңделіп жатқан үзіндінің тереңдігі жөніндегі ақпарат объектінің басқа аймақтық заттармен жабылуы мәселесін шешуге де көмектеседі. Бақылау орнатудың нақты уақыт режимін қамтамасыз ету үшін (секундына 30 кадр) [7], алгоритм бірнеше гистограммаларды бір мезгілде өңдеу үшін көпядорлы графикалық процессорда SIMD технологиясын қолдану арқылы іске асады.

Kinect 1,0 камерасының тереңдігі 0.80-4.00 м диапазонындағы деректерді жинай алады, себебі ИК камерасы мен ИК кескіні арасындағы базалық сызық өте қысқа болып табылады (шамамен 0,074 м), объектіден қашықтық жоғары болған кезде, сандық бағалауды жүргізу маңызды болып табылады. Kinect 2.0 камерасының тереңдігі 0.50-4.50 м диапазонындағы деректерді жинай алады. Ол өлшеудің басқа қағидасына негізделеді және нарықтағы жаңа датчик болғаннан кейін, оның әлеуетін және әлсіз жақтарын бағалау маңызды болып табылады.

Калибровканың тікелей процедурасы Kinect нұсқаларының кемшіліктерін бағалау үшін орындалды (объектінің қашықтығына тәуелді). Датчиктер базалық жазықтық ретінде таңдалған қабырғадан белгілі қашықтықта орналасады. Эталонды қашықтықтар датчиктің екі шетінде орналасқан қашықтықты өлшеуіштер көмегімен өлшенген болатын. Сол арқылы айналдыру әсерлерін шектеуге болады. Әрбір позиция үшін, 100 кескіннің тереңдігі алынып, деректерді бөлшектеуге қол жеткізу үшін 16-биттік кескіндер түрінде сақталады (0,001 м) [8].

Сонымен қатар кинект адам бетінің мимикасын, бет әлбетін қарастыра алады.



а) б)

Сурет 2. Kinect арқылы адам көңіл-күйін анықтау

Адам бетін бөліктерге бөлу арқылы, Kinect адам эмоциясын анықтай алады (2а, 2б-сурет). Адамдардың көңіл-күйін анықтау кезінде Kinect-тің мүмкіндіктерін қолдануға болады. Мысалы, психологпен бетпе-бет кездескісі келмейтін адамдар камераның арғы жағында отырып сеанс қабылдай алады.

Қорытынды

Қазіргі ақпараттық технологиялардың қарқынды дамыған заманында адам мен машина тығыз байланысты жұмыс істеп келеді. Уақыт өткен сайын жылдам әрі оңтайлы нәтиже алу үшін де осы виртуалды әрекет жасауға көп көңіл бөлгеніміз дұрыс. Осы бағытта біздің жұмыстарымызда кинекттің қолданылуы адам мен машина қарым – қатынасын дамытудағы негізгі интерфейсі болып табылады.

Адам қимылдары (адам қимылдар анализы) соңғы жылдары адам мен машина қарым-қатынасы аумағындағы негізгі интерфейсі болып табылады. Медицинада, телекомуникацияда, ойын және анимация ойлап табуда кең таралып жатыр.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Amit B., Dagan E., Gershom K., Alon L., Yinon O., Yaron Y. Enhanced interactive gaming by blending full-body tracking and gesture animation. Proceedings of the ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Sketches; Seoul, Korea. 15–18 December 2010.

2 Andrew D.W. Using a depth camera as a touch sensor. Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces; Saarbrucken, Germany. 7–10 November 2010.

3 Chang Y.J., Chen S.F., Huang J.D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. Res. Dev. Disabil. 2011;32:2566–2570. [PubMed]

4 Gottfried J.M., Fehr J., Garbe C.S. Computing range flow from multi-modal Kinect data. Proceedings of the 7th International Symposium on Visual Computing, ISVC 2011; Las Vegas, NV, USA. 26–28 September 2011; pp. 758–767.

5 Kurtenbach, G. & E.A. Hulteen. Gestures in Human-Computer Communication. In: The Art and Science of Interface Design, Laurel, B. (Ed.). Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing Co., Wasley, pages 309-317, 1990.

6 KawadeSonam P & V.S. Ubale. Gesture Recognition - A Review.In OSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), pages 19- 26.

7. Zimmerman, T., Lanier, J., Blanchard, C., Bryson, S. and Harvil, Y. A Hand Gesture Interface Device. In Proceedings of CHI 87 and GI, pages 189-192, 1987.

8 Dipietro, L., Sabatini, A. M., & Dario, P. Survey of glove-based systems and their applications. IEEE Transactions on systems, Man and Cybernetics, Part C: Applications and reviews, 38(4), pages 461-482, 2008.

УДК 004.415.2
ГРНТИ 20.23.25

Т.Қ. Мусаев[1]

[1]Магистрант II курса, специальности Информационные Системы, Университета Туран, г. Алматы, Казахстан

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Аннотация

В этой статье прилагается анализ возможностей облачных вычислений и использование их в Казахстане. Рассматриваются вопросы касающиеся безопасности облачных систем и их преимущества над корпоративными серверами. Рассматривается эффективность применения облачных технологий, результаты достижений зарубежных стран таких, как США, Япония, Южная Корея, Россия, и успехи внедрения этих технологий в Казахстане. Сделан обзор наилучших компании в мире по разработке облачной инфраструктуры по моделям развертывания. Описывается значимость облачных систем в сфере малого и среднего бизнеса, в государственных учреждениях для создания IT инфраструктуры. Самый важный вопрос — это безопасность облачных технологий, то есть в этой статье обозреваются вопросы как: очистка данных от вирусов, защита от потенциально опасных программ, от внешних атак, отправка данных путем шифрования. В статье описано что облачные технологии очень важны для развития инфраструктуры Казахстана.

Ключевые слова: Облачные вычисления, возможности облачных технологий, безопасность облачных технологий, платформы на облачных вычислениях, мейнфреймы, клиент-сервер, it- инфраструктура, ARTA™, Cisco, Microsoft, Amazon web service.

Аңдатпа

Т.Қ. Мусаев[1]

ҚАЗАҚСТАНДА БҰЛТТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

[1]*Ақпараттық жүйелер мамандығының магистранты, Тұран университеі,*
Алматы қаласы, Қазақстан

Мақалада бұлтты есептелімдердің мүмкіндіктері туралы шолуы берілген және Қазақстанның ішінде қолдануы көрсетілген. Бұлтты технологиялардың қауіпсіздігі туралы сұрақтар және олардың корпоративтік серверлерден артықшылықтары неде екені қарастырылған. Сонымен қатар, бұлтты тұғырнамаларды шығаратын әр-түрлі компаниялардын тізімі және де шет мемлекеттердің, бұлтты технологияларында, жеткен жетістіктері көрсетілген, мысалы АҚШ-та, Жапонияда, Оңтүстік Кореяда, Ресейде. Мақаланың ішінде шағын және орташа бизнес арасында, мемлекеттік мекемелерде, it- инфрақұрылымның дамуы үшін қандай маңызды факторлар қажет екені қарастырылған. Мақаладағы ең көкейкесті сұрақ – ол бұлтты технологиялардың қауіпсіздігі, яғни деректерді вирустардан фильтрлеу, әлеуетті – қауіпті бағдарламалардан қорғау, жат – жалалы кодтарынан сақтау, деректерді шифрлап жіберу сияқты сұрақтарға жауап іздестіруде. Сөйтіп осы мақалада Қазақстанның it-инфрақұрылымы дамуы үшін, бұлтты технологиялардың зор пайдасы бар екендігі бейнеленген.

Түйін сөздер: Бұлттық есептеулер**,** Бұлттық технологиялардың мүмкіндіктері, мейнфреймдер, клиент-сервер, it- инфрақұрылым, ARTA™, Cisco, Microsoft, Amazon web service.

Abstract

THE POSSIBILITY OF USING THE CLOUD TECHNOLOGY IN KAZAKHSTAN

Mussayev T.K.[1]

[1] *Student of Master Programme in Information Systems, Turan university, Almaty, Kazakhstan*

This article gives an overview about a possibility of the cloud technologies and their application in Kazakhstan. The security of cloud technologies and the reason of their advantages over the corporate servers are considered. As well as a list of the different companies, that developing the platforms of the cloud computing and provided examples of achieving the cloud technology in foreign countries such as USA, Japan, South Korea, and Russia. This article discusses important factors of development the cloud technology in a small and medium-sized business and in the government agencies. The most pressing question in this article - is a security of cloud technologies, therefore is conducted a search for answers to like these questions filtering data from viruses, protection from potentially dangerous programs, from malicious code and encrypting data transfer. So in this article have been described important role of the cloud technologies for the development the IT infrastructure in Kazakhstan.

Key words: Cloud computing, cloud security, cloud computing platforms, mainframes, client-server, it-infrastructure, ARTA ™, Cisco, Microsoft, Amazon web service.

За время существования информационных технологий сменилось несколько моделей построения информационных систем. Начиналось с монолитной архитектуры (mainframe) [1]. Мейнфре́йм (также мэйнфрейм, от англ. mainframe) — большой универсальный высокопроизводительный отказоустойчивый сервер со значительными ресурсами ввода-вывода, большим объёмом оперативной и внешней памяти, предназначенный для использования в критически важных системах (англ. mission-critical) с интенсивной пакетной и оперативной транзакционной обработкой. Ее сменила более перспективная архитектура “клиент - сервер” [5]. Здесь уже был свой выделенный сервер баз данных и пользователи работали на “толстых” клиентах, разгружая сервер БД. Потом появилась еще более современная архитектура – трехуровневая (или многоуровневая), где логика приложений была вынесена на отдельный компьютер, называемый сервером приложений, а пользователи работали на “тонких” клиентах через веб-браузеры. В настоящее время в IT-индустрии существует четыре основные тенденции – это облако, мобильность пользователей, большие данные (bigdata) и социальные систем [2]. Большинство приложений сегодня выполнены именно в этой архитектуре. Эти архитектуры подразумевают развертывание всей IT- инфраструктуры на территории заказчика. Облачные вычисления – это следующий шаг в эволюции архитектуры построения информационных систем. Благодаря огромным преимуществам этого подхода, очевидно, что многие информационные системы в ближайшее время будут перенесены в облако [3].

Среди основных компаний-игроков на рынке облачных вычислений можно выделить следующие: Google, Microsoft, Oracle Corporation, Cisco Systems, IBM, VMware, Amazon.com, Salesforce.com, Cloudscaling, OpenStack Foundation, Rackspace Hosting. Основными сервисами являются Azure Services Platform, Google Apps Engine, Amazon Web Services [4].

Azure Services Platform – сервис предоставления удаленной облачной платформы, позволяющий хранить данные и выполнять веб-приложения на удаленном «облаке». Над платформой находится так называемая «операционная система в облаке» под названием Windows Azure, производящая управление запуском приложений на множестве виртуальных машин дата- центра Microsoft. Операционная среда, работающая в «облаке», призвана соединить программы, установленные на компьютере пользователя, с программным обеспечением, расположенным в Сети. Windows Azure создает единую среду, включающую облачные аналоги серверных продуктов Microsoft (реляционная база данных SQL Azure, являющаяся аналогом SQL Server, а также Exchange Online, SharePoint Online и Microsoft Dynamics CRM Online) и инструменты разработки (.NET Framework и Visual Studio, оснащенная в версии 2010 года набором Windows Azure Tools).

Google Apps Engine – сервис компании Google, предоставляющий платформу для создания и развертывания приложений на инфраструктуре дата-центров компании Google. Приложение в облаке выполняется на нескольких виртуальных серверах. Официально поддерживаемые языки: Python и Java. Система также использует нереляционную структуру для хранения баз данных со своим SQL-подобным языком запросов, имеющим название GQL.

Amazon Web Services – сервисы выполнения высокомасштабируемых приложений и хранения информации на удаленных серверах компании Amazon, предоставляющие модели AaaS, PaaS, IaaS. Amazon Web Services включает услугу предоставления ресурсов для хранения данных на серверах Amazon Simple Storage Service (S3), а также услугу предоставления масштабируемых виртуальных частных серверов Amazon Elastic Compute Cloud (EC2).

Первыми возможности облачных вычислений оценили американские компании. Вивек Кундра (Vivek Kundra) – директор федерального департамента по ИТ технологиям CIO, американского правительства, в феврале 2011 года опубликовал стратегию американского правительства по переносу части информационных систем в облако [3]. Документ под названием “Federal Cloud computing Strategy” четко описывает порядок и сроки переноса части систем в облако. Их цель – уменьшить сложность по управлению IT- технологиями, увеличить загрузку оборудования до 70-80%, уменьшить количество центров обработки данных ЦОД, сейчас у правительства США их более 800. Обработка больших массивов, данных становится весьма затратным мероприятием, потому что для этого нужны серьезные вычислительные мощности, соответственно, необходимо много дорогих серверов. Тем не менее, в США нашли выход из ситуации, установили на одном «железе», несколько операционных систем, которые якобы работают на отдельных компьютерах. За счет этого КПД повышается до 85%, если сравнивать эти показания с каждым отдельным сервером, то КПД будет 10% в год. Другими словами, 90% времени система греет просто воздух. Помимо повышения КПД идет значительная экономия на технике, которую попросту не нужно покупать. Среди государственных инициатив в сфере облачных вычислений стратегия правительства **США** — наиболее масштабная и амбициозная. Администрация Барака Обамы, начала радикальную IT-реформу целями которой, являются снижение затрат, повышение прозрачности и эффективности государственных IT-расходов, а федеральная облачная стратегия — один из наиболее важных инструментов ее реализации [8].

Самой благополучной страной для «облаков» оказалась Япония [14]. На сегодняшний день, именно там действует самая благоприятная, технологическая и правовая база для эффективного внедрения и развития облачных технологий. Японская корпорация Panasonic расширяет линейку

«умной» бытовой техники и запускает в Японии новый облачный сервис, позволяющий удаленно управлять целым спектром домашних устройств, начиная с холодильников и кондиционеров и заканчивая кухонной техникой и приборами для красоты и здоровья [4]. Приложение Panasonic Smart App, которое будет доступно с конца сентября этого года, позволит владельцам смартфонов на ОС Android удаленно управлять совместимой бытовой техникой, задавая различные программы и отслеживая экономию электроэнергии. Это не первый случай использования облачных технологий компанией Panasonic и в июне 2012 года были представлены микроволновая печь 3- Star Bistro и индукционная рисоварка, владельцы которых могут выбирать рецепты и программные настройки и загружать их в кухонную технику через Android-смартфоны. С помощью приложения Panasonic Smart App можно удаленно, (находясь вне дома) управлять работой домашнего кондиционера, проверять эффективность работы холодильника или включать стиральную машину, задав необходимую программу стирки. Программа также поможет поддерживать красоту и здоровье, позволяя пользователям эффективно управлять данными о состоянии организма – строить графики изменения массы тела, отслеживать количество потребляемых калорий и энергии, затраченной на выполнение тех или иных задач. Таким образом, развитие облачных технологии в Японии идут наряду с передовыми технологиями [13].

Опыт корейского правительства по применению технологии на «облачных» вычислениях был отмечен как великолепный пример в докладе ООН [12]. Информационный доклад по экономике 2013, опубликованный 3 декабря Конференцией ООН по торговле и развитию (КООНТР) уделил основное внимание системе всеобщей национальной вычислительной платформы Кореи, характеризуя ее как «стандартизированную и автоматизированную систему управления единым правительственным информационным центром». Информационный доклад по экономике 2013, опубликованный КООНТР гласил, что система национальной платформы улучшила инвестиционную привлекательность инфраструктуры, информационной сферы и систем безопасности. Доклад характеризовал корейское правительство, как «лидирующий образец сетевой совместимости и управления информационным центром данных», приводя три довода: внутренняя сеть отделена от коммерческих сетей корейского сегмента интернета, система автоматического управления nTOPs и комплексная система –ANSI [11]. Южнокорейская компания KT Corporation является одним из лидирующих компании по разработке облачных технологий, при этом от нее не отстает такие гиганты как Samsung, которая планирует инвестировать 100 миллионов долларов США в Силиконовую Долину, чтобы увеличить свое влияние на американском рынке облачных технологий. А компания LG Uplus Corp. подписала соглашение с корпорацией Microsoft о сотрудничестве, с целью развития облачных технологий. Соглашение между компаниями позволит получить клиентам LG U + возможность использовать облачные технологии корпорации [11]. Таким образом Южная Корея не отстает от своего соседа Японии по развитию облачных технологий.

В России существует яркий пример виртуализации – это проект сотового оператора МТС и VMware. В результате внедрения технологий виртуализации потребление электроэнергии и затраты на кондиционирование сократились на 20%, экономия занимаемого физического пространства составила 60%, экономия используемого физического оборудования – 78%, экономия затрат на лицензирование (лицензии ОС Windows Server) – 85,5%. Рассматривая развитие облачных технологий в России следует отметить, что по мнению аналитиков IDC, российский рынок облачных ресурсов находится на начальной стадии развития, хотя рост интереса к облачной модели предоставления IT-услуг заметен. Однако по исследованию IDC, объем рынка облачных IT-услуг в 2010 г. в России составил около $35,08 млн, что составляет около 0,006% от общего IT-рынка России, тогда как в мировом масштабе доля IT-сервисов публичных облаков составила за тот же период около 7,5% мирового IT-рынка. В 2009 г. российский рынок находился в самом начале развития и около 94% его объема пришлось на долю SaaS, тот же тренд сохранился и в 2010 г [9]. Аналитики пророчат этому сегменту рост до $113 млн. к концу 2014 г. Основную долю в этом сегменте, по данным IDC, составили продукты Microsoft, предоставленные клиентам через местных партнеров компании. Объем сегмента PaaS в 2009 г. в России был равен лишь чуть меньше 5,5% облачного рынка, этот рынок в России начинал только тогда формироваться, и в 2014 г. аналитики ожидают рост этого сегмента до $12,5 млн., и уже некоторые российские компании лидируют на PaaS, внедрения свои облачные вычисления на платформе Force.com. В 2010 г. появились решения на базе платформы Aprentis. Тогда же стартовал проект – облачная платформа Hivext, поддержанная компанией Softline. Сегмент IaaS занимал в 2010 г. 0,5% объема всего рынка облачных сервисов. В 2009 г. о запуске бизнеса IaaS в России объявляли компании «Оверсан» и IT Grad [6]. Позже к ним добавился еще ряд игроков – прежде всего КРОК и Parking.ru. К концу 2014 г., по оценкам IDC, объем российского рынка SaaS увеличится до $113,4 млн, сегмент IaaS вырастет до $35,5 млн, а PaaS – до $12,5 млн. [10]. В 2010 г. компания Softline запустила в коммерческую эксплуатацию первый в России проект, построенный на полноценной «облачной» SaaS-платформе, – Softcloud. Это первый в России портал, предоставляющий клиентам большой выбор «облачных» решений. Среди основных компании, по внедрению облачных технологий в России, можно выделить следующие: Мегаплан, Oncloud.ru, Корус Консалтинг, Крок, Softline, CT Consulting, Ай-Теко, Parking.ru. По прогнозам IDC, к концу 2015 года объем российского рынка облачных услуг превысит отметку в $1,2 млрд., демонстрируя среднегодовой темп роста более 100%.

В Казахстане развитие облачных технологий идут, умеренными темпами. Например, в Алматы открылось представительство фирмы «NEC Нева Коммуникационные системы». Представители данной компании высказали готовность обеспечить потребности малого и среднего бизнеса Казахстана по IT- решениям в сфере облачных вычислений. На IT- рынке Казахстана компания NEC работает начиная с 2006 года. Основным заказчиком данной фирмы является «Казахтелеком» [15]. Услугами NEC пользуются также и другие представители IT Казахстана, например «КазТрансКом». Успешно развиваются в сфере облачных технологии такие компании, как ТОО «Академсеть», ТОО «ST Integrator Company», Компания ARTA™, ТОО «KT-

Cloud-Lab» представители компании Cisco, Microsoft и многие другие. Что касается востребованности виртуализации в бизнесе, было проведено исследование «Изучение спроса на инфокоммуникационные услуги в сегменте корпоративного бизнеса» (ICT-Marketing, в конце 2012 года). Согласно его результатам, услуга Virtual Data Center привлекательна для 13% компаний в Алматы, 4% - в Астане, а также для 1% в Караганде и 5% в Усть-Каменогорске, что составляет в сумме 353 средних и крупных предприятий. Некоторые казахстанские компании пошли дальше, и уже построили для коммерческой эксплуатации целые data-центры, и в ближайшее время их запустят. В качестве примера можно привести проект «Казахтелекома»,

«Частная облачная среда» на базе центров обработки данных для корпоративных клиентов [16]. В институте проблем информатики и управления в Казахстане разработана система интеллектуального компьютерного зрения на основе технологии 3D. Она предназначена для создания искусственных образов, имитирующих поведение человека. Программно-аппаратный комплекс «Азамат 911» назвали уже отечественным «робокопом». Он оснащен десятью камерами, а программное обеспечение позволяет фокусироваться на людях, поведение которых покажется комплексу «Азамат-911» подозрительным. Строительство и внедрение Дата – Центров для малого и среднего бизнеса в Казахстане развивается, как в Западной Европе и в США. В основном идет развитие Центров по обработке данных малой мощности для банковского сектора, которые не охватывают другие отрасли экономики, а один из крупных дата-центров для малого и среднего бизнеса в Казахстане находится в г. Павлодаре, мощностью 300 серверных шкафов. Умеренный темп развития Дата-Центров для малого и среднего бизнеса в Казахстане связано с неосведемленностью предпринимателей в 100% защите данных, в отличие от собственных корпоративных серверов. Для защиты данных на 100% применяют такие системы защиты, как журнальные записи в облаке, управление межсетевым экраном, фильтрацией данных, зашифрованная передача, аутентификация, изоляция пользователей. Развитие облачных технологий в Казахстана идет наравне с развитием передовых it-технологий Казахстана.

Заключение

Данная статья представляет собой краткий обзор понятия облачных технологии, ее разновидности и классификации. Историю ее развития, какими преимуществами и недостатками она обладает. В статье сделан обзор и анализ достижений зарубежных стран, России и Казахстана в этой сфере. Приводится список наилучших компании в мире по разработке облачной инфраструктуры. Самый актуальный вопрос в сфере облачных технологии, это вопрос защиты данных. Многие компании, такие как Amazon Web Services, Microsoft Windows Azure, Cisco, Cloudscaling, Openstack, Rackspace прилагают много усилии, для обеспечения защиты информации своих клиентов. Применяются этими компаниями, различные системы защиты данных, такие как журнальные записи в облаке, управление межсетевым экраном, фильтрацией данных, зашифрованная передача.

Список использованной литературы:

1 *Клементьев И.П., Устинов В. А.: Введение в Облачные вычисления.- УГУ, 2009, 233 стр.*

2 *Джордж Риз: Облачные вычисления.- BHV-СПб, 2011, 288 стр., ISBN: 978-5-9775-0630-4*

3 *Питер Фингар: «DOT. CLOUD. Облачные вычисления - бизнес-платформа XXI века», Аквамариновая Книга, 2011, 256 стр., ISBN:978-5-904136-21-5*

4 *Mell, Peter and Grance, Timothy The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST (20 October 2011).*

5 *Топровер, О.: Десять вопросов об облачных вычислениях // Мир ПК, 2009, N 12, С. 70-72*

6 *Ковязин, А. : Облака для малого и среднего бизнеса // Открытые системы. СУБД. - 2010. - N 2. - С. 34-37.*

7 *http://i.tsamada.com.ua*

8 *http://www.belvpo.com*

9 *http://www.business365.ru*

10 *http://ibusiness.ru*

11 *http://cloudzone.ru*

12 *http://www.southkorea.allbusiness.ru*

13 *http://skyblogger.net*

14 *http://worldjapan.ru*

15 *http://forbes.kz*

16 *http://www.st.kz*

УДК 002.6:37.016
ГРНТИ 28.01.45: 28.17.15

Ж.К.Нурбекова[1], К.М. Мухамедиева[2], А.Ж. Асаинова

[1]д.п.н., профессор, Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилева,
г. Астана, Казахстан
[2]докторант Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
[3]к.п.н., доцент Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова,
г. Павлодар, Казахстан

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация

Интеграция знаний и увеличение роли STEM – образования в системе школьного образования Казахстана повлияло на внедрение курса робототехники в систему образования педагогических вузов. В статье рассматривается использование робототехники как средства обучения, влияющее на интеграцию межпредметных знаний (физика, математика, информатика и программирование)

Проведен анализ зарубежных преподавателей имеющий опыт обучения робототехники и ее образовательных технологий. Обосновывается необходимость проектирования и разработки универсальной образовательной технологии по робототехнике, базирующейся на инвариантной и вариативной части. Определяются перспективы развития образовательной технологии по робототехнике.

В качестве основного метода обучения образовательной робототехнике предлагается использование конструктивного метода обучения, которое представляет возможность каждому ученику строить свое новое знание обосновываясь на свой опыт, на свои имеющие знания.

Ключевые слова: робототехника, образовательная технология, STEM – образование, универсальная технология, конструктивный метод обучения, технологии дополнительной реальности.

Аңдатпа

Ж.К.Нурбекова[1], К.М. Мухамедиева[2], А.Ж. Асаинова[3]

РОБОТОТЕХНИКАДА БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ШОЛУЫ

[1]п.ғ.д., профессор, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан
[2]докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан
[3]п.ғ.к., доцент, С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан

Қазақстанда мектептік білім беру жүйесінде білімді интеграциялау және STEM – білім берудің рөлін арттыру педагогикалық ЖОО-ның білім беру жүйесіне робототехника курсын енгізуге ықпал етті. Мақалада пәнаралық (физика, математика, информатика және бағдарламалау) білімді кіріктіруге ықпал ететін оқу құралы ретінде робототехниканы қолдану қарастырылған.

Робототехника және оның білім беру технологияларын оқыту бойынша шетелдік оқытушылардың тәжірибелеріне талдау жасалған. Инвариант және вариатив бөлігіне негізделген робототехника бойынша әмбебап білім беру технологияларын жобалау және құрастыру қажеттілігі дәлелденген. Робототехника бойынша білім беру технологияларын дамыту перспективалары анықталған.

Білім беру робототехникасын оқытудың негізгі әдісі ретінде әрбір оқушының өзіндік білімі мен тәжірибесіне сүйеніп, жаңа білімді құруына мүмкіндік беретін оқытудың құрастырушылық әдісін қолдану ұсынылады.

Түйінді сөздер: робототехника, білім беру технологиялары, STEM – білім беру, әмбебап технология, оқытудың құрастырушылық әдісі, қосымша нақты технологиялар.

Abstract

A REVIEW OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN ROBOTICS IMPLEMENTATION

Nurbekova Zh. K.[1], Mukhamediyeva K. M.[2], Assainova A.Zh.[3]
[1]Ph.D. In Pedagogics, professor of L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[2]Doctoral Student of L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[3]Associate Professor of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan

Integration of knowledge and the increasing role of STEM-education in the system of secondary schooling in Kazakhstan has impacted the implementation of Robotics course in the system of higher education at teachers' training Universities as well. The article considers the use of Robotics as the means of teaching, which influences the integration of inter-subjective knowledge like Physics, Maths, Informatics and Computer Science.

We have analysed the work of foreign teachers who have experienced Robotics and its educational technologies. It is necessary to confirm the necessity of project-making and working-out the universal educational technologies on

Robotics based on invariantive and variantive parts. We have determined the perspectives of development of educational technologies in the field of Robotics.

We have offered to use the constructive teaching method as the main one in the educational technologies on Robotics. This method provides each learner to build his own knowledge based on his experience and background.

Key words: Robotics, educational technology, STEM-education, universal technology, the constructive teaching method, technologies of extra reality.

Осваивая новейшие технологии, Казахстан совершил стремительный этап развития инфокоммуникационной сферы и стал двигаться по линии развития робототехники. Необходимость подготовки технического персонала для сферы промышленности ставит перед системой образования вопрос о включении робототехники в разные уровни образовательного процесса.

Как показывает практика, обучение робототехнике реализуется в начальной, средней, высшей школе в качестве образовательной робототехники и специальной дисциплины.

Широкое распространение образовательная робототехника получила в интегрированном обучении в направлении STEM-образования (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics), в котором образовательная робототехника является мощным инструментом проведения исследований в смежных науках и одновременно средством обучения. Учащиеся контролируют поведение материальных моделей с использованием конкретных языков программирования (графический или текстовый) и активно вовлекают их для решения реальных проблем.

Для подготовки инженерно-технических кадров для промышленных отраслей в высшей школе организовывается цикл специальных дисциплин по робототехнике. Соответственно, для каждого уровня обучения разрабатывается своя технология обучения, позволяющая наиболее эффективно реализовывать цели обучения робототехнике.

Наличие большого количества технологий обучения робототехнике, каждая из которых отличается по используемым методам, средствам, платформам обучения, создает перед преподавателем, внедряющим робототехнику в систему обучения, определенную проблему выбора оптимальной для конкретных условий образовательной технологии.

Все это создает необходимость разработки универсальной технологии, содержащей в себе инвариантную часть, на основе которой можно разработать собственную образовательную технологию, применимую к конкретным условиям образовательного учреждения.

Для определения ядра образовательной технологии по робототехнике проанализируем опыт преподавания робототехники за рубежом (таблица 1).

Таблица 1 – Использование образовательных технологий по робототехнике

Автор	Цели обучения	Уровень преподавания	Платформа обучения	Педагогические технологии
A. Pina [1], 2015, Испания	образовательная робототехника	начальная школа, средняя школа	виртуальные роботы (Scratch, BYOB/SNAP) , First Lego League competition (FLL), LEGO Mindstorms NXT	конструктивное обучение, проблемное обучение
R. Martinez [2], et al, 2015, Испания	образовательная робототехника	высшая школа	Платформа Arduino	мотивационное, инновационное, креативное обучения
C.Julia, et al [3], 2015, Испания	образовательная робототехника	средняя школа	Universal 3, ROBO LT Beginner Lab, Oeco Tech, ROBO Pro Light software, Fischertechnik-designer software	проблемное обучение, мотивационное обучение, конструктивное обучение, активное обучение
D. Alimisis [4], 2012, Греция	образовательная робототехника	средняя школа	Lego Mindstorms NXT kit, the Lego Mindstorms Education NXT	конструктивное обучение, практическая активность, постоянная обратная

			software	связь, сотрудничество в команде, лабораторные проект
T. Kanda[5], S.Y. Okita[6], F. Tanaka[7], 2012, Япония	образовательная робототехника	начальная школа, средняя школа	Гуманоид (Asimo, Nao роботы)	сотрудничество, групповая работа с гуманоидом в качестве тьютора или соученика
J. Yoo [8], 2015, Южная Корея	профессиональное обучение	высшая школа	Гуманоид (KAIST робот)	сотрудничество, подготовка и участие в олимпиадах
L. Alfieri, et al [9], 2015, США.	образовательная робототехника	высшая школа	интерактивный симулятор «Экспедиция Атлантиды»	активное обучение, кейс-стади, STEM – метод, игровые технологии
S. Bradley, et al[10], 2013, США	образовательная робототехника	внеклассные группы обучения (летняя школа)	LEGO Mindstorms NXT ArcMap GIS software	STEM - метод
I.R. Nourbakhsh, et al [11], 2005, США	образовательная робототехника	студенты вуза	Lego Mindstorms kit	метод проектов
U. Qidwai, et al [12], Катар, 2013	образовательная робототехника	высшая школа	LEGO Mindstorms kits	командная работа, STEM – метод.
M. Ucgul [13], 2012, Турция	образовательная робототехника	средняя школа	LEGO Mindstorms NXT	конструктивное обучение, тренинг, проектное обучение, кейс-стади
P. Samuels [14], 2012, Великобритания	образовательная робототехника	высшая школа	LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 GeoGebra	обучение через программирование, методы сотрудничества
A. Giuseppe, et al [15], 2012, Италия	образовательная робототехника для лингвистических целей	начальная школа, средняя школа	Lego Mindstorm NXT, с использованием девайсов	сторителлинг с помощью робота и имитация, активное обучение проблемное обучение
А.С. Соболевский, и др. [16], 2014, Россия	образовательная робототехника	студенты-магистранты	LEGO NXT, NXT-2.0	мини-проекты, лабораторные работы
Е.А Краснобаев [17], 2013, Россия	робототехника в инженерии	студенты инженерной физики	Мобильный робот DAGU ASURO Robot kit	проектное обучение, исследовательский метод
М. Серик [18], 2014, Казахстан	робототехника как объект изучения	магистранты информатика (образование)	MINDSTORMS NXT	проектное обучение

Большинство рассмотренных трудов затрагивают уровень средней школы, где робототехника представлена как «образовательная робототехника». Вместе с обучением робототехнике студентам ведутся работы по разработке методического и дидактического обеспечения для учителей образовательных учреждений. Группы ученых во главе с D. Alimisis внедрила TERECoP –проект для повышения квалификации преподавателей в области образовательной робототехники и методики ее преподавания. В качестве основного метода обучения используется конструктивный метод, предполагающий творческое, деятельностно-операциональное обучение, которое представляет возможность каждому ученику строить свое новое знание обосновываясь на свой опыт, на свои имеющие знания.

Большинство авторов используют групповые технологии обучения, технологии сотрудничества, метод проектов, проблемное и исследовательское обучение, что отвечает природе конструктивизма в робототехнике.

В настоящее время существует большое разнообразие образовательных робототехнических платформ, которые являются мощным мотивационным и исследовательским средством обучения. Проведенный анализ по образовательной робототехники показал, что основная масса преподавателей используют серию Lego Mindstorms. Данную платформу можно применять для разновозрастного контингента обучающихся. Для младших школьных и дошкольников Lego - платформа применяется для конструирования и дизайна роботов. В средней школе разрабатываются простые алгоритмы движения и манипулирования роботами. В старших классах организуется научно-исследовательская деятельность при выполнении робототехнических проектов с применением языков программирования высокого уровня. Также наряду с платформой Lego Mindstorms в старших классах и высших учебных заведениях применяется платформа Arduino, когда при конструировании роботов применяются элементы схемотехники.

В развитых высокотехнологических азиатских странах, таких как Япония и Южная Корея в качестве инструмента и платформы образовательной робототехники используются роботы-гуманоиды со встроенными мощными программами искусственного интеллекта и базами знаний, с помощью них робот-гуманоид имеет возможность выступать в качестве тьютора или помощника при организации учебной деятельности.

Анализ показал, что конструктивное обучение является наиболее оптимальной концепцией обучения робототехнике, а определенные ею технологии обучения (проектное, проблемное обучение, технологии сотрудничества и другие) обеспечивают наиболее высокий результат обучения робототехнике. В качестве недостатков, по нашему мнению, можно выделить привязанность к аппаратному обеспечению, поскольку оно обладает вполне понятными техническими ограничениями. К тому же, данные платформы достаточно дорогостоящи. В качестве альтернативы физической платформе мы предлагаем использовать виртуальные роботы, которые можно модифицировать, расширять базу знаний, инструментарий для применения в конкретных условиях.

Развитие современных технологий в сторону сближения человеко-машинных отношений делает все более актуальным разработку дополнительной реальности в области робототехники, что позволяет создать иллюзию присутствия в одной реальности с предметами или субъектами, не находящимися в непосредственно наблюдаемой реальности индивида [19].

Среди технологий дополненной реальности наиболее целесообразно использовать GPS – технологии (идентификация объектов и людей в реальном мире, основанные на вычислении данных о геолокации, пространственной ориентации и времени), технологии распознавания (определение форм, атрибутов и характерных признаков объекта), контент-технологии дополненной реальности (содержание, которое отображается в рамках приложения с использованием дополненной реальности).

Данные технологии дополнительной реальности в обучении робототехнике позволит студенту погрузиться в среду обучения, в максимально сжатые сроки разрабатывать робота с заданными параметрами любого масштаба и разного уровня сложности, тестировать и проводить эксперименты с виртуальным роботом. К тому же, средства дополнительной реальности также можно загрузить на девайсы, и студенты получают возможность работать над роботом в любом месте.

Список использованной литературы:

1 A. Pina, J. Arlegui, E. Menegatti, M. Moro. Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS. Venice(Italy) 2008 November,3-4. ISBN 978-88-95872-01-8. pp. 10-21.

2 Paciaroni Martina, Alessandri Giuseppe. Educational Robotics between narration and simulation. Procedia - Social and Behavioral Sciences 51 (2012) 104 – 109. Available online at www.sciencedirect.com.

3 Carme Julia , Juan Oscar Antoli: Spatial ability learning through educational robotics: International Journal of Technology and Design Education, pp 1-19.

4 Dimitris Alimisis. Book: Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. Published 2009 by School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE) ISBN 978-960-6749-49-0

5 T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton, and H. Ishiguro, Interactive robots as social partners and peer tutors for children: a field trial, Human–Computer Interaction, 19(1), 2004, 61–84.

6 S.Y. Okita, V. Ng-Thow-Hing, and R. Sarvadevabhatla, Learning together: asimo developing an interactive learning partnership with children, Proc. ROMAN, 2009, 1125–1130.

7 F. Tanaka and S. Matsuzoe, Children teach a care-receiving robot to promote their learning: field experiments in a classroom for vocabulary learning, Journal of HRI, 1(1), 2012.

8 Juyoung Yoo. Results and outlooks of robot education in Republic of Korea. Procedia - Social and Behavioral Sciences 176 (2015) 251 – 254. Available online at www.sciencedirect.com.

9 Louis Alfieri , Ross Higashi, Robin Shoop, Christian D Schunn. Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. International Journal of STEM Education. December 2015, 2:4.

10 Bradley S. Barker, Gwen Nugent, Neal F. Grandgenett. Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting. Int J Technol Des Educ (2014) 24:39–52. DOI 10.1007/s10798-013-9245-9.

11 I.R. Nourbakhsh, K. Crowley, A. Bhave, E. Hamner, T. Hsiu, A. Perez-Bergquist, S. Richards, K. Wilkinson. The Robotic Autonomy Mobile Robotics Course: Robot Design, Curriculum Design and Educational Assessment. Springer Science + Business Media, Inc. Manufactured in The Netherlands. Autonomous Robots 18, 103–127, 2005.

12 Uvais Qidwai, Ryan Riley, Sayed El-Sayed. Attracting Students to the Computing Disciplines: A Case Study of a Robotics Contest. Procedia - Social and Behavioral Sciences 102 (2013) 520 – 531. Available online at www.sciencedirect.com.

13 Memet Ucgul. Design and development issues for educational robotics training camps. May 2012, 278 Pages. https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12614301/index.pdf

14 Peter Samuels, Lenni Haapasalo. Real and virtual robotics in mathematics education at the school–university transition. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2012. pages 285-301. DOI:10.1080/0020739X.2011.618548.

15 Alessandri Giuseppe, Paciaroni Martina. Educational Robotics between narration and simulation. Procedia - Social and Behavioral Sciences 51 (2012) 104 – 109.

16 А.С. Соболевский, Э.Ф. Шарипова. Образовательная робототехника: учебно-методический комплекс дисциплины[Текст] – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2014. – 31 с.

17 Е.А. Краснобаев. Лабораторные работы по курсу «Теоретические основы ро-бототехники» : методические рекомендации – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 22 с.

18 М. Серик, Г.Ф. Нурбекова, Г.М. Жармаганбетова. Роботтарды программалау негіздері пәніне арналған оқу-әдістемелік құрал (MINDSTORMS NXT). – Астана, 2015. – 72 бет.

19 Б.С. Яковлев, С.И. Пустов. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности. Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Выпуск №3. С.484 – 492.

УДК 378.147-001.897
ГРНТИ 14.01.29

А.Н. Омарбаева[1], Қ.Ш. Сержанова[2], Л.А. Жанбаева[3]

[1,2] аға оқытушы, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2] тех.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ДӘЛЕЛДІК МЕДИЦИНАДА ЖАҢА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақалада жаңа ақпараттық технологиялардың дәлелдік медицинада қолданылуы туралы айтылған. Медицина әлі күнге дейін ең аз компьютерленген салалардың бірі болып қалып отыр. Жаңа технологияны енгізу медициналық көмектің сапасын жақсартуға және айтарлықтай шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде мамандандырылған медициналық программалық құралдардың көптеген түрі бар. Дәрігерлер ақпараттық жүйелердің классификациясының мәнін меңгеруі тиіс. Қазіргі уақытта дәлелдік медицина Европа мен АҚШта 80% медициналық қызметкерлер үшін медициналық технологияны таңдауда шешім қабылдаудын негізгі құралы болып табылады. Сондықтан да заман талабына сай әрбір маман жаңа ақпараттық технологияларды өз ісіне тиімді пайдалана білуі керек. Болашақ мамандарды жаңашыл дәрігерлердің озат тәжірибелерімен таныстырып, әдіс-тәсілдерін пайдалануға үйрету, зерттеу жұмыстарын жаздыру, медициналық ынтымақтықты іске асыру т.б. жұмыстар олардың медициналық білімі мен іскерлігін, дағдысын ұштай түседі. Бұл жағдайларды шешуде жаңа ақпараттық технологиялардың орны бөлек. Болашақта өркениетті елдердің жоғары технологиясын меңгерту, дүние жүзілік білім кеңістігіне шығу – бүгінгі күннің мақсаты.

Түйін сөздер: дәлелдік медицина, медицина, дәрігер, интернет, сарапшы, ақпараттандыру, ақпараттық технология.

Аннотация

А.Н. Омарбаева[1], Қ.Ш. Сержанова[2], Л.А. Жанбаева[3]
[1,2] старший преподаватель, Казахский национальный медицинский университет имени С.Ж. Асфендиярова,
г. Алматы, Казахстан
[2] к.тех.н., Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
г. Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

В данной статье говорится об использовании новых информационных технологий в доказательной медицине. Медицина до сих пор остается одним из наименее компьютеризированы. Внедрение новых технологий в целях повышения качества медицинской помощи и возможность значительно сократить расходы. В настоящее время существует широкий выбор специализированного медицинского программного обеспечения. Врачи должны знать значение классификации информационных систем. В настоящее время, доказательная медицина в Европе и в Соединенных Штатах 80% медицинских работников является основным инструментом для принятия решения при выборе медицинской техники. Таким образом, каждый специалист должен эффективно использовать новые информационные технологии в своем деле.

Будущие специалисты и их работы будут сопровождаться их медицинскими знаниями и умениями, навыками. Это место новых информационных технологий в решении дел по отдельности. В дальнейшем, развитие цивилизованных стран высоких технологий, мировое образовательное пространство - цель сегодняшнего дня.

Ключевые слова: доказательная медицина, медицина, врач, интернет, аналитик, информировать, информационная технология.

Abstract

THE APPLICATION OF NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN EVIDENCE BASED MEDICINE

Omarbayeva A.N.[1], Serzhanova K.Sh.[2], Zhanbayeva L.A.[3]
[1,2] Senior Lecturer of the Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
[3] Cand. Sci (Engineering), Abai Kazakh State Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The information technologies using in reason medicine are considered in this paper. Force of medicine, to the day same will classify it is not enough computerized, first being remains. Technology only what to improve medical quality of help introduction and to abbreviate what special expend, allows. Go medical software, that was specialized in nowaday time, kind, increased those facilities. Touch that doctors informative systematize, master's importance classification. In nowaday time reason medicine on to choose medical technology Европа on in the United States 80 meadows for office workers a decision is basic means abildauly. Therefore, only what informative technologies a ravine advantageously uses әрбір specialist self to business to know needed to the requirement of epoch.

Future specialists innovator doctors to use method-methods acquainting by the experiments of passing, to teach, to compel to write works research, medical efficiency, skill knowledge medical to carry out solidarity goes down т.б., works of them update. Only what informative place of technologies these the states on to decide separately. In the future civilized countries to assist mastering technology of top, the world goes out жүзі to space of knowledge - today's aim of day.

Key words: inform, information technology, electronic means of training.

Медицина әлі күнге дейін ең аз компьютерленген салалардың бірі болып қалып отыр. Жаңа технологияны енгізу медициналық көмектің сапасын жақсартуға және айтарлықтай шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ақпараттың шынайылығын және мүмкіндік мәселелерін талқылау, денсаулыққа байланысты ғана емес, кәсіби қоғамдастық және жаңа технологиялар туралы білім таралу жылдамдығының артуына, әр елдің ақпараттық ресурстарына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қазіргі кезде мамандандырылған медициналық программалық құралдардың көптеген түрі бар. Денсаулық сақтауды ақпараттандырудың кілттік тобы ақпараттық жүйе болып табылады. Сондықтан дәрігерлер ақпараттық жүйелердің классификациясының мәнін меңгеруі тиіс. Қазіргі уақытта дәлелдік медицина Европа мен АҚШта 80% медициналық қызметкерлер үшін медициналық технологияны таңдау үшін шешім қабылдауда негізгі құрылғы болып табылады [1]. Және де шешім қабылдауда беделді адамның шешімі немесе бұрынғы дәстүр бойынша емес, тек жауапты және құзырлы, ақпараттанған және сыни көзбен ойлай білетін медициналық маман (ғалым, дәрігер, провизор) болуы керек. Сондықтан да заман талабына сай әрбір маман жаңа ақпараттық технологияларды өз ісіне тиімді пайдалана білуі керек.

Қазіргі таңда елімізде білім беру жүйесінде жаңашылдық қатарына ақпараттық кеңістікті құру енгізілді. Ақпараттандыру жағдайында студенттер меңгеруге тиісті білім, біліктілік дағдының көлемі күннен күнге артып, мазмұны өзгеріп отыр. Білім беру саласында ақпараттық – коммуникациялық технологияларды пайдалану арқылы білімнің сапасын арттыру, білім беру үрдісін модернизациялаудың тиімді тәсілдері пайдаланылуда және одан әрі жетілдірілуде. Қазіргі заман талабына сай адамдардың мәлімет алмасуына, қарым-қатынасына ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың кеңінен қолданысқа еніп, жылдам дамып келе жатқан кезеңінде ақпараттық қоғамды қалыптастыру қажетті шартқа айналып отыр. Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – білім алушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық ойлау-құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны пайдалану дағдыларын қалыптастыру және оқушы әлеуметінің ақпараттық сауатты болып өсуі мен ғасыр ағымына бейімделе білуге тәрбиелеу, яғни ақпараттық қоғамға бейімдеу.

Ақпараттық технология – қазіргі компьютерлік техника негізінде ақпаратты жинау, сақтау, өңдеу және тасымалдау істерін қамтамасыз ететін математикалық және кибернетикалық тәсілдер мен қазіргі техникалық құралдар жиыны. Ақпараттық-коммуникативтік технология жағдайындағы жалпы оқыту үрдісінің функциялары: оқыту, тәрбиелеу, дамыту, ақпараттық болжамдау және шығармашылық қабілеттерін дамытумен анықталады.

Дәлелді медицинаны заманауи түрдегі медициналық практиканың контекстінде ғана емес, қазіргі заманғы дәрігердің өмірге деген көзқарасы қалыптасуының және дәрігердің күнделікті жұмысында кездесетін ме- дициналық проблемаларды шешудің әдістемелік негізін құрайтындығында қарастыру керек [1]. Мұндай жағдайда мамандарды дайындау стратегиясын анықтау үшін медициналық университеттердің рөлі белгілі дәрежеде жоғарылайды. Денсаулық сақтау жүйесіне дәлелді медицина негіздерін енгізуді студенттерді дипломға дейінгі оқыту кезінде және дәрігерлердің біліктілігін жоғарылату барысында жүргізген тиімді. Дәлелді медицинаны оқып, оның негіздерін күнделікті жұмысында қолдану үшін дәрігерге үздіксіз түрде білім алу және жүйелі түрде көзқарас қажет болады. Медицинаға тән жалпы сұрақтарды шешу - жұмыстың методологиясын оқуға бағытталуы керек. Дәлелді медицинадағы білім –белгілі бір жағдайларға негізделген, дәлелденген шешімдерді қабылдау қабілетінің болуы. Алдағы уақытта клиникалық ғылыми зерттеулер мен медициналық білім қабылданатын шешімдердің дәлелділігі жөнінде бір жүйеге шоғырлануы керек.

Дәлелдік медицина – бұл ғылыми нәтижелерді медициналық зерттеулерде қолдану мен практика нәтижесінде алу болып табылады. Дәлелдік медицинаның негізгі қағидасы ол практикалық дәрігерлерге ақпаратты қалай дұрыс қолдана білуге, қандай мақалалар мен нұсқауларға сенуге болатынына жауап береді. Дәлелдік медицина (ДМ) – өңдеудің ақпараттық технологиясы, медициналық ақпараттарды қолдана білуі және оның берілуі, медициналық қызметкерлерге пайдалы дәлелдемелерді тәжірбиелерінде сол әдістермен клиникалық практикаларында қолдана білуінің әсері [2].

Қазіргі таңдағы медициналық биологиялық мәліметтердің талдауын алу үшін дәрігер-зерттеушілерге медициналық мақалаларды оқып қана қоймай, зерттеу нәтижелерін практикада қолдана алуы және нақты мәліметтер үшін ДМ білу керек. Дәлелдік медицинаның мақсаты - жарамсыз бірақ қымбат тұратын медициналық аппараттарды пайдаланбай, науқастардың денсаулықтарына нұқсан келтірмеу, дұрыс нәтиже көрсете білу. Дәлелдік медицина – денсаулықты қалпына келтіру мен сақтаудың ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады.

«Дәлелдік медицина» түсінігін 1990 жылы Торонто қаласындағы Мак-Мастер университетінің ғалымдары берген. ДМ әдісі дәрігерге қол жететін көздер бойымен іздестірулерді жедел жүзеге асыруға мүмкіндік туғызады және туындаған сұратары бойынша ақпараттарды табуға, алынған мәліметтерді сын көзімен бағалай алуына және емделушіге оны пайдалана білуіне жол ашады [3]. Дәрігер мен емделушінің өзара қарым-қатынасы, науқастың денсаулық жағдайына байланысты барлық клиникалық практика деңгейінен нақты клиникалық сұраққа қарапайым ғана жауап - шешім қабылдау үрдісіне негізделген. Дәрігердің күнделікті жұмысында пайда болатын емдеу - диагностикалық және профилактикалық сұрақтар клиникалық жағдай деңгейінде шешіледі. Емдеу-алдын алу мекемелердің жетекшілерімен және денсаулық сақтау әкімшілік ұйымдарының алдына қойылатын сұрақ, клиникалық ұйымдарды құру клиникалық стратегияға жатады. Әлемдік тәжірибеде кеңінен пайдаланылатын ДМ, көрсетілетін дәрігерлік жәрдемдік сапаны жоғарылатады, медициналық тәжірибені жетілдіруге мүмкіндік туғызады.

Дәлелдік медицинаның технологиясының мақсаты – талдау алу үшін және оны нақты емделушіге енгізу үшін ақпарат алу. Клиникалық есепті шеше отырып, медициналық қызметкер, үйреншікті ақпарат көздерін (өз тәжірбиесіне, монография мен анықтамаларға, әріптестеріне) сене отырып, яғни, емделушіге ескірген және қол ақпараттық технологиясына, қазір әлемде қолданылмайтын әдістерді қолдануға тәуекел етеді. Компьютерлік технологияны қолдана білу жоғары сапалы жауапқа ие болады. Электронды медициналық мәліметтер қоры, журналдардың электронды нұсқалары, мультимедиалық үйрететін бағдарламалар, лазерлі дисктердегі кітапханалар мен Интернеттің пайда болуы дәрігерлердің мүмкіндіктерін кеңейтті. Ал мынадай Medline, Cochrane Library, Up-To-Date, EMBASE, OVID медициналық мәліметтер қоры арқылы автоматтандыру және дәлелдік медицинаның технологиясының әлемдегі медициналық мәселенің толық жағдайларын көре алатын негізгі құралдары. Нақты емделушілердің есебін шешу үшін дәлелдік медицинаның технологиялық үрдісін құрайтын, дәрігер операциялар жинағын білуі және оны өз тәжірибесіне қолдана білуі керек [2].

Клиникалық сұрақты дұрыс құрастыру дәлелдік медицинаның маңызды қағидасы болып табылады. Іздестірудің және нәтижеснің стратегиясы осыған байланысты болады. Сауатты қойылған сұрақ мәселені айқын суреттейді және сұрау салынатын ақпарат белгілі құрылымға ие болады: емделуші немесе мәселе, араласу немесе болжам, салыстыру, біту. Келесі қадам іздеу стратегиясына әсер ететін сұрақтың типін (диагностика, ем, болжам) анықтау болып табылады. Содан кейін сенімді кәсіби мәліметтер қорына қарайтын тікелей іздеу кезеңі болады. Ақпараттың сыни талдауы – дәлелдік медицинаның басқа маңызды қағидасы. Зерттеудің ақиқат стандарты болып, бір немесе бірнеше зерттелетін белгілерге, ал топтардың таралуы кездейсоқ болатын, науқастардың салыстырылатын топтарының ранжирленген бақыланатын сынақтары саналады. Ақпаратты ақиқаттылыққа бағалағаннан кейін, оны нақты клиникалық жағдайға және емделушіге енгізу стратегиясын жасау керек. Және де емнің қолданылған әдістің немесе диагностиканың тиімділігін бағалау. Осылайша, дәрігер, алдын алу және диагностикалық есепті шешу үшін жаңа ғылыми ақпаратты іздестіруге және оны критикалық ойлауға, күнделікті тәжірбиесін өзгерту үшін, медициналық көмектің сапасын жақсартуда көрсетілетін медицинаның соңғы жетістіктерінен хабары болуы керек [3].

Дәлелдік медицинада жаңа заманауи технологияларды қолдану жаһандық мағынада, дәрігерлік қателіктердің жиілігін төмендетуіне алып келеді, сапаны және медициналық жәрдемнің тиімділігін жоғарылатады, ресурстарды үнемдейді және халықтың денсаулығын жақсартуға мүмкіндік туғызады. Ақпараттық технологиялар жаңа клиникалық ақпаратқа қол жеткізетін және этикалық декларациялардың реализациясымен қамтамасыз ететін, алмастырылмайтын құрал болып табылады. Бұл тек құрал ғана. Бірақ бұл құралдың қазіргі сапасы іс жүзінде кез-келген есептерді шешуге мүмкіндік береді.

Қорыта келе, ақпараттық технологияны қолдану ақпарат берудің көптеген арналармен ғана қамтамасыз етіп қоймайды, сонымен қатар әр түрлі орталар бірін-бірі толықтыратын жағдай туғызады. Ақпараттық технология басқа технологиялармен интеграциялана отырып оқытушының қарқынды дамуына, оқу мен оқыту үдерістерін білікті түсінудің көрсеткіші болып табылады. Сарапшылардың ойынша қоғамның дамуы үшін ең болмағанда халықтың үштен бір бөлігі қазіргі ақпараттық технологиялармен жұмыс істей білуі керек. Қазақстанның дәрігерлеріне белсенді түрде мәліметтерге қол жеткізуін қамтамасыз ететін мүлде қол жететін жаңа ақпараттық технологияларды пайдалану керек. Қазіргі таңда бүкіләлемдік тор арқылы ашық түрде үлкен көлемді ресурстарға қол жеткізуге болады. Бірақта өкінішке орай, Интернет желісінде жұмыс істеу тәжірбиесі, ақпараттық технологияны нашар және жақсы игермегендіктерін көрсетеді. Сондықтан да, өзін «сарапшының» деңгейінде санайтын кез келген дәрігер, елдің игілігіне ғана жұмыс істеуге ықыластанып ғана емес, қазіргі жаңа ақпараттық технологиялармен жұмыс істей алуы керек. Сол кезде ғана біздің Қазақстанның медицинасы қарыштап дамитынын білеміз.

Біз бейбіт елде, мемлекеттік білімді жетілдіруге аса мән берген елде тұрамыз. Жалпы білім берудің мақсаты – терең білімнің, кәсіби дағдылардың негізінде еркін бағдарлай білуге, өзін - өзі дамытуға адамгершілік тұрғысынан жауапты шешімдерді қабылдауға қабілетті жеке тұлғаны қалыптастыру, яғни жеке тұлғаны қалыптастыруға негізделген, ақпаратты технологияны терең меңгерген, жылдам өзгеріп жататын бүгінгі заманға лайықты, жаңашыл тұлғаны қалыптастыру.

Бәсекеге қабілетті болу тікелей білімге байланысты. Біз жаңа технологияға, жаңа өркениетті дамуға байланысты басқа өркенді елдердің көптен бері пайдаланып келе жатқан жаңа ақпараттық технологияны қолданып отырмыз. Бұл – біздің Қазақстанннның алға қарай жылжуының нышаны болып табылады. Ғылыми білім беруде жаңа ақпараттық технологияның берер мүмкіндігі өте мол.

Жаңа ақпараттық технологияны қолдану арқылы соны дәлелді медицинада енгізе отырып, білім кеңістігіне еркін бойлай алады.

Оқу процесінде, оның ішінде практикалық сабақтарда жаңа ақпараттық технологияны қолдану оқытушының жеке тәжірибесіне, шығармашылық ізденісіне байланысты. Жаңа ақпараттық технологияны дәлелді медицинада оқыту формасын ұйымдастыруы түрлендіруге, дәстүрлі оқыту әдістеріне жаңа элементтер енгізуге мүмкіншіліктер жасайды. Бұл студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі;

1 Гринхальх Т. Основы доказательной медицины. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2009. – 288 с.

2 Клюшин Д. А., Петунин Ю. И. Доказательная медицина. Применение статистических методов. – М.: «Диалектика», 2007. – 320 с.

3 Власов В.В. Введение в доказательную медицину.– М: Медиасфера,2001.–392 с.

УДК 002.6:37.016: 374.02
ГРНТИ 20.01.45: 14.27.09

И.Т. Сәлғожа[1], *Г.Т. Шойынбаева*[2]

ОҚУШЫЛАРДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДАҒЫ СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ РӨЛІ

[1,2] Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеттің докторанты,
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа

Мақала сыныптан тыс жұмыстар кезінде оқушылардың ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастыру мәселесіне арналған. Қазіргі білім беру жүйесі мектеп бітірушілерінің бойында нақты бір білім, білік, дағдылардың жинақтарын ғана емес, сонымен қатар құзыреттіліктерін де қалыптастыру қажет. Құзыреттіліктердің ішіндегі ең маңыздыларының бірі - мәселені көре және оны шешудің жолдарын табу қабілеттілігімен көрінетін ақпараттық құзыреттілік. Құзыреттілікті қалыптастыруды оқушылармен сыныптан тыс уақытта ұйымдастырылатын жұмыстар барысында іске асыруға болады. Сыныптан тыс жұмыстарда әртүрлі ақпарат көздерімен жұмыс жасап үйрету оқушылардың оқып отырған тақырыптары бойынша білімдерінің терең, әрі берік болуына әкеледі. Сонымен қатар, сыныптан тыс жұмыстарда бірнеше пәндерден алған білімдерін ұштастыра отырып, шешу қажеттілі туындайтын тапсырмаларды орындатуға болады. Мақалада осындай тапсырмалар арқылы оқушылардың ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастыру мәселесіндегі сыныптан тыс жұмыстардың маңыздылығы туралы айтылған.

Түйін сөздер: құзыреттілік, ақпараттық құзыреттілік, сыныптан тыс жұмыс, ақпараттық құзыреттілікті қалыптастыру.

Аннотация

И.Т. Салгожа[1], *Г.Т. Шойынбаева*[2]
[1,2] PhD докторант Казахского национального педагогического университета имени Абая,
г.Алматы, Казахстан

РОЛЬ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ В ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Статья посвящена вопросу формирования информационной компетентности учащихся при проведении внеклассной работы. Выпускники нынешней системы среднего образования должны формировать не только определенные знания, способности, навыки, но и компетенции. Одной из важнейших компетенций для молодежи является их способность ясно видеть проблему и найти способ ее решения. Компетентность учащихся может быть формирована во время внеклассных мероприятий и занятий. Работа с различными информационными источниками во внеучебной деятельности ведет к более глубокому и долгосрочному знанию предметов и материала. Кроме того, во внеучебной работе можно решить задачи, объединяя знания, полученные из нескольких дисциплин. В статье излагается значение внеклассной работы по вопросам формирования информационной компетентности учащихся в школе с помощью решения таких задач.

Ключевые слова: компетентность, информационная компетентность, внеклассная работа, формирование информационной компетентности.

Abstract

THE ROLE OF EXTRACURRICULAR WORK IN THE FORMATION OF INFORMATION COMPETENCE OF STUDENTS

Salgozha I.T.^{1}, Shoyynbayeva G.T.^{2}

^{1,2} PhD doctoral student of the Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan

The article is about the formation of information competence of students while they carry out extracurricular activities. Graduates of the current education system should form not only certain knowledge, skills, but also competencies. One of the most important competencies is the ability to see the problem and find a way to solve it. Competence of students can be formed during extracurricular activities. Working with various information sources in extracurricular activities leads to a deeper and longer-term knowledge of subjects. In addition, in extracurricular work, problems can be solved by combining knowledge obtained from several disciplines. The article outlines the importance of extra-curricular work on the formation of information competence of students through carrying out such tasks.

Key words: competence, information competence, extracurricular work, formation of information competence.

Әлемдегі қазіргі қарқынды ғылыми-инновациялық және әлеуметтік-экономикалық даму жағдайы білім беру жүйесіне де көптеген өзгерістер әкелді. Бүгінгі күннің даму жағдайындағы ғылым мен техниканың жылдам дамымалы ақпараттық қоғамға бейімделіп қана қоймай, қоғамды дамытуға өз үлесін қоса алатын құзыретті, бәсекеге қабілетті оқушы дайындау мектептің маңызды міндетіне айналып отыр.

Кез-келген қоғам дамуының алғышарты – тәрбие мен білім берудің тұтас жүйесінің қалыптасуы болып табылады. Әлемдік өркениеттің дамуына білім жүйесінің тигізер әсері мол[1]. Сол себепті қоғамдағы болып жатқан өзгерістер білім беру жүйесіне де өзгерістер алып келеді. Ол өзгерістің бірі өзінің іс-әрекетін тиімді жоспарлай алатын, танымдық қызметінде алынған білім, білік, дағдыларын өмірлік іс-тәжірибесінде орынды пайдалана алатын, көздеген мақсатқа, нәтижеге жету үшін әр түрлі топтардағы адамдармен тиімді қарым-қатынас орната алатын білімді, құзыреттіліктері қалыптасқан тұлғаны тәрбелеу мәселесін қойып отыр.

«Құзыреттілік» терминін XX ғасырдың ортасында Н. Хомский енгізген болатын, алғашында ол ана тілінде нақты тілдік қызметті орындау үшін қажет қабілеттіліктер ұғымын берген. Құзыреттілік оқыту нәтижесін (білім және білік) ғана емес, сонымен бірге ол оқушылардың шығармашылық іс әрекет тәжірибесі мен құндылық бағдарларының жүйесін де көрсетеді. Құзыреттілік дегеніміз - тұлғаның бойында білім, дағды, іскерлік, ерік күш жігердің болуы. Ол, ең әуелі мектептегі оқыту үрдісінде қалыптасады. Құзыреттілік - оқушының алған білімі мен дағдыларын тәжірибеде, күнделікті өмірде қандай да бір практикалық және теориялық мәселелерді шешу үшін қолдана алу қабілеттілігі [2].

Құзыреттілік ұғымын зерттеген көптеген ғалымдар әртүрлі анықтамалар береді. Көптеген әдебиеттерде құзыреттілік «білім», «білік» және «дағды» ұғымдарын қамтиды, бірақ бұл білім, білік, дағдының жай ғана жиынтығы емес. Құзыреттілік - оқыту нәтижесімен қатар оқушылардың шығармашылық әрекетінде көрінетін қабілеті.

Ал, нәтижеге бағытталған білім беруде ақпараттық құзыреттіліктің алар орны ерекше. Ақпараттық құзыреттілік – ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың көмегімен ақпаратты іздеу, сақтау, түрлендіру, көп ақпараттың ішінен негізгісін анықтау, тасымалдау мүмкіндіктерін тәжірибеде қолдана алу қабілеті. Білім беру жүйесінің басты мақсаттарының бірі болып табылатын оқушы құзыреттілігін қалыптастыру мәселесін тек сабақ барысында ғана емес, қосымша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстар арқылы да ұйымдастыруға болады.

Олай дейтініміз, сыныптан тыс жұмыстар – оқушылардың сабақтан тыс бос уақытын ұйымдастыратын мектептегі оқу тәрбие үдерісінің құрамдас бөлігі. Сыныптан тыс жұмыс - бұл педагогтардың баланың жеке тұлғасының қоғамдағы өмірге бейімделуін қамтамасыз ететін, мектеп оқушыларымен сабақтан тыс уақытта ұйымдастыратын әртүрлі іс-әрекетері мен іс-шаралары.

Сыныптан тыс жұмыс – сабақтан тыс уақыттағы мектеппен өткізілетін және оқу бағдарламаларының шеңберінен ауытқып кетпейтін, әртүрлі оқу-тәрбиелік іс-шаралар [3]. Бұл сыныптан тыс жұмыстардың мақсаты да мемлекеттік білім беру стандартының білім беру жүйесінің алдына қойған мақсаттарын қанағаттандыруын қамтамасыз етіп, оқушылардың қабілеттерін дамыта отырып, оқушыны қоғам талаптарына сай тұлға етіп тәрбиелеу.

Қазіргі білім беру жүйесі мектеп бітірушілерінің бойында нақты бір білім, білік, дағдылардың жинақтарын ғана емес, сонымен қатар құзыреттіліктерін де қалыптастыру қажет. Құзыреттілік әртүрлі іс-әрекет салаларына байланысты бірнеше құзыреттер жинағынан тұрады. Құзыреттіліктердің ішіндегі кілттік құзыреттіліктің бірі - мәселені көре және оны шешудің жолдарын табу қабілеттілігімен көрінетін ақпараттық құзыреттілік. Кілттік құзыреттілікті қалыптастыруды сыныптан тыс уақытта ұйымдастырылатын жұмыстар барысында да іске асыруға болады. Әртүрлі ақпарат көздерімен жұмыс жасап үйрету, оқушылардың оқып отырған тақырыптары бойынша білімдерінің терең, әрі берік болуына әкеледі. Сонымен қатар, сыныптан тыс жұмыстарда бірнеше пәндерде алған білімдерін ұштастыра отырып, шешу қажеттілі туындайтын тапсырмаларды орындатуға болады. Бұл оқушылардың әр пәннен алған білімдерің жеке қоры ғана емес, оны өмірлік тәжірибесінде есептерді шешу барысында қалай пайдалануға болатындығын үйретеді, яғни ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастырады.

Сыныптан тыс жұмыстарда математика, физика сабақтарында өткен тақырыптар мәтіні бойынша талдау жасау, график тұрғызу, кесте салдыру, сызбалар мен формулалары т.б. тапсырмаларды орындау барысында өз пікірлерін айта білу, кері пікір айта білу дағдылары қалыптасып, соның негізінде жаңа білім алу мүмкіндігі туады. Оқушылар өз беттерімен физикалық ұғымдарға анықтама беріп үйренеді, физикалық заңдылықтарды қорытып, болжам айтады және тексереді, есепті шығару алгоритмін құрады. Мұың барлығы оқушыларды пәннен алған білімдерін өз өмірлерінің кез келген сәтінде ақпараттың қандай түрі болса да өз беттерімен білім алуға үйретеді. Мұндай тапсырмаларды орындау барысында оқушылар ақпаратты тасымалдау, өңдеу, ұсыу, пайдалану және сақтау үдерістеріне қатысады. Бұдан сыныптан тыс жұмыстардың оқушылардың ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастырудағы орнының ерекше екенін көруге болады.

Мұндай сыныптан тыс жұмыстардың өткізу әдістемесі ақпаратты тасымалдау мен ұсынудың ұтымды тәсілдері туралы жұмысты меңзеп тұр. Сыныптан тыс жұмыстарды жоспарлауда жас ерекшеліктері мен оқу материалының ерекшеліктерін де екенін ескеру қажет.

Сыныптан тыс жұмыста ақпаратпен жұмыс істеу барысындаоқушылардың бойында қалыптасатын оқу-ақпараттық білік, дағдылары:

- Ақпаратты ауызша және жазбаша түрде баяндау (ұсыну);
- Ақпаратты ұсыну барысында баяндау логикасын сақтау;
- қолда бар ақпараттың жеткілікті дәрежеде айқын немесе ақиқат екенін растау үшін қосымша ақпарат ретінде дәлелдер келтіре білу;
- библиографиялық басылымдар, ақпаратты жүйелеудің электрондық құралдарының және т.б. көмегімен ақпарат іздеу;
- т.б. каталогтар, ақпарат көздеріне пайдаланып ақпарат іздеу жүргізу;
- ақпарат көзін пайдалану барысында іздеу параметрлерін нақты анықтау;
- мәтіндегі негізгі идеяны тұжырымдау үшін анықтамадағы негізгі, кілттік сөздерді ерекшелеу;
- Ақпаратты ақпарат көздерінің екінші түрі ретінде түрлендіру: жоспар, алгоритм, блок-схема, тезистер, түйіндеме, конспект, реферат, аннотация, реферат;
- Ақпаратты ашу: формула, теңдеулерді «оқу»;
- Визуалды ақпаратты ауызшаға қайта қодтау және керісіше график, символдық және басқа түрде түрде ұсыну.

Оқу материалдарын оқытуды ұйымдастыру әртүрлі объектілер-ақпаратты тасымалдаушыларды пайдалану арқылы жүргізіледі. Физиканы алғаш оқу барысында оқушылардың объективті қабылдаудағы қиындығы тек жаңа ақпараттың көптігінен ғана емес, сонымен қатар осы ақпаратты оқушыларға жеткізуде пайдаланылатын жаңа объектілердің пайда болуына және бұл объектілердің өзара сәйкестігіне байланысты. Математика пәнінен белгілі теңдеулер тек математикалық қана емес физикалық ақпарат болып табылатын, физикалық формулаларға айналады. Графиктер мен кестелер физикалық мазмұнмен толтырылады. Оқушылар бұрын жұмыс жасап көрмеген физикалық шамалар, аспаптар, өлшем бірліктер пайда болады. Физикалық мазмұн оқушылар оқитын қосымша мәтіндермен, суреттермен, сызбалармен және мысалдармен толықтырылуы мүмкін. Есептің берілу мәтінін нақты ақпаратты тасымалдаушы объект деп қарауға болады. Бұдан оқушы бұл ақпаратты қаншалықты дұрыс және толық қабылдай алады, содан мәселені шешуді оқытудың жетістігі көрінеді.

Объектілер-ақпарат тасымалдаушылармен жұмысты ұйымдастыру үшін алдымен объектілер анықталып, осы объектілерге арналған ақпаратты ерекшелеу мен пайдалануға арналған тапсырмалар берілу керек.

Мысалы. Массасы 1,5 т кірпіш пешін Цельсий шкаласы бойынша 30 дан 20 градуста суыту кезінде төңірегіндегі денелерге қандай мөлшерде жылу береді [4]?

Оқушыларға берілетін сұрақтар:

Есепте қандай физикалық құбылыс туралы айтылып тұр?

Есепте кездесетін физикалық шамаларды атаңыз?

Оларды қандай әріптермен белгілеу қабылданған?

Бұл шамаларды қандай формула байланыстырады?

Қандай физикалық шаманың өлшемі 1 тоннаға ие?

SI жүйесінде бұл шаманы қалай белгіленген?

Бұл сұрақтарға жауап бере отырып, оқушылар бұл тақырып бойынша алған білімдерін бекітеді, сонымен қатар есепке талдау жасап үйренеді.

Оқушылардың ақпараттық құзыреттіліктерін қалыптастыруда сыныптан тыс жұмыстардың бірі – конференция ұйымдастырудың орны ерекше. Ол келесі функциялармен сипатталады:

- Қарастырылып отырған сұрақ төңірегінде білімін кеңейту және толықтыру;
- Ақпарат көздерімен жұмыс жасау;
- Баяндама (хабарлама) жасау;
- Реферат дайындау;
- Әртүрлі ақпарат көздерімен өз бетімен жұмыс жасауға үйрету.

Оқу конференциялары әртүрлі сынып оқушыларымен өткізіледі. Басқарушы рөл мұғалімде болады. Конференцияның сабақтан айырмашылығы оқушылар конференцияға дайындалу барысында жаңа білімді әдебиеттерден (әдеттегі және электрондық) және өзге конференцияға қатысушы оқушылардың баяндамаларынан алады. Әр баяндамашыдан кейін тақырыпты талқылау жүргізіліп, пікірлер тыңдалады. Конференцияның нәтижесін жалпылап, тақырып төңірегіндегі сұрақтар қойылып, талқыланады, толықтырылады, конференцияға қатысушы оқушылардың жұмыстары жеке бағаланады.

Конференцияның білімдік мәні, ол коференцияға дайындалу барысында оқушылар әдебиеттермен, электрондық ақпарат көздерімен өз бетімен ақпарат іздеуге дағдыланады. Алған білімдерін алдына қойылған нақты есепті шешу үшін пайдаланады, яғни тұтастай алғанда ақпараттық құзыреттіліктерін дамытады.

Конференцияларды өткізу оқушылардың ғылыми және техникалық білімге бейімдері мен қабілеттерін анықтап, қызығушылықтарын арттыруға көмектеседі.

Конференцияны информатика, математика, физика ғылымдарының даму тарихы, олардың тарихи дамуындағы өзара қатынасы, әр ғылым саласындағы жаңалықтардың пайда болу тарихы, ғылым саласын қалыптастырушы ұлы ғалымдардың ғылым саласына енгізген жаңалықтары т.б. сұрақтар төңірегідегі тақырыптарға арнаған дұрыс.

Мысалы:

- Математика тарихы;
- Араб математикасының дамуы;
- Ұлы математиктер;
- Әл Фараби математикасы;
- Әл Фарабидің физикасы;
- Әл Фарабидің жаратылыстаныу ғылымдарының дамуына қосқан үлесі;
- Әл Фараби есептерін АКТ құралдарының көмегімен шешу;
- Әл Фарабидің геометриялық салу есептерін АКТ құралдарында салу т.с.с

Сыныптан тыс жұмыстарда мұндай тақырыптарға арналған жұмыстарды орындау барысында оқушылар көптеген әдебиеттермен жұмыс жасап, көптеген электрондық ақпараттардан керекті ақпаратты іздеп, өңдеп, түрлендіріп, өңдейді. Бір сөзбен айтқанда оқушылардың ақпараттық құзыреттілігінің, өзіндік көзқарасының қалыптасуына, білімін жетілдіруіне, алған білімдерін өздерінің өмірлік тәжірибесінде қолдана алуына ықпал ететіндігі байқауға болады.

Сонымен қатар, оқушылар сыныптан тыс іс-әрекеттерінде АКТ-құралдарының көмегімен өздерінің жеке өнімдерін құра алады. Компьютерлік құралдарды пайдаланып жасағанда, өнім деп келесілерді түсінуге болады [5]:

- мультимедиалық презентация;
- қандай да бір дайын программада тұрғызылған физикалық модель;
- оқушының өзі құрған компьютерлік программа.

Бірінші және екінші тапсырманы оқушы еш қиындықсыз орындай алады. Жалпы оны практикалық тұрғыда әр оқушы жасай алады, ал үшіншісі информатика пәнінің мұғалімінің көмегінсіз орындау қиындық туғызады.

Әдетте презентация құру барысында мәтіндер және суреттермен шектеледі. Ал, презентацияның көптеген мүмкіндіктері: дайын және қандай да бір графикалық редакторда дайындалған анимация, анимацияланған немесе макростар пайдаланып жасалынған сөзжұмбақтар, интерактивті тесттер және т.б. Бұдан презентациялық өнімдерді құруда материалды толықтай қамтуға болады деп айтуға негіз бар. Ал, оқушылардың сабақта немесе сабақтан тыс уақытта өз өнімдерін дайындауда пайдалануға келесі компьютерлік программаларды ұсынуға болады:

- флэш-анимациялы роликтер;
- Delphi немесе Visul Basic
- Adobe Flash
- GeoGebra және т.б.

Сыныптан тыс жұмыстар дұрыс ұйымдастырған жағдайда оқушылардың бойында ақпараттық құзыреттілікпен қатар ұйымдастырушылық қабілеті, белсенділіктері артады. Бағалы моральдық қасиеттер қалыптасады. Белсенді өмір сүру негізі қаланады. Әр пән бойынша ұйымдастырылатын сыныптан тыс жұмыстар оқушылардың шығармашылық ойын дамытып, өзіндік іздену жұмыстарына баулиды. Осыған орай оқушы бағдарламада белгіленген білімді игеріп қана қоймай, жан – жақты ізденіп, ой - өрісін дамытады. Сыныптан тыс оқыту оқу мен тәрбие саласындағы барлық жұмыстарды әрі дамытып, жалғастыру мақсатын көздейді. Оны жүзеге асыру жолында мұғалім ең озық әдістерді таңдап алып, оны іс жүзінде пайдалана білуі қажет. Бұл шаралардың бәрі оқушылардың сыныптан тыс іс-әрекеттерінде АКТ-құралдарының көмегімен өздерінің ақпараттық құзыреттілігін қалыптастыра алады.

Қорыта келе, сыныптан тыс жұмыстар оқушы тәрбиесі мен білімінің берік болуына айтарлықтай үлес қосып, оқушыны заман талабына сай біліммен қаруланған, ақпараттық құзыреттілігі қалыптасқан тұлға етіп тәрбиелеуде маңызы зор.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

1 *Ингибаева А.К., Дюсенбаева А.Т. Жоғары мектеп педагогикасы. Оқу құралы. Өскемен, 2013 ж.*

2 *Торыбаева Ж.З., Тойбекова Б.А., Нуридинова Г.А. – Оқушының полилингвалды тұлғасын қалыптастырудағы коммуникативтік құзыреттіліктің мәні мен құрылымы. БҚМУ ХАБАРШЫСЫ. №2(62)–2016*

3 *Малев В.В. Общая методика преподавания информатики: Учебное пособие. - Воронеж: ВГПУ, 2005. - 271с.*

4 *В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. Сборник задач по физике для 7-9 классов. 30-е изд., - М.: 2016 - 240 с.*

5 *ПластининА.В., ИродоваИ.А. Формирование ИКТ-компетентности в процесе продуктивной деятельности на уроках физики. Ярославский педагогический вестник. № 3, 20015 г.*

УДК 37.014.5:004.414.23(574)
ГРНТИ 14.15.07

А.Е. Сағымбаева[1], Ә.Е. Жақсылықов[2]

[1]п.ғ.д., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Математика, физика және информатика институтының профессоры, Алматы қ., Қазақстан
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің PhD докторанты, Алматы қ., Қазақстан

БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ОҚУ МАТЕРИАЛЫН МЕҢГЕРУ ДЕҢГЕЙЛЕРІНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Аңдатпа

Кез келген оқу пәнінің тікелей мақсаты білім алушыға білім жүйесін меңгерту және нақты дағды мен білікті игерту. Сонымен қатар дағды мен білікті игеру, яғни осы немесе басқа да дағды мен білікті қалай орындауды көрсететін сәйкес дағды мен білікті анықтайтын білімді іс-әрекеттік меңгеру негізінде жүзеге асады. Оқу таным үдерісі бірнеше сатылардан құралады. Әрбір бекітілген білім қандай да бір меңгеру деңгейінің жағдайын сипаттайды. Мақалада білім алушылардың оқу материалын меңгеру деңгейлеріне, отандық және шетелдік педагогика саласындағы көптеген ғалымдардың, атап айтқанда Б.Блум, В.П.Беспалько, В.П.Симонов пен И.Я.Конфедератов, В.И.Тесленко және В.Краевский, И.Я.Лернер, М.Н.Скаткиндер сонымен қатар С.Л.Рубинштейннің зерттеулеріне салыстырмалы талдау жасалды. Білім алушылардың оқу материалын меңгеруін бақылау үшін төрт деңгейді қолданудың тиімділігі негізделді.

Түйін сөздер: білім, меңгеру, деңгей, таксономия, бақылау, меңгеру үдерісі

Аннотация

А.Е. Сагимбаева[1]*, А.Е. Жаксылыков*[2]
[1]*д.п.н., профессор Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете имени Абая, г. Алматы, Казахстан*
[2] *PhD докторант Казахского национального педагогического университета имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Непосредственными целями любого учебного предмета являются усвоение учащимися системы знаний и овладение ими определенными умениями и навыками. При этом овладение умениями и навыками происходит на базе усвоения действенных знаний, которые определяют соответствующие умения и навыки, т.е. указывают, как следует выполнять то или иное умение или навык. Процесс учебного познания складывается из нескольких этапов. Каждое закрепленное состояние характеризует тот или иной уровень усвоения. В статье рассматривается сравнительный анализ уровней усвоения учебного материала обучающихся, исследование многих ученых отечественной и зарубежной педагогики Б.Блума, В.П.Беспалько, В.П.Симонова, И.Я.Конфедератова, В.И.Тесленко и В.Краевского, И.Я.Лернера, М.Н.Скаткина, а также С.Л.Рубинштейна. Обоснована эффективность использования четырех уровней для контроля усвоения учебного материала обучающихся.

Ключевые слова: знания, усвоения, уровень, *таксономия, контроль, процесс усвоения.*

Abstract

Sagymbaeva A.E.[1]*, Zhaxylykov A.E.*[2]
[1] *Dr.Sci. (Pedagogical), Professor of the Institute of Mathematics, Physics and Informtics at Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Ph.D. doctoral student of Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*

COMPARATIVE ANALYSIS OF LEVELS OF LEARNING THE EDUCATIONAL MATERIAL OF STUDENTS

The immediate goals of any academic subject are the students' mastery of the knowledge system and the mastery of certain skills and skills. At the same time, the mastery of skills and skills takes place on the basis of the assimilation of effective knowledge that determines the appropriate skills and skills, ie, indicate how to perform this or that skill or skill. The process of learning cognition consists of several stages. Each fixed state characterizes this or that level of assimilation. The article considers a comparative analysis of the levels of mastering the educational material of students, the study of many scientists of home and foreign pedagogy B. Bluma, V.P. Bespalko, V.P. Simonov, I.Ya. Konferadatov, V. I. Teslenko and V.Kraevsky, I.Ya. Lerner, M.N. Skatkin and S.Rubinstein. The effectiveness of the use of four levels for controlling the assimilation of the educational material of students is grounded.

Key words: knowledge, assimilation, level, taxonomy, control, assimilation process.

Қазіргі кезде Қазақстанда әлемдік білім беру кеңістігіне шығу мақсатында білім беру жүйесінде үлкен өзгерістер болып жатыр, білім берудің жаңа жүйесі жасалып, ұдайы өсуден тұрақты даму кезеңіне өту мәселесі қойылып отыр.

Педагогикалық қызмет барысында мұғалімнің алдында тұрған үлкен міндеттің бірі білім алушының оқытылған пән бойынша білімі мен біліктілігін жан-жақты, неғұрлым әділ және объективті бақылау мәселесі болып табылады. Оқыту нәтижелерін бақылау барысында білім алушыларға берілетін бақылау тапсырмалары жеңіл немесе өте күрделі болмауы керек, сондықтан бақылау тапсырмаларын жасағанда білім алушының жеке тұлғалық ерекшеліктері мен оқытылатын пәннің ерекшеліктерін ескере отырып, бақылау тапсырмаларын деңгейлеп құру мәселесі бүгінгі күні өзекті болып отыр.

Бүгінгі күні білім алушыларда білім, біліктілік және дағдыны қалыптастыруды өлшеу және бақылау деңгейлері мәселелерін анықтау оқыту тәжірибесінің басты міндеттерінің бірі болып табылады.

Сонымен қатар, оқу бағдарламаларында көрсетілген білім мазмұны анықталатын және білім салалары бойынша әрі қызмет аспектілерін көрсететін күтілетін нәтижелерге көңіл аударатын оқу үдерісін дәстүрлі ұйымдастырудан бас тарту көзделеді, яғни білім алушылар «біледі», «түсінеді», «қолданады», «талдайды», «жинақтайды», «бағалайды».

Оқытудың мақсаты білім алушы нені білу керек, нені жасай алу керек деген сұраққа жауап берсе, ал бақылаудың мақсаты оқу бағдарламасында сәйкес білім алушының білім, біліктілік және дағдысының деңгейін анықтау болып табылады.

Білім беру технологиясы шеңберінде 1956 жылы Б.Блум алғаш рет педагогикалық мақсатта өз таксономиясын жасап, ұсынған болатын [1].

Таксономия (грек тілінен *taxis – орналасуы, реті, тәртібі және nomos - заң*) – әдетте иерархиялық реттілікке ие (органикалық әлем, география нысандар, геология, тіл білімі, этнография және т.б.), ақиқаттың (болмыс, шындық, нақтылық*)* күрделі ұйымдастырылған аумақты жүйелеу және жіктеу теориясы.

Когнитивті аумақты қамтитын *бірінші таксономия,* өз ішінен іштей бөлінетін мақсаттың алты категориясынан тұрады:

- білу (нақты материал, терминологиялар, фактілер, анықтамалар, критерилер және т.б.)
- түсіну (түсіндіру, интерпретациялау, экстраполяциялау);
- қолдану;
- талдау (өзара байланыс, құру, салу қағидалары);
- жинақтау (мүмкін болатын қызмет жүйесін және жоспарды әзірлеу, абстрактілі қатынас жүйесін алу);
- бағалау (бар мәліметтердің негізінде шешім қабылдау, сыртқы критерилердің негізінде шешім қабылдау).

Блум таксономиясы бірнеше рет ғалымдардың сынағына ұшырады, себебі, білім алушылардың жетістікке жетуіне қажетті (талдау, жинақтау, бағалау) категорияларына оқытудың нақты нәтижелері (білу, түсіну, қолдану) араласып кетті деген тұжырым жасалды. Білім алушылардың оқу материалын меңгеру және тәжірибеде білімін қолдану біліктілігіне байланысты В.П.Симонов пен И.Я.Конфедератов оқу материалын меңгеру деңгейін былай бөледі [2], [3]:

Бірінші пәнді ажырату деңгейі (немесе тану) – пәннің, үрдістің, жағдаяттың негізгі белгілері мен қасиеттері туралы білу, сонымен қатар оларды басқа да пәндерден, үрдістерден т.с.с. ажырата алу біліктілігін сипаттайды.

Екінші есте сақтау деңгейі – білім алушы оқу материалын біледі, есінде сақтаған және айта алады. Бұл деңгей түсіну мен түсіндіруді талап етпейтін нақты фактілерді, сандық көрсеткіштерді, ережелерді және аксиомаларды меңгеруге жеткілікті.

Үшінші түсіну (ой елегінен өткізу) деңгейі – білім алушы оқу материалын айтып беріп қана қоймай, сонымен қатар оның мағынасын түсінген және оны өз сөзімен айтып, түсіндіріп, өзгертіп және нақты мысал келтіре алады.

Төртінші қолдану деңгейі – меңгерілген, ой елегінен өткізілген және бекітілген білімді типтік есептерді шешу үшін қолдана алады.

Бесінші тасымалдау (шығармашылық) деңгейі – білім алушы стандартты емес, алгоримделмеген жағдайларда меңгерілген білімді және іс-әрекет тәсілдерін толықтыра, дамыта және үйлестіре отыра қолданады. Бұл деңгей басқалармен салыстырғанда шығармашылық деп аталады және меңгеру деңгейінің ең жоғарғы деңгейі болып табылады.

В.П. Беспалько ұсынған білімді меңгеру деңгейін қарастырайық [4].

Бірінші, айырып-тануды меңгеру деңгейі – тапсырманы берілген үлгіге сай орындау, іс-әрекетті көмек беру жағдайында орындау біліктілігіне тән.

Екінші, репродуктивтік меңгеру деңгейі – білім алушылардың еске түсіріп айтып бере алуы, тапсырмаларды берілген нұсқаулықтар мен алгоритмдердің көмегімен орындау және типтік тапсырмаларды орындау біліктілігімен сипатталады.

Үшінші, шығармашылық меңгеру деңгейі – бұрыннан белгілі білімді стандартты емес жағдайда қолдана білу немесе алған білімін түрлендіру барысында жаңа ақпаратты табу біліктілігімен сипатталады.

Төртінші, эвристикалық меңгеру деңгейі – мақсат жалпы формада берілген жағдайда да, мәселені шешу жолдары мен жаңа ақпарат табу біліктілігімен сипатталады.

Сонымен қатар, В.П.Беспалько жоғарыда көрсетілген төрт деңгейге қосымша нөлдік деңгейді енгізіп, білім алушылардың меңгеру деңгейін төмендегідей үлгіде ұсынады.

Нөлдік деңгей (түсіну) - білім алушылардың нақты бір қызмет түрінен тәжірибесінің (білімінің) жоқтығы. Сонымен қатар, түсіну білім алушының жаңа ақпаратты қабылдау мүмкіндігін, яғни қабілетін анықтайды.

Бірінші деңгей (білу) - білім алушы қызметтің әрбір амалын іс-әркет сипаттамасына, көмегіне, тұспалға (репродуктивті іс-әрекет) сүйене отырып орындайды.

Екінші деңгей (айта алу) - білім алушы алдыңғы қарастырылған типтік жағдайларда ақпаратты өзбетінше өндіреді және қолданады. Сонымен қатар оның қызметі репродуктивті деп аталады.

Үшінші деңгей (қолдану) - білім алушылардың типтік емес жағдаяттарда білімі мен білігін қолдана алу қабілеті. Бұл жағдайда оның іс-әрекеті өнімділік тұрғысынан қарастырылады.

Төртінші деңгей (шығармашылық) - білім алушы өзіне белгілі қызмет саласында, күтпеген жағдайда жаңа ереже, алгоритм, яғни жаңа ақпарат жасайды. Мұндай өнімді іс-әрекет нағыз шығармашылық болып есептеледі.

В. И. Тесленко білімді меңгерудің келесі сатыларын атап көрсетеді:

Бірінші ақпараттық деңгей – білім алушылардан баршаға белгілі ақпаратты білуін талап етеді.

Екінші репродуктивті деңгей – ақпаратты қайта жаңғырту және алгоритмдік сипаттағы ақпаратты түрлендіру негізгі операция болып табылады.

Үшінші базалық деңгей – білім алушылардан оқу ақпаратының маңызды жақтарын түсінуді, алгоритмді іздеудің жалпы қағидаларын меңгеруді талап етеді.

Төртінші жоғарылатылған деңгей – білім алушылардан стандартты емес жағдайға байланысты алгоритмді түрлендіруді, эвристикалық іздеу жүргізу біліктілігін талап етеді.

Бесінші шығармашылық деңгей – оқу ақпаратын өз бетінше сыни бағалай алуды, стандартты емес тапсырмаларды шешу біліктілігінің бар болуын, зерттеу қызметінің элементтерін меңгеруді талап етеді.

«Орта мектептің дидактикасы» атты оқу құралында В.В.Краевский, И.Я.Лернер, М.Н.Скаткиндердің білімді меңгерудің келесі деңгейлері көрсетілген [5]:

Бірінші жадыдағы білімнің саналы түрде қабылданған және бекітілген деңгейі. Кейбір оқу материалдарын білім алушыларға қабылдау және сіңіру үшін ұсыну.

Екінші ұқсас жағдайларда оны үлгі бойынша қолдануға дайын болу деңгейі. Білім алушыларда білімді қолданудың тәсілдерін қалыптастыру үрдісін басқару, яғни үлгі бойынша білтілік пен дағдыны қалыптастыру.

Үшінші жаңа және аяқ астынан болатын жағдайларда білімді шығармашылық қолдануға дайын болу деңгейі. Білім алуышылардың бұрын алынған білім мен біліктілігін шығармашылық қолдануын қамтамасыз ету.

Меңгеру деңгейлері туралы мәселені танымал ғалым П.И.Пидкасистый да қарастырды. Ол білім алушының өзіндік іс-әрекетін келесі деңгейлерде қарастырды [6]:

Бірінші ұғымдарды білу, тану және ұқсастарды айыра білу мен құру бойынша іс-әрекет деңгейі;

Екінші оқып жатқан нысанмен бірге іс-әрекетті талдау және сипаттау бойынша, оқып жатқан материал құрылымын түсіну бойынша іс-әрекет деңгейі;

Үшінші өзгертілген жағдайларда оқылатын нысанның белгілерімен жүйенің қасиетін вариациялау (өзгерту) бойынша іс-әрекет деңгейі;

Төртінші білімнің өзектілігі және меңгерілген білімді жаңа тапсырмалар тобын шешуге аудару бойынша іс-әрекет деңгейі.

Оқытудың түрлі теориялары оқу материалын меңгерудің негізгі және мағыналық сатыларын әртүрлі қарастырады. Көп таралған тәсілдердің бірі С.Л.Рубинштейннің жұмысында ашылған [7]:

Бірінші көрнекі үлгінің (модельдер, сызбалар, және т.б.) көмегімен үрдістерді, құбылыстарды, пәндерді тікелей қабылдаудың негізінде оқу материалын қабылдау деңгейі. Бұл меңгеру деңгейінің нәтижесі білім алушыларда нысан, құбылыс және т.б. туралы пікір қалыптастыру болып табылады.

Екінші білімнің пәндік мазмұнын ашу жолы арқылы оқу материалын ой елегінен өткізу деңгейі. Оның ішкі сыртқы басқа нысандармен және пәндермен жан-жақты және терең өзара байланысы. Нәтижесі ұғымдарды, себеп-салдарлы байланысты, заңдар мен заңдылықтарды, құралдың жалпы принциптерін орнату және анықталған механизмдердің және т.б. жұмыс істеуін қалыптастыру болып табылады.

Үшінші көптеп қабылдау немесе қайталаудың, маңызды қасиеттер мен қатынастарды айта алудың нәтижесінде оқу материалын есте сақтау.

Төртінші тәжірибелік тапсырмаларды шешу үшін оқылған материалдарды қолдану. Осы үрдіс кезінде біліктілік пен дағды қалыптасады, таптаурынды және шығармашылық іс-әрекет тәсілдері меңгеріледі.

Бұл талдаулар жоғарыда аты аталған ғалымдардың ұсынған білім алушылардың білімді меңгеру деңгейлері реті бойынша бір-біріне ұқсас, өте жақын, олардың арасында тек терминологиялық айырмашылық байқалатынын айта кету керек.

Психологиялық-педагогикалық зерттеулер мен педагогикалық технологияларды дайындау және пайдалану тәжірибесі білім алушылардың білімі мен біліктілігін, нақтырақ айтқанда: I деңгей – түсіну, есінде сақтау, елестету; II деңгей – бірінші деңгейдегі білімдерді игеріп, оларды үлгіге сәйкес және үлгіні тануға болатын өзгерген жағдайда қолдану; III деңгей – екінші деңгейдегі білімдерді игеріп, орындау тәсілі берілмеген беймәлім жағдайға ауыстыруды үйрену; IV деңгей – шығармашылық іс-әрекет бойынша бағалаудың дұрыстығын аңғартты.

Жасалған талдаулар негізінде білім алушылардың оқу материалдарын меңгерулерін бақылау үшін нақты жағдайды имитациялау мақсатында оларға әр ретте қиындық деңгейлері артып отыратын тапсырмаларды тұжырымдап және оларды орындау әрекеттерін «басқаруды», сонымен қатар соңғы бағалау шешімін қабылдау үдерісін объективті түрде компьютерде жүзеге асыру ыңғайлы болатынын көрсетті.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 B.S. Bloom Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I. Cognitive Domain. N.Y., 1956.

2 Симонов В.П. Оценка качества в образовании. Монография. – М., 2007.

3 Ключко О.И., Сухарева Н.Ф. Педагогическая психология. Учебное пособие. – М-Б., 2015.

4 Беспалько В.П. Программированное обучение: Дидактические основы. –М., 1970.

5 Краевский В.В. Дидактика срдней школы // Под. ред. Скаткина М.Н., Краевского В.В., Лернер И.Я. . М., Просвещение, 1982.

6 Пидкасистый П. И. Педагогика. М: Педагогическое общество России 2008г.

7 Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – Питер., 2009.

УДК 002.6-027.21
ГРНТИ 20.01.07

Ғ.А. Салтанова[1], М.Ж. Мухамбетова[2]

[1] ф.-м.ғ.к., Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университетінің қауымдастырылған профессоры, Атырау қ., Қазақстан
[2]магистр, аға оқытушы, Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау қ., Қазақстан

КОМПЬЮТЕРЛІК ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕМЕЛІК ЖҮЙЕСІНДЕ ВИРТУАЛДЫ РЕСУРСТАРДЫ ҚОЛДАНУ ПРИНЦИПТЕРІ

Аңдатпа

Білім беру жүйесінде компьютерлік модельдеу технологиясы оқыту сапасын айтарлықтай жақсарта алады. Окытушы сәйкес пәндер бойынша акпараттарды программалық жүйелерде образды, виртуальды түрде беру қажеттілігі айдан анық. Сонымен қатар, бұл мәселені шешуге мүмкіндік беретін әдістер мен тәсілдерді нактылау керек. Үздіксіз көпдеңгейлі білім берудің тиімділігін арттыру үшін компьютерлік имитациялық модельдеу әдістемелік жүйесін ұсынамыз. Ол мектепке дейінгі білімнен, жоғары білім беруге дейінгі барлық салаларға арналған виртуалды ресурстардың ортақ ақпараттық қорын құруға бағытталған. Әдістемелік жүйе дәріс, практикалық және зертханалық сабақтарды жүргізуді қамтамасыз етеді. Мұндай әдістемелік жүйені жасақтау білім берудің барлық деңгейінде зерттеу жұмыстарын жүргізуді қажет етеді. Зерттеу нысанына мектепалды даярлық тобындағы оқу үрдісі алынған.

Түйін сөздер: білім беру, ақпараттық технология, компьютерлік модельдеу, бейне әдіс, имитация, виртуалды ресурс, виртуалды тәжірибелік жұмыс

Аннотация

Ғ.А. Салтанова[1], М.Ж. Мухамбетова[2]

ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

[1] кандидат физико-математических наук, ассоцированный профессор Атырауского государственного университета им.Х.Досмухамедова, г.Атырау, Казахстан
[2]магистр, старший преподаватель, Атырауский государственный университет им.Х.Досмухамедова, г.Атырау, Казахстан

Технология компьютерного моделирования в системе образования может значительно повысить качество обучения. Для повышения эффективности непрерывного многоуровневого образования нами предлагается методическая система компьютерного имитационного моделирования. В задачу этой системы входит разработка виртуальных ресурсов для всех звеньев непрерывного многоуровневого образования. Это означает, что, начиная с дошкольного образования и кончая высшим образованием, следует разработать единую информационную базу виртуальных ресурсов, основанную на компьютерных имитационных моделях, обеспечивающих проведение лекционных, практических и лабораторных занятий. В данную методическую систему разработки виртуальных ресурсов на основе компьютерных имитационных моделей включены все звенья системы образования. Разработка виртуальных ресурсов в рамках данной методической системы требует проведения исследовательских работ по всем звеньям системы образования.

Ключевые слова: образование, информационная технология, компьютерное моделирование, имитация, видео-метод, виртуальный ресурс, виртуальная практическая работа.

Abstract

Saltanova G.[1]*, Mukhambetova M.*[2]

[1]*Cand.Sci. (Math-Phys), Associate Professor of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University,*
Atyrau, Kazakhstan

[2] *Master, Senior Teacher of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University,*
Atyrau, Kazakhstan

PRINCIPLES OF APPLYING VIRTUAL RESOURCES IN THE METHODICAL SYSTEM OF COMPUTER SIMULATION

Computer modeling technology in the education system can significantly improve the quality of education, it becomes obvious usefulness of using imagery, virtual presentation of information in training software systems in the relevant disciplines, is required development and concretization of approaches, methods and techniques to solve this problem. For improving of the efficiency of continuous multi-level education, we propose methodical system of computer simulation. The objective of this system is to develop virtual resources for all levels of continuous multi-level education. This means that, starting from pre-school finishing higher education it is necessary to develop a single database of virtual resources based on computer simulation models providing holding lectures, practical and laboratory studies. This development of virtual resources based on computer simulations included all parts of the education system in this methodological system . Development of virtual resources within this system are subject to methodological research on all parts of the education system.

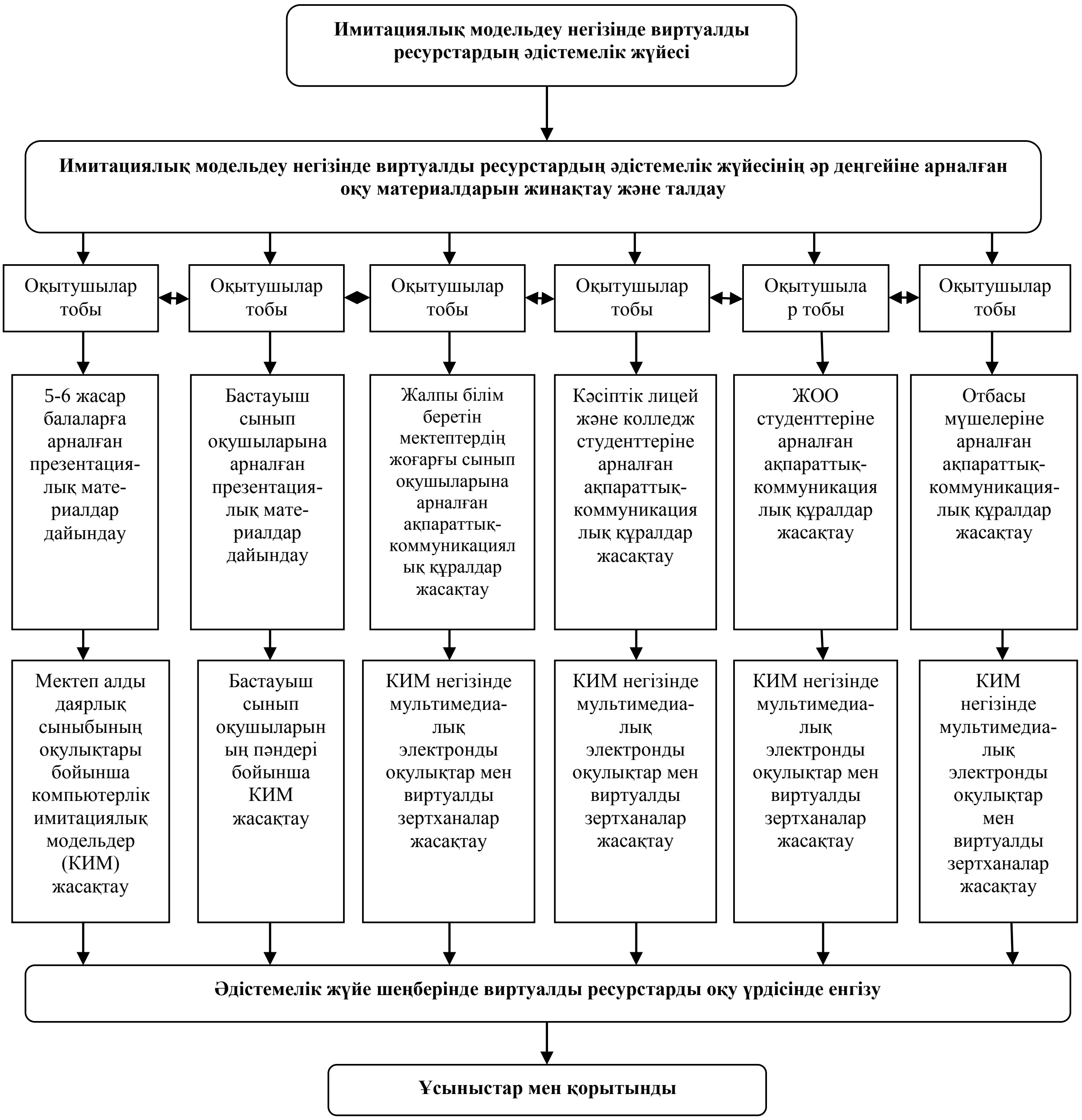
Key words: education, information technology, computer simulation, imitation, video-method, virtual resource, virtual practice work.

Күнделікті өмірде адамдар әртүрлі есептерді шешу барысында модельдеу үрдісімен жиі кездедеседі. Пәндік аумақты модельдеу адамға әртүрлі оқиғалар, үрдістер мен құбылыстарды болжауға көмектеседі. Модельдеу инструменті ретінде компьютер архитектурасына мүлдем ұқсамайтын биологиялық нейрондық желі қызмет етеді. Ол әр модельдің тиімді орындалуына жауап беретін функциялар түрлеріне айтарлықтай септігін тигізеді. Бұл жүйелер әртүрлі типті есептерді шешуге арналатын түрлі құрылымдарға ие. Қазіргі кездегі компьютерлік модельдеу технологиясы - ғылыми және практикалық зерттеулерде қоршаған ортаны тануға арналған негізгі әдістердің бірі [1, 2, 8].

Білім беру мақсатында мұндай технологиялардың қолданылуы жалпы білім беру мектептерінің дамуына, оқытудың тұлғаға бағытталған және зерттеу формаларының дамуына ықпал етеді. Компьютерлік модельдеу технологиясы білім сапасын арттыруға жәрдемдеседі. Осыған сәйкес, бейне әдістерді қолдану, ақпаратты оқытушы бағдарламалық жүйе, яғни виртуалды көрсетілім түрінде ұсыну қажеттілігі туындайды. Бұл ретте осы бағытта қолданылатын әдістер-тәсілдерді жасақтау және айқындау қажет [3, 4, 5].

Зерттеу әдістері. Үздіксіз көпдеңгейлі білім беру сапасын арттыру үшін компьютерлік имитациялық модельдеудің әдістемелік жүйесі басшылыққа алынды. Модельдеудің әдістемелік жүйесінің міндеті - білім беру жүйесінің барлық деңгейіне арналған виртуалды ресурстар дайындау болып табылады. Ол мектепке дейінгі білім беруден, жоғары оқу орнына дейінгі барлық салаларға виртуалды ресурстардың біртұтас ақпараттық жүйесін қолдануға мүмкіндік береді. Компьютерлік имитациялық модельдеу әдістемелік жүйесінде білім берудің барлық деңгейлері қамтылады және оларды зерттеу – заман талабы [6,7,8].

Мектепке дейінгі білім беру ұйымдары үшін виртуалды ресурстар әр пән бойынша және балалардың физиологиялық ерекшеліктерін ескере отырып құрылу қажет. Имитациялық модельдеу негізіндегі виртуалды ресурстардың әдістемелік жүйесі төмендегідей жіктеледі.



Сурет 1. Имитациялық модельдеу негізінде виртуалды ресурстардың әдістемелік жүйесі

Осы бағыттағы эксперименттік-зерттеу жұмыстары Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті Информатика кафедрасының филиалы орналасқан Атырау қаласының №2 жалпы білім беретін орта мектебінде жүргізілді.

Зерттеуге мектепалды даярлық тобының оқушылары қатысты. Жұмыс барысында компьютерлік имитациялық модельдеу тәсілдерін қолдану кезіндегі балалардың тақырыпты меңгеру деңгейлеріне салыстырмалы талдау жүргізілді [8].

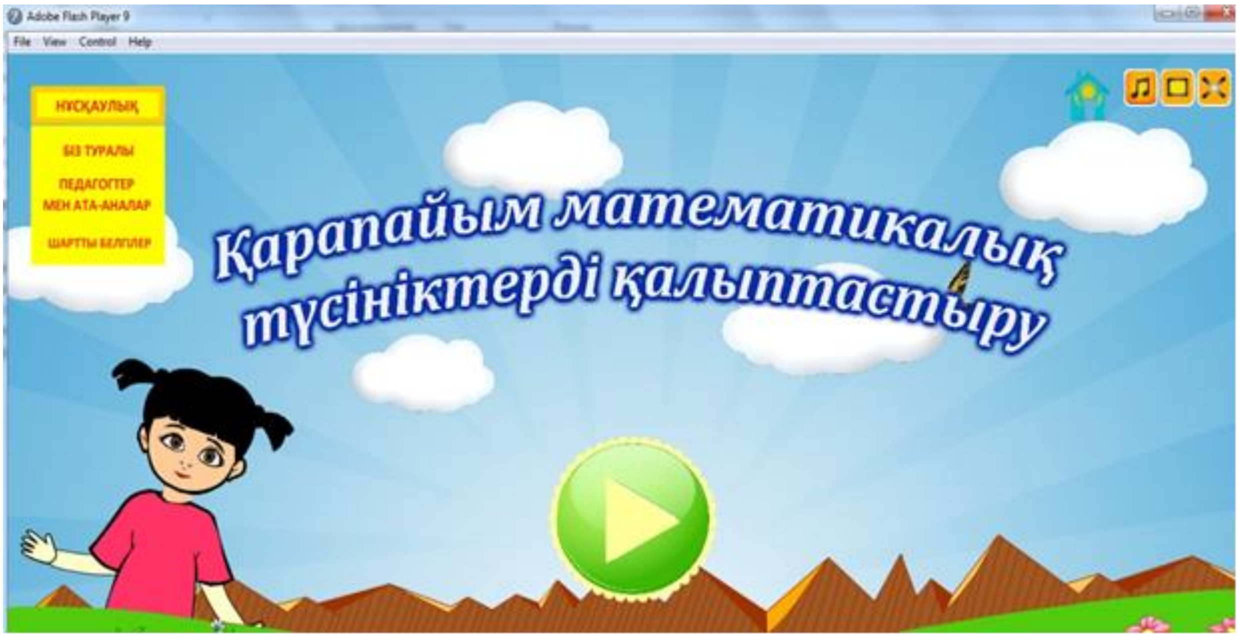
Негізгі нәтижелер. Оқу үрдісінің тиімділігін арттыруға арналған көптеген бағдарламалық құралдар бар: PowerPoint, Adobe Photoshop, CorelDraw, DreamWeaver, Microsoft FrontPage, Macromedia/Adobe Flash, HTML, PHP, Java, 3DS Max т.б. [9, 10]. Тағы да, белгілі-бір пәнді оқытуға арналған арнайы виртуалды ресурстар пән мұғалімдерінің қатысуымен дайындалады.

Мақалада мектепалды даярлық тобына «Математика» пәні бойынша дайындалып, оқу үрдісіне енгізілген «Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру» атты виртуалды тәжірибелік жұмыстардың қолданылу нәтижелері келтірілген.

«Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру» виртуалды тәжірибелік жұмыстар топтамасы

Мақсаты – балаларды мектептегі математика пәнін оқытуға дайындау. Виртуалды тәжірибелік жұмыстар балалардың білім, білік дағдыларын дамытады, салыстыруға, талдауға, жіктеуге және тағы да басқа логикалық амалдарды орындауға үйретеді [11, 12].

Талқылау. Математика пәні бойынша 24 виртуалды тәжірибелік жұмыс қазақ және орыс тілдерінде дайындалды.



Сурет 2. «Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру» виртуалды тәжірибелік жұмыстар топтамасының мұқаба беті

Экспериментке қатысқан Атырау қаласы №2 орта мектебі мектепалды даярлық тобының (қазақ, орыс топтары) 5-6 жас аралығындағы балалары 2 топшаға бөлінді. Барлығы 4 эксперименттік және сәйкесінше 4 бақылау тобы зерттеуге алынды. Орта есеппен әр топшада 12 оқушы болды. Оқушылардың тақырыпты меңгеруі жоғары, орташа, төмен деңгейлерге жіктелді. Сапалық нәтиже тақырыптарды жоғары және орташа деңгейде меңгерген балалардың саны бойынша есептелінді.

Кесте 1. Дәстүрлі сабақтарға қосымша ретінде қолданылған виртуалды тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері

Тақырып атауы және онда қамтылған тапсырмалар	Эксперимент тобы			Бақылау тобы		
	Оқушылардың жалпы саны	Дайындық тобының оқу топтары	Тақырыпты меңг. % көрсеткіштері	Оқушылардың жалпы саны	Оқу тобы	Тақырыпты меңг. % көрсеткіштері
1-2 «Заттардың қасиеті» (пішімдердің түстерін ата; қатесін түзе; түсі бойынша таңда, сана, боя, жаз).	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	92	12	Ә тобы (2-топ)	75
	10	Б тобы (1-топ)	90	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	60
3 - Не қайда орналасқан?» (заттар қайда тұр; бағдаршаны боя, қозғалыс бағытын анықта, фигураларды жаңа орынға көшір)	12	А тобы (1-топ)	92	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	83	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	60

	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	70
4 - «Кеңістікте бағдарлау» (кел ойнайық; жол салып сызық қос; штрихтардың көшірмесін сал т.б.)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	58
	12	Ә тобы (1-топ)	92	12	Ә тобы (2-топ)	58
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	60
5-6 «Фигуралар» (сурет қандай фигуралардан құралған; араның жолын сал, фигураларды боя т.б.).	12	А тобы (1-топ)	92	12	А тобы (2-топ)	60
	12	Ә тобы (1-топ)	92	12	Ә тобы (2-топ)	60
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	60
7 - «Уақыт арқылы бағдарлау» (бұл қай уақытта болатынын айт; балақайдың іс-әрекетінің ретін анықта, фигуралардың көмегімен боя)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	83	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	60
Кестенің жалғасы						
8 - «Заттар тобын салыстыру» (сәйкес жапсырмаларды жабыстыр; тіркемедегі пирамидалары тең машиналарды бір түспен боя т.б.)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	83	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	70 70
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	
9-10 «1-5 сандары» (қай фигуралар тең, қандай түсті фигуралар тең; әр қатардағы фигуралардың айырмашылығын көрсет)	12	А тобы (1-топ)	92	12	А тобы (2-топ)	67
	12 10	Ә тобы (1-топ)	92	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	90	10	Б тобы (2-топ)	70
		В тобы (1-топ)	90	10	В тобы (2-топ)	70
11-«Артық, кем, сонша “=”таңбасы» (заттар тобын қоршап сыз; кестеге қарап суреттерді боя т.б.)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	83	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	90	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	90	10	В тобы (2-топ)	60
12-14 «1-5 сандары» (сәйкес заттарды тап; санына сәйкес жапсырма жабыстыр; санын жаз т.б.)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	83	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	70
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	70
15 «“+”, “-” таңбалары» (цифрлар қайда жасырылған;	12	А тобы (1-топ)	92	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы	83	12	Ә тобы	67

фигураларды боя т.б.)		(1-топ)			(2-топ)	
	10	Б тобы (1-топ)	80	10	Б тобы (2-топ)	60
	10	В тобы (1-топ)	90	10	В тобы (2-топ)	60
16–17 «2, 3, 4, 5 сандарының құрамы» (суретке қарап сана; екі қорапқа бөліп орналастыр; үйлерді толтыр т.б.)	12	А тобы (1-топ)	83	12	А тобы (2-топ)	67
	12	Ә тобы (1-топ)	92	12	Ә тобы (2-топ)	67
	10	Б тобы (1-топ)	90	10	Б тобы (2-топ)	70
	10	В тобы (1-топ)	80	10	В тобы (2-топ)	70

Қорытынды

Қорытындылай келе, «Математика» пәні бойынша қосымша ретінде қолданылған **«Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру»** виртуалды тәжірибелік жұмыстар топтамасы пәнді оқыту барысында оң нәтиже көрсетті. Бұл арқылы оқушылардың танымдық белсенділігі артып, салыстыру, талдау, жіктеу және тағы да басқа логикалық амалдарды орындауға үйренді. Виртуалды тәжірибелік жұмыстар оқу үрдісінде қолдану келесідей нәтижелерге қол жеткізді:

1. Компьютерлік имитациялық модельдер құруға қатысты бағдарламалар зерделенді.
2. Виртуалды тәжірибелік жұмыстардың алгоритмі мен құрылымы жасақталды.
3. Қазақ және орыс тілдерінде 24 виртуалды тәжірибелік жұмыс дайындалды.
4. «Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру» атты виртуалды тәжірибелік жұмыстар топтамасына авторлық куәлік алынды.
5. Аталған виртуалды тәжірибелік жұмыстар оқу үрдісіне енгізілді.
6. Оқу үрдісіне енгізілген нәтижелер бойынша талдау жүргізілді.
7. Виртуалды тәжірибелік жұмыстар тақырыптарды түсіндіруге және тапсырмаларды орындауға кететін уақыт шығынын үнемдеуге септігін тигізді.
8. Оқу үрдісінде виртуалды тәжірибелік жұмыстарды қолдану оқушылардың тақырыпты меңгеру деңгейлерін 17%-ға арттырды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Салтанова Г.А., Мухамбетова М.Ж. Ақпараттық технологиялар көмегімен мектеп жасына дейінгі балалардың танымдық белсенділіктерін арттырудың көкейкестілігі // Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университетінің Хабаршысы. Сер.жар.ғыл. - 2012. - №4 (27). – Б. 285 – 287

2 Жұмабекова Ф. Н. «Мектепке дейінгі педагогика», - Алматы: Фолиант, 2008. - Б.50-57

3 Қараев Ж.А. Оқытуда компьютерлік технологияны пайдалану // Информатика – физика математика, 1994 № 3, - Б. 8 -10

4 Беркинбаев М.О., Байметова Ш.И., Сарыбаева Ә.Х., Бақтыбаева С.А. Электрондық оқыту жүйесі құралдарын қолдану әлеуеті. // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Хабаршысы. Сер.жар.ғыл. - 2016. - №1 (53). – Б. 174-175

5 Салтанова Г.А., Мухамбетова М.Ж. Мектеп жасына дейінгі балалардың қоршаған орта туралы танымдық белсенділіктерін арттыруға бағытталған электронды қосымшалар //«Бектаев оқулары – 1: Ақпараттандыру – қоғам дамуының болашағы» атты халықар.ғылыми – тәжір.конф.мат. – Шымкент: ОҚМПИ, 2014. – Б. 223

6 Жарықбаев Н. «Жалпы психология» - Алматы: Білім, 2004. – Б.110-112

7 Ахметов С. «Бастауыш кластарды білім берудің тиімділігін арттыру жолдары». - Алматы: Рауан, 1994 – Б.84-86

8 Акпаева А.Б., Лебедева Л.А. Қарапайым математикалық түсініктерді қалыптастыру. Әліппе-дәптер №1, - Алматы: Алматы кітап, 2015, - Б.7-9

9 Мухамбетова М.Ж. Ақпараттық технологиялар көмегімен шағын орталықтағы оқу-тәрбие үрдісінің сапасын арттыру // Академик З.Қабдолов оқулары-2014» аясында өткізілген «Физика-математика ғылымдарының қазіргі білім беру кеңістігіндегі рөлі» атты IV халықар. ғылыми-практ. конф.мат. II том. Атырау: АтМУ, 2014. – Б. 245-248

10 Лутфиллаев М.Х., Н. А. Алланазарова Н.А., И. М. Лутфиллаев И.М. , Ш. М. Хасанов Ш.М. Принципы реализации виртуальных ресурсов в методической системе имитационных моделей // Новости науки Казахстана. Сер.инф. – 2015. - № 1 (123), - Б.105-110

11 Пакнелл Ш., Хогг Б., Суонн К. Macromedia Flash 8 для профессионалов: - Москва: Вильямс, 2006, - С.15-21

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

Д.М. Туржанова[1], А.Ю. Пыркова[2]

[1] магистрант Казахского национального университета им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан
[2] доцент Казахского национального университета им. аль-Фараби г.Алматы, Казахстан

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В JAVA 3D

Аннотация

В данной статье изучается новый инструмент по созданию и работе с трехмерной графикой – Java 3D API. Данный интерфейс предоставляет огромные возможности разработчикам программного обеспечения для визуализаций виртуального мира. В статье описываются преимущества использования Java 3D. Подробно рассмотрены методы оформления созданного объекта внутри графической сцены с помощью манипуляций света на нем с использованием четырех видов освещения, а также применение текстур на поверхность тела. Все методы сопровождаются примерами кода. В конце статьи представлена программа, написанная на Java 3D.

Ключевые слова: Java 3D, визуализация, граф сцены, трехмерная графика, API, графическое программирование, текстура.

Аңдатпа

Д.М. Тұржанова[1], А.Ю. Пыркова[2]

JAVA 3D. ОБЪЕКТІЛІ ТРАНСФОРМАЦИЯ

[1]Әл-Фараби атындағы Казақ ұлттық университетінің магистранты, Алматы қ., Қазақстан
[1]Әл-Фараби атындағы Казақ ұлттық университетінің доценті, Алматы қ., Қазақстан

Мақалада біз үш өлшемді графикамен жұмыс істеу үшін жаңа құралы зерделеу. Бұл - Java 3D API. Бұл интерфейс виртуалды әлемді визуализация үшін бағдарламалық қамтамасыз әзірлеушілер үлкен мүмкіндіктер береді. Мақалада Java 3D пайдалану артықшылықтарын баяндалған. Бұл мақалада жарықтандыру төрт түрін сипаттайды, текстураны пайдалану әдісі туралы түсінік береді. Барлық әдістері код мысалдар арқылы жүреді. Мақаланың соңында Java 3D жазылған бағдарламаны ұсынылған.

Түйін сөздер: Java 3D, визуалдау, графикалық сахна, үш өлшемдік графиканы, API, графикалық бағдарлама, текстура.

Abstract

JAVA 3D. TRANSFORMATION OF OBJECTS

Turzhanova D.M.[1], Pyrkova A.[2]
[1]Student of Master Programme, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan
[1]Associate Professor, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan

This article gives a brief introduction to the new tool for creating and working with 3D graphics - about the Java 3D API. This interface provides great opportunities for software developers for visualizing the virtual world. The article describes the advantages of using Java 3D. The methods of creating the created object inside the graphic scene with the help of manipulating the light on it using four kinds of lighting are described in detail, as well as applying textures to the surface of the body. All methods are accompanied by code examples. There is a program written in Java 3D at the end of the article.

Key words: Java 3D, visualization, scene graph, three-dimensional graphics, API, graphic programming, texture.

Введение

Целью разработки является изучение методов преобразования объекта в виртуальном графическом мире. В ходе научной работы было написано программное приложение с использованием исследованных методов в программной среде разработки NetBeans на языке Java 3D.

Java3D представляет собой высокоуровневый объектно-ориентированный 3D-графический API-интерфейс для языка Java.

Данный интерфейс реализован на основе DirectX или OpenGL, что позволяет использовать приложение на различных платформах. Разработка с помощью Java 3D осуществляется с использованием «графа сцены», который обеспечивает независимость от аппаратной части. Идея применение графа сцены в Java 3D была взята из VRML97. Но по сравнению с VRML97 программирование на Java 3D обеспечивает большую гибкость, что играет не маловажную роль.

Развиваясь вместе с платформой Java Java3D предоставляет возможность писать апплеты, которые могут быть включены в HTML-страницу. Это означает, что, написав приложения, можно быстро создать виртуальный тестовый стенд, который запускает автономное приложение.

Оформление внешнего вида объекта

Существует множество способов менять отображение объектов в графической сцене. Вы можете изменять их цвет, использовать различные виды освещения. Вы можете нарисовать их с двухмерными изображениями или добавить любые текстуры на их поверхности. Класс Appearance содержит функции для внесения всех этих изменений:

```
Appearance app = new Appearance();
```

Работая с Java3D не редко возникает необходимость для достижения более высокого качества и реалистичности графики использовать игру света. Освещение обеспечивается классом Light и его подклассами. Все светлые объекты имеют цвет, состояние включения / выключения и объем, который контролирует их диапазон освещенности. Java3D предоставляет следующие четыре типа источников света, которые являются подклассами класса Light:

1. AmbientLight: лучи от окружающего источника света падают со всех сторон, освещающая фигуры равномерно
2. DirectionalLight: источник света имеет параллельные лучи света, направленные в определенном направлении
3. PointLight: лучи от объекта точечного источника света испускаются радиально от точки ко всем направлениям
4. SpotLight: лучи от объекта источника света излучаются радиально от точки ко всем направлениям, но внутри

Например, создадим класс с источником света AmbientLight:

```
public class Light extends BranchGroup{
public Light(Color3f c){
AmbientLight amb_lght = new AmbientLight();
amb_lght.setColor(c);
amb_lght.setInfluencingBounds(newBoundingSphere
(new Point3d(0.0,0.0,0.0),800.0));
this.addChild(amb_lght);
}
}
```

Его применение:

```
Light la = new Light (new Color3f(0.8f,0.2f,0.2f));
```

Помимо освещения на Java 3D применяется текстура к объектам. Добавляя текстуру, можно создавать более интересные эффекты, такие как мрамор, дерево, камень и т.д. Или, например, обернуть двухмерное/трехмерное изображение вокруг объекта. Класс TextureLoader позволяет загрузить изображение для использования в качестве текстуры.

При загрузке текстуры можно указать, как использовать изображение. Например, RGB, чтобы использовать цвет изображения, или LUMINANCE для просмотра изображения в черно-белом режиме. После загрузки текстуры можно изменить атрибуты TextureAttributes. Также можно применить его в качестве переводного изображения или смешать изображение с цветом по вашему выбору.

Если вы используете простой объект, например, сферу, вам также нужно будет включить текстурирование, установив «примитивные флаги». При создании объекта они могут быть установлены в: Primitive.GENERATE_NORMALS+Primitive.GENERATE_TEXTURE_COORDS.

Пример загрузки текстуры можно проследить по коду ниже:

```
public void setAppearance(String textura, Material material) {
appearence = new Appearance();
this.material = material;
this.textura = new TextureLoader(textura, null).getTexture();
TextureAttributes at = new TextureAttributes();
at.setTextureMode(TextureAttributes.MODULATE);
appearence.setTexture(textura);
appearence.setTextureAttributes(at);
appearence.setMaterial(this.material);
sphera = new Sphere(radius_false/4, Primitive.GENERATE_TEXTURE_COORDS | Primitive.GENERATE_NORMALS, 50, appearence);
}
```

По умолчанию фон виртуального мира в Java 3D является сплошным черным. Однако можно устанавливать различные фоны. Java 3D API обеспечивает простой способ указать сплошной цвет, изображение, геометрию или их комбинацию для фона.

Пример установки фона:

```
Background background = new Background();
BoundingSphere bound = new BoundingSphere (new Point3d (0.0, 0.0, 0.0), 100.0);
background.setApplicationBounds(bound);
Appearance app = new Appearance();
Texture text = new TextureLoader ("src/background/back.jpg" , null).getTexture();
app.setTexture(text);
```

Заключение

В процессе работы были исследованы и применены методы для оформления объектов виртуального мира. В результате было разработано программное приложение «Солнечная система».

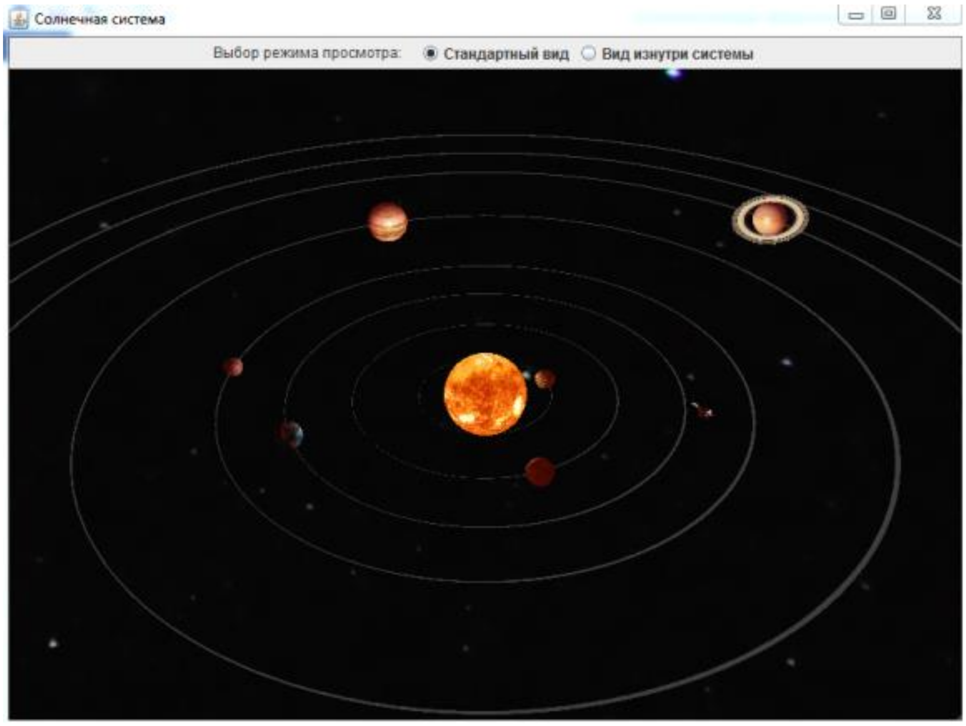


Рисунок 1. Программа на Java 3D

Главный класс:

```
public class MySolarSystem
{
public static void main(String[] args)
{
            Canvas3D canvas = new Canvas3D(SimpleUniverse.getPreferredConfiguration());
           Canvas3D canvas2 = new Canvas3D(SimpleUniverse.getPreferredConfiguration());
            System.out.println("Create Solar System");
            Universe universe = new Universe();
            universe.createUniverse();
            }
}
```

Список использованной литературы:

1 *JAVA 3D [Электрон.ресурс]. – 2016. – URL: http://artspb.com/onlinebook/java3d (дата обращения: 15.03.2017)*

2 *Что такое OpenGL? [Электрон.ресурс] - URL: http://www.opengl.org.ru/ (дата обращения: 15.03.2017)*

3 *Direct3D [Электрон.ресурс]. - URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Direct3D (дата обращения: 15.03.2017)*

4 *OpenGL [Электрон.ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Java_OpenGL (дата обращения: 15.03.2017)*

5 *JAVA 3D [Электрон.ресурс]. – 2016. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Java_3D (дата обращения: 15.03.2017)*

УДК 002.6
ГРНТИ 20.15.05

А.Р. Турганбаева[1] , Д.Т. Тусупбеков[2]

[1]к.п.н., доцент, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан
[2]магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОГО БАНКИНГА

Аннотация

Финансовая сфера является одним из ключевых секторов для внедрения современных информацинных технологий. В особенности, актуально развитие инновационных технологий в банковской практике. Главными инновационными направлениями развития банковской деятельности являются системы дистанционного банковского обслуживания. В настоящей статье сделан обзор особенностей мобильного банкинга, показано, какие бизнес-задачи он решает, и его роль среди систем дистанционного банковского обслуживания. Проводится анализ преимуществ системы, проблем безопастности. Раскрываются некоторые особенности технической реализации клиент-серверных приложений, используемых при построении систем мобильного банкинга. На основе анализа делается предположение о развитии таких систем в будущем. Данная статья нацелена на выявление на данный момент особенностей мобильного банкинга, его развития в будущем, и какие удобства оно предоставляет пользователям.

Ключевые слова: мобильный банкинг, системы дистанционного банковского обслуживания, мобильные технологии.

Аңдатпа

А.Р. Тұрғанбаева[1] , Д.Т. Тусупбеков[2]

МОБИЛЬДІ БАНКИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

[1]п.ғ.к., доцент, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]магистрант, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Қаржы сферасы заманауи ақпаратты технологияларды енгізетін негізгі секторлардың бірі болып табылады. Әсіресе, инновациялық технологиялар банктік тәжірибеде даумы өзекті. Банктік қызметте негізгі инновациялы бағыт болып дистанционды банктік кызмет корсету жүйелері болып табылады. Осы мақалада мобильді банк жуйесінің ерекшеліктеріне шолу жасалынған, оның қандай бизнес мэселелерерін шешетіні және дистанционды банктік кызмет корсету жүйелерінің арасындағы рөлі. Мобильды банкинг жүйесінде қолданылатын, клиент серверлік қосымшаларды құрудағы кейбір техникалық іске асырулардың ерекшеліктері ашылып жазылған. Анализға сүйеніп болашақта қандай бағытта дамытины жайлы болжам жасалған. Осы жүйенің артықшылықтарына, қауіпсіздік мэселесіне талдау жасалынған. Берілген мақала мобильді банктің ерекшеліктерін айқындауға, келешекте дамуына және қазіргі таңда қолданушыларға қандай ыңғайлылықтар ұсынатына көзделген.

Түйін сөздер: мобильді банкинг, қызмет көрсететін электронды банк жүйесі, мобильді технологиялар.

Abstract

FEATURES OF THE MOBILE BANKING SYSTEM

Turganbayeva A.R.[1] *, Tussupbekov D.T.*[2]
[1]*PhD, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Student of Master Programme, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

The financial sector is one of the key sectors for the introduction of modern information technology. Especially important is the development of innovative technologies in banking. The main innovative directions of development of the banking activities are the systems of remote banking services. In this article is a review of the features of mobile banking, what business problems it solves and its role among the systems of remote banking services. The analysis of the advantages of the system, security concerns. Reveals some specific features of the technical implementation of the client server application used to build mobile banking systems. Based on the analysis, the assumption of the development of such systems in the future. This article aims to identify the features of mobile banking, its development in the future, and which at the moment is the convenience it provides users.

Key words: Mobile banking, remote banking systems, mobile technologies.

В послании Президента РК 2017 года сказано, что необходимо развивать в стране такие перспективные отрасли, как 3D-принтинг, онлайн-торговля, мобильный банкинг, цифровые сервисы, в том числе в здравоохранении и образовании, и другие. Эти индустрии уже поменяли структуру экономик развитых стран и придали новое качество традиционным отраслям. «Мы должны культивировать новые индустрии, которые создаются с применением цифровых технологий. Это важная комплексная задача». [1] Что же это такое, мобильный банкинг?

Мобильный банкинг – это часть системы дистанционного банковского обслуживания, дающая возможность круглосуточного доступа в любой день недели из любого места, получения информации и управления средствами на банковском счете с помощью мобильного телефона или планшетного компьютера через интернет. Существуют также и интернет банкинги. Отличие заключается в том, что для мобильного банкинга, как правило, используются мобильные устройства, тогда как для интернет-банкинга - веб-браузеры, установленные на персональном компьютере. Также, чаще всего, в мобильных банкингах существуют некоторые ограничения в виде урезанного функционала.

Первые системы мобильного банкинга появились в мире в 1999 году, когда банки Европы предложили своим клиентам пользоваться данной услугой при помощи SMS-сообщений. Ранее существовал такой вид банкинга, как управление платежами со своего банковского счета с помощью указаний специалистам call-центра банка. Первые способы реализации мобильного банкинга – SMS-банкинг и первые программы для Java не получили массового признания пользователей. В первую очередь за счет того, что мало кто был готов совершать множество технологических операций для управления своими счетами. И лишь с появлением более поздних разработок, делающих этот процесс относительно комфортным, мобильный банкинг стал приобретать поклонников. [2]

В целом системы дистанционного банковского обслуживания имеют ряд серьезных преимуществ**:**

- *простота и удобство эксплуатации*. Для того, чтобы пользоваться системой, необходимо обладать элементарными знаниями по работе с компьютером и интернетом. С интернет-банкингом вы можете осуществлять операции в адрес любого клиента, даже если он не подключен к данной системе;
- *комфорт*. Операции можно осуществлять, не выходя из дома;
- *экономия времени*;
- *контроль над счетами*. Вы можете в любое время посмотреть историю операций своих счетов и вкладов;
- *оперативность.* Все документы обрабатываются оперативно в реальном времени. Любые онлайн-платежи проходят без задержки и без личного участия владельца счета. Реализуется отслеживание работ по обработке платежных операций в реальном времени;

– *защита от ошибок*. Проверочные алгоритмы при заполнении реквизитов в платежах позволяют избежать ошибок и правильно подготовить документы. Если вы неправильно заполняете документы, то система сразу же указывает на ошибки, и вы можете это быстро исправить или вовсе отменить операцию;

– *конфиденциальность*. Защита операций обеспечивается шифрованием. Вход в систему возможен при наличии пароля и логина;

– *отправление в банк различных документов, а также просмотр и печать*. Электронные документы обладают юридической силой;

– *получение информации об ошибках*.

Развитие систем дистанционного банковского обслуживания сейчас достаточно перспективно. Все большее количество банков начинают внедрять системы, которые позволяют им взаимодействовать с клиентами через Интернет. Одним из перспективных направлений является предоставление клиентам механизмов, которые позволят быстро производить платежи, вне зависимости от места нахождения получателя и банка, услугами которого он пользуется. В среднем около 25% всех транзакций (за исключением карточных операций в ATM, POS) в банках выполняются в системах дистанционного банковского обслуживания. Современный пользователь ищет удобства везде, и предоставление ему удобного инструмента для управления личными финансами задача многих банков. Более 21 из 35 коммерческих банков РК развивают дистанционное банковское обслуживание. [3] Среди них можно выделить интернет банкинги “Myhalyk” Халык банка, “Kaspi.kz” от KaspiBank, “HomeBank” от Qazkom, “ATF24” АТФ банка. [4]

Удобство той или иной системы интернет-банкинга, как правило, выражается в следующем:

– насколько дружественный пользовательский интерфейс имеет клиентская часть системы;

– насколько понятны и просты установка и настройка программного обеспечения;

– насколько удобны и просты обычные приемы выполнения операций в системе для получения различных банковских услуг, особенно для пользователей-новичков.

Особенности технической реализации

Система мобильного банкинга является клиент-серверной, это означает что соединие должно быть удаленным, и данные должны передоваться по сети разным, распределенным клиентам, вне зависимости от их платформы и операционной системы. Чаще всего для таких соединений используются веб сервисы (API). Веб сервисы делятся на два основных вида, это RPC (Remote Procedure Call) и сервисы построенные по архитектурному стилю REST. В случае применения сервисов как интефейса для взаимодействия с мобильными приложениями наиболее удобными и масштабируемыми будут REST сервисы.

REST — это аббревиатура от Representational State Transfer (“передача состояния представления”). Это согласованный набор архитектурных принципов для создания более масштабируемой и гибкой сети. В отличие от веб-сервисов на основе SOAP не существует «официального» стандарта для RESTful веб-API. Дело в том, что REST является архитектурным стилем, в то время как SOAP является протоколом. Несмотря на то, что REST не является стандартом сам по себе, большинство RESTful-реализаций используют стандарты такие, как HTTP, URL, JSON и XML. [5]

Понятие “без состояния” не означает, что серверы и клиенты его не имеют, у них просто нет необходимости отслеживать состояние друг друга. Когда клиент не взаимодействует с сервером, сервер не имеет представления о его существовании. Сервер также не ведёт учет прошлых запросов. Каждый запрос рассматривается как самостоятельный. Единообразие интерфейса гарантирует, что между серверами и клиентами существует общий язык, который позволяет каждой части быть заменяемой или изменяемой, без нарушения целостности системы. Это достигается через 4 субограничения: идентификацию ресурсов, манипуляцию ресурсами через представления, “самодостаточные” сообщения и гипермедиа.

Клиент управляет ресурсами, направляя серверу представления, обычно в виде JSON-объекта, содержащего контент, который он хотел бы добавить, удалить или изменить. В REST у сервера полный контроль над ресурсами, и он отвечает за любые изменения. Когда клиент хочет внести изменения в ресурсы, он посылает серверу представление того, каким он видит итоговый ресурс. Сервер принимает запрос как предложение, но за ним всё также остаётся полный контроль. В сети Интернет вызов удаленной процедуры может представлять собой обычный HTTP-запрос (обычно «GET» или «POST», такой запрос называют «REST-запрос»), а необходимые данные передаются в качестве параметров запроса.

Разработка качественного программного обеспечения — сложное и многогранное занятие**:** программа должна не только соответствовать установленным требованиям, но и быть надёжной, удобной в сопровождении, тестируемой и достаточно гибкой для добавления или изменения функций. И здесь появляется понятие «чистой архитектуры», которое позволяет достичь этих целей.

Идея проста - стройная архитектура основывается на принципах, необходимых при реализации системы, а именно:

– Независимость от фреймворка. Архитектура не зависит от существования какой-либо библиотеки. Это позволяет использовать фреймворк в качестве инструмента, вместо того, чтобы загонять свою систему в рамки его ограничений.

– Тестируемость. Бизнес-правила могут быть протестированы без пользовательского интерфейса, базы данных, веб-сервера или любого другого внешнего компонента.

– Независимость от UI. Пользовательский интерфейс можно легко изменить, не изменяя остальную систему. Например, интерфейс может быть заменен на консольный, без изменения бизнес-правил.

– Независимость от базы данных. Вы можете поменять Oracle или SQL Server на MongoDB, BigTable, CouchDB или что-то еще. Ваши бизнес-правила не связаны с базой данных.

– Независимость от какого-либо внешнего сервиса. По факту ваши бизнес правила просто ничего не знают о внешнем мире.

Почему стоит позаботиться о выборе архитектуры мобильного приложения? Потому что, если этого не сделаеть, то в один прекрасный день, отлаживая огромный класс с десятками различных методов и свойств, можно оказаться не в состоянии найти и исправить в нем ошибки. Естественно, такой класс трудно держать в голове как единое целое, поэтому можно потерять из виду какие-нибудь важные детали. Есть несколько архитектурных паттернов проектирования: MVC, MVVM, MVP. Однако не все они сбособны решить множество проблем долгосрочных, масштабирумых и гибких мобильных приложений.

Авторами были исследованы и проанализированы основные и традиционные подходы в построении архитекуры мобильного приложения банкинга. В ходе исследования были выделены основные критерии для чистой архитектуры: распределение, тестируемость, гибкость, масштабируемось и простота использования. В результате исследований был выбран новый подход к архитектуре мобильных приложении VIPER. VIPER - это подход к архитектуре мобильных приложений (в частности - iOS), основанный на идеях Роберта Мартина, изложенных им в статье «The Clean Architecture» [6].

Основные достоинства и недостатки VIPER

Плюсы:

– Повышение тестируемости Presentation-слоя приложений.

– Полная независимость модулей друг от друга - это позволяет независимо их разрабатывать и повторно использовать как в одном приложении, так и в нескольких.

– Передача проекта другим разработчикам, либо внедрение нового, дается намного проще, так как общие подходы к архитектуре заранее определены.

Минусы:

– Резкое увеличение количества классов в проекте, сложности при создании нового модуля.

– Некоторые из принципов не ложатся напрямую на UIKit и подходы Apple.

– Отсутствие в открытом доступе набора конкретных рекомендаций и примеров сложных приложений.

VIPER – решил лишь проблемы слоя перезентаций, пользовательского интерфейса. В добавок к нему авторами были выделены еще два основных слоя – бизнес-логика и ядро. Тем самым в результате получилась слоистая архитектура. Слой бизнес-логики был реализован с применением сервис-ориентированного подхода. Каждая сущность в виде микросервисов, имеет лишь свои обязанности, тем самым не нарушает принцип единственной ответственности.

Слой ядра состоит из обособленных, не зависимых компонентов. Таких как сетевой клиент, сериализатор, топографический преобразователь, хранилище данных и кэш. Слои общаются между собой, то есть передают данные, посредством модельных объектов и не зависят от конкретных реализаций друг друга.

Проблема безопасности

Одной из главных возможных проблем при использовании мобильного банкинга считается рост случаев мошенничества. Хотя системы мобильного банкинга можно реализовать с очень надежными средствами защиты, чрезвычайно устойчивыми к действиям мошенников, все упирается в удобство их эксплуатации для «среднего» пользователя. Ведь далеко не все захотят изучать длинные инструкции и проходить многоуровневые процедуры идентификации, занимающие иногда больше времени, чем дорога в ближайшее банковское отделение. Поэтому банки стараются обеспечить разумную степень защиты систем мобильного банкинга в сочетании с максимальной «дружественностью» системы к ее пользователю. В ходе разработки авторами были выделены основные области для защиты мобильного приложения. Это защита транспорта, угроза внедрения кода в приложение, защита кэшируемых данных.

Приложение мобильного банкинга осуществляет сетевое взаимодействие по шифрованному соединению, для предотвращения атак на канал передачи данных. Современные приложения, при использовании защищенного соединения проверяют корректность выдаваемого сервером сертификата. Как правило, проверяется, был ли сертификат подписан подписью одного из доверительных центров сертификации, и соответствует ли доменное имя сервера имени, указанному в сертификате (субъекту). Факт отсутствия корректной подписи доверительного центра сертификации у сертификата популярного сайта говорит о том, что, скорее всего, сертификат был подменен злоумышленником, и клиент стал жертвой атаки MiTM. Для исключения таких ситуаций рекомендуется полностью отклонять соединения при обнаружении мобильным приложением подобных симптомов.

Защита от угроз внедрения кода на приложение достигается путем обфускации кода. Обфускация – запутывание кода при реверс инжиниринге, таким образом злоумышлинник не сможет прочитать исходный код приложения. Без применения обфускации код легко анализируется. Наряду с этим, открытая логика приложения - это утечка технологий и, что более важно для банка, подспорье для создания и распространения фишинговых приложений, визуально идентичных вашему.

Защита кэшированных данных достигалась путем применении методов шифрования при сохранении данных. Все пароли и конфиденциальная информация не хранятся в открытом виде. Данные шифруются с применением асимметричных методов шифрования при передаче на сервер. Таким образом злоумышленник не сможет прочесть перехваченную информацию.

Перспективы развития

Для банков вложения в системы мобильного банкинга можно сейчас рассматривать как своего рода инвестиции в имидж и в будущее. Но вот относительно перспектив и востребованности таких систем единства среди банкиров пока нет. Ибо точно просчитать срок окупаемости затрат на внедрение сложных много-платформенных систем, пользуются которыми пока считанные проценты клиентов, весьма затруднительно.

Понятно, что пока системы мобильного банкинга пользуются спросом в основном со стороны розничных клиентов, вряд ли хозяин крупного предприятия в ближайшие годы захочет вместо системы клиент-банк в бухгалтерии установить мобильный банк на телефон своего главного бухгалтера. В этом отношении, чем больше суммы, которыми нужно оперировать, тем более консервативны их владельцы. Многое будет зависеть и от того, какими станут сами мобильные телефоны и компьютерные планшеты в ближайшие 5 лет. Пока налицо тенденция к их постоянному усложнению и исчезновению самых простых моделей. Им на замену приходят более сложные – с относительно крупными сенсорными экранами, возможностью установки сложных приложений, а вскоре и с возможностью совершать массовые небольшие платежи (оплата транспорта или счета в кафе) с помощью бесконтактных чипов (например, NFC).

В ежеквартальном отчете Google сказано, что в мире каждый день активируется более 550 тыс. устройств под управлением Android. Потенциал развития мобильного банкинга в Казахстане огромен. Этому способствует все больший охват регионов высокоскоростным «мобильным» доступом в интернет, да и мобильный телефон стал для всех устройством, без которого уже невозможно вести современный образ жизни. Конечно, дисплеи большинства телефонов все равно слишком малы для комфортной и длительной работы с приложениями. В этом смысле гораздо комфортнее смотрятся приложения мобильного банкинга, разработанные для планшетных компьютеров.

Современный телефон, всегда находящийся под рукой у пользователя, позволяет получать доступ к своим банковским счетам в любом месте и в любое время. Такой оперативностью вряд ли может похвастаться любая другая форма СДБО. Не случайно проведенные в Британии исследования показали, что пользователи мобильного банкинга проверяют остатки на своих банковских счетах втрое чаще, чем пользователи интернет-банкинга. И хотя многие эксперты сегодня заявляют о том, что мобильный банкинг – лишь дополнение к интернет-банкингу и не будет с ним конкурировать, кое-кто считает, что с каждым годом мобильный телефон в большинстве случаев бытового использования будет «теснить» не только домашние компьютеры, но и ноутбуки. Это в ближайшие 5–7 лет может сильно изменить расстановку сил на рынке банковских приложений СДБО.

Список использованной литературы:

1 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 г. http://www.akorda.kz/ru/addresses

2 Дистанционное банковское обслуживание [Электрон.ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное_банковское_обслуживание .

3 Система дистанционного банковского обслуживания физических лиц [Электрон.ресурс] – URL: http://www.rps.kz/products/Telebank.Retail.Presentation.Web.pdf

4 Карим Т. Интернет-банкинг 2013, или Один в банке днем шесть лет спустя [Электрон.ресурс] – URL: http://profit.kz/articles/2019/Internet-banking-2013-ili-Odin-v-banke-dnem-shest-let-spustya/ - интернет источники.

5 REST [Электрон.ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/REST

6 R. Martin. The Clean Architecture [Электрон.ресурс] – URL: https://8thlight.com/blog/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html

---

УДК 004.75
ГРНТИ 50.35.14

С.К. Татыбаев [1]

[1]*магистрант, Университет Туран, Алматы, Казахстан*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ GRID-СИСТЕМ

Аннотация

Рост потребностей в компьютерных ресурсах для решения крупномасштабных вычислительных задач явился причиной создания концепции GRID. Глобальные вычислительные сети GRID объединяют разнородные вычислительные ресурсы: персональные компьютеры, вычислительные кластеры, суперкомпьютеры. Вследствие этого имеет место разнородный характер выполняемых приложений, начиная от распределенных супервычислений до высокопоточных вычислений, позволяющих организовать эффективное использование ресурсов для небольших задач, занимая временно простаивающие компьютерные ресурсы.

В данной статье рассматривается среда проектирование и эксплуатаций, которая оценивает распределенных Grid-систем при изменяющих условиях и оптимизировать управления потоками задач. Автор рассматривает понятия «Grid -систем», поднимается проблемы при ходе проектирование и эксплуатаций, определяет наилучший метод решение этих проблем. Также представлены описание потока задач, алгоритм распределение и особенности эксплуатаций.

Ключевые слова: GRID-системы, моделирование GRID–систем, проектирования и эксплуатация GRID-систем, вычислительные кластеры, GRID-технология.

Аңдатпа

С.К. Татыбаев [1]

GRID-ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ПРОБЛЕМАСЫНЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ

[1]*Тұран Университеті, магистрант, Алматы қ., Қазақстан*

GRID концепциясының құрылуы компьютер ресурстарының ауқымды есептеулерге қолдануының көбейтіле бастағанынан туындады. Жаһандық GRID жүйесі әртүрлі есептеу ресурстарын біріктіреді олар: дербес компьютерлер, есептеу кластерлері, суперкомпьютер. Сондықтан да орындалатын қосымшалардың сипатында айырмашылық байқалады, компьютердің бос ресурстарын уақытша қолдануды, үлестірілімді супересептеуден бастап үлкен ағымды есептеуге дейін русурстарды тиімді қолдануды ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада жобалау және пайдалану аймағы, шарттар өзгертілген кездегі үлестірілген Grid жүйелерін бағалау және міндетті ағымдарын оңтайлы басқару аймағы қарастырылады. Автор рассматривается понятия «Grid-жүйелері» түсінігін қарастырады, жобалау және пайдалану кезіндегі продлемаларды көтереді, осы проблемаларды шешудегі тиімді тәсілдерді қарастырады. Жәнеде ағым міндеттерінің түсінігі, үлестіру алгоритмі, пайдалану ерекшеліктері көрсетілген.

Түйін сөздер: GRID-жүйелері, GRID– жүйелерін модельдеу, GRID-жүйелері жобалау және енгізу, есептеу кластерлері, GRID-техналогиясы.

Abstract

RELEVANCE THE PROBLEMS OF DESIGN AND OPERATION OF GRID-SYSTEMS

Tatybayev S.K.[1]

[1]Student of Master Programme, UniversityTuran, Almaty, Kazakhstan

Growth of needs for computer resources for the decision of large-scale computing tasks was the reason of creation of the concept of GRID. Wide GRID computer networks integrate heterogeneous computing resources: personal computers, computing clusters, supercomputers. Thereof the heterogeneous nature of the run applications takes place, beginning from the distributed supercomputation before the high-continuous computation allowing to organize effective use of resources for small tasks, occupying temporarily idle computer resources.

This article discusses the design and operation environment, which evaluates distributed Grid systems under changing conditions and optimizes the flow control of tasks. The author considers the concepts of "Grid-systems", problems are raised during the course of design and operation, determines the best method for solving these problems. Also, the description of the flow of tasks, the algorithm of distribution and the features of operations are presented.

Key words: Grid-systems, Grid-systems modeling, design and operation of GRID systems, computing clasters, Grid-technologies.

Введение: Сложность современных научно-технических проблем, связанных с интенсивным освоением новых областей применения вычислительной техники, диктует необходимость совершенствования средств их проектирования.

Получение обоснованных и устойчивых проектных решений немыслимо без использования методов автоматизации проектирования.

Перспективным подходом к обработке сложных задач, повышению качества результатов и уменьшению времени счета является применение систем параллельной распределенной обработки.

Преимущества параллельной распределенной обработки включают возможность решения задач большей размерности и достижения высококачественных результатов, а также доступность недорогих многопроцессорных вычислительных систем.

Следует отметить, что создание параллельных алгоритмов является более сложной задачей по сравнению с разработкой традиционных последовательных методов и требует учета множества факторов, влияющих на производительность параллельной вычислительной системы в целом.

Одним из основных вопросов построения распределенной САПР является выбор и адаптация инфраструктуры, позволяющей получить значительное повышение производительности при моделировании, обеспечить возможность коллективной разработки сложных объектов для географически распределенных групп инженеров, обеспечить семантическую поддержку процесса проектирования при помощи распределенных баз знаний, поддерживать хранение и обработку больших объемов данных, поддерживать мобильность вычислительных задач.

Одним из наиболее перспективных направлений, на наш взгляд, является использование GRID-технологий, которые стремительно развиваются и становятся все более популярными не только в чисто научном окружении, но и находят свое применение в коммерческих проектах и в бизнес процессах.

Главной задачей разработчиков GRID является превращение вычислительной сети, состоящей из тысяч разнообразных элементов, в единое целое, работающее и управляемое как многопроцессорный компьютер. Чтобы поддерживать такую распределенную среду, необходимо решить широкий круг проблем, который можно разделить на две основные группы в соответствии с теорией распределенных вычислений: разработка программного обеспечения глобальной распределенной сетевой операционной системы и разработка эффективных методов планирования и распределения поступающих заданий по имеющимся вычислительным ресурсам. Предлагаемый способ балансировки нагрузки в Grid-системах относится именно ко второй группе.

На сегодняшний день GRID-технологии широко применяются при решении задач в различных направлениях развития фундаментальной и прикладной науки, например, таких как физика высоких энергий и космофизика, генетика, микробиология и медицина, метеорология и океанография, робототехника и авиастроение и пр. Специалисты прогнозируют развитие GRID-технологии для создания принципиально новый интегрированных информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем, как инструмента развития самых разнообразных сфер человеческой деятельности.

В тоже время уже сегодня многие современные проекты требуют от современных вычислительных систем производительности от 25 млрд. до 1000 трлн. операций/секунду. Иными словами, в современном информационном пространстве возникла проблема информационного барьера.

Поэтому актуальной задачей на сегодняшний момент является разработка методов оптимального проектирования GRID-систем, удовлетворяющих заданным критериям отказоустойчивости, надежности и эффективности функционирования.

Проблемы проектирования и эксплуатации GRID-систем

Решение задач и выполнение требований, стоящих перед GRID-системами, сталкивается с рядом проблем в сравнении с традиционными системами, возникающих в ходе проектирования эксплуатации этих систем.

Основными проблемами GRID-систем являются проблемы, связанные с:

- администрированием системы:
- ограниченностью масштабируемости системы;
- балансированием нагрузки на узлы системы;
- восстановлением данных в случае возникновения ошибок.

Нами составлено дерево основных проблем проектирования и эксплуатации GRID-систем, приведенное на рис 1.

Рассмотрим более подробно их содержание.

Администрирование системы. Фрагментация ресурсов в GRID-системах требует создания гибких настраиваемых средств администрирования. Поскольку в глобально распределенных системах администрирование должно происходить в автоматическом режиме, то возникают следующие основные проблемы администрирования GRID-систем:

- балансировка нагрузки на узлы системы;
- восстановление данных в случае возникновения ошибки;
- сбор статистики с узлов системы;
- обновление ПО на узлах системы в автоматическом режиме.

Рассмотрим проблему балансирования нагрузки в узлах GRID-системы.

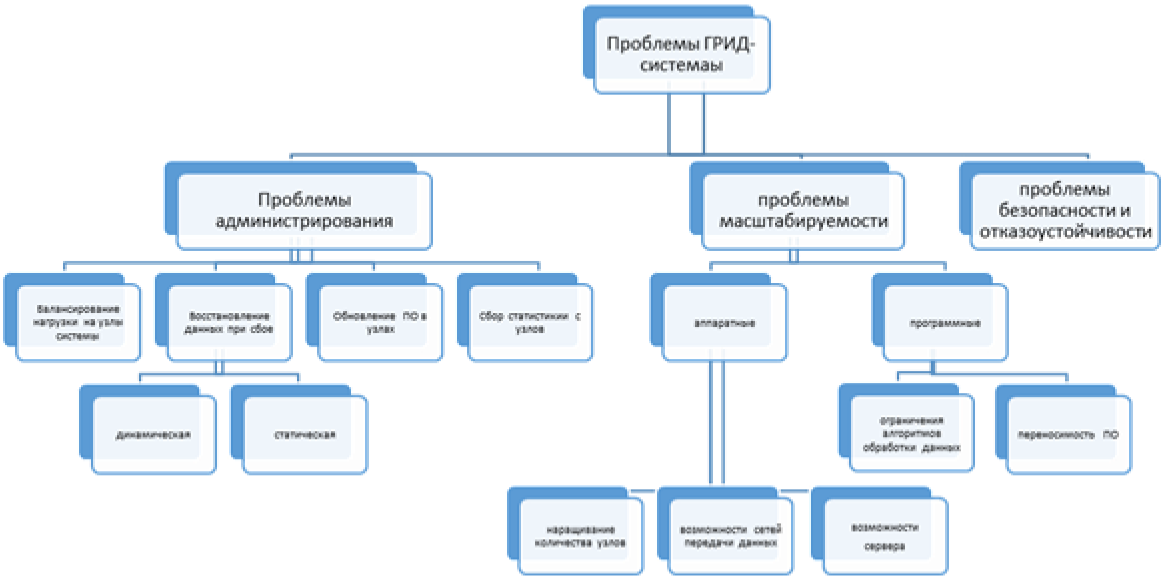


Рисунок 1. Дерево проблем проектирования и эксплуатации GRID-систем

Правильно выбранная стратегия балансировки нагрузки оказывает значительное влияние на общую эффективность и скорость работы GRID-системы. В настоящее время существует множество подходов разрешения этой проблемы, которые можно классифицировать следующим образом.

По характеру распределения нагрузки на вычислительные узлы используется статическая и динамическая балансировка (перераспределение).

Статическая балансировка, как правило, выполняется по результатам априорного анализа. При распределении ресурсов по вычислительным узлам анализируется модель распределенной системы для выбора наилучшей стратегии балансировки. При этом учитывается структура GRID-системы и конфигурация вычислительных узлов. Основным недостатком этого метода балансировки нагрузки является необходимость сопоставления узлов с различной конфигурацией оборудования с вычислительными потребностями задачи, а это не всегда возможно.

Динамическая балансировка GRID-системы представляет собой адаптацию нагрузок на узлы системы в процессе работы, что позволяет более эффективно использовать ресурсы сети. Необходимость динамической балансировки возникает в ситуациях, в которых не представляется возможности изначально спланировать общую загрузку сети. Например, такое возникает при решении задач математического моделирования, использующих итерации, вследствие чего сложность вычислений повышается и, увеличивается потребность в вычислительных мощностях. Также динамическая балансировка позволяет использовать ПО, инвариантное к архитектуре GRID-системы.

Проблемы восстановления данных в случае возникновения ошибок.

В ходе эксплуатации GRID-систем стоит задача отслеживания сбоев с последующим восстановлением данных. Такая проблема может возникнуть, например, при сбое питания одного из узлов сети. Автоматическое восстановление данных представляет собой сложную задачу, включающую большое количество проблем. В процессе восстановления данных необходимо выяснять характер возникшей ошибки, классифицировать его и автоматически восстановить все данные. При этом к системе выдвигаются требования целостности связанных данных, и доступности остальных данных, поскольку восстановление должно выполняться без блокирования доступа к чтению/записи основных ресурсов, таком образом GRID-система должна функционировать без останова.

Для решения этой проблемы на данное время выработано большое количество методов. Например, для восстановления данных в информационных распределенных системах (распределенных СУБД) используют журнал транзакций, сохраняющий всю информацию об изменениях, произошедших в базе данных. Сложность в этом подходе состоит в правильной классификации ошибок и правильном применении методов автоматического восстановления данных.

Проблемы ограниченности масштабируемости.

Масштабируемость GRID-систем является одной из первоочередных задач при проектировании таких систем. GRID-системы позволяют избежать основного недостатка централизованных систем, а именно, ограниченности наращивания вычислительных мощностей системы.

Основными показателями масштабируемости GRID-системы являются:

- масштабируемость по отношению к размеру системы. Система масштабируема по отношению к размеру, если способна обеспечивать простоту подключения к системе новых узлов.

- географическая масштабируемость. Система географически масштабируема, если к ней возможно подключение новых узлов, без ограничения по географическому признаку (страна, город, дата-центр и т.п.), т.е. система обеспечивает подключение глобально распределенных узлов.

Масштабируемость управления. Система масштабируема в аспекте управления ресурсами, если при росте общего количества узлов в системе, ее администрирование не усложняется. Для решения задачи масштабируемости GRID-системы необходимо решить большое количество проблем.

Основными проблемами масштабируемости GRID-систем являются следующие проблемы.

Проблема наращивания количество узлов системы, что не всегда возможно вследствие ограниченности служб, алгоритмов, поскольку зачастую многие службы настроены на работу с конкретным количеством оборудования (конкретного сервера, конкретной архитектуры). Таким образом имеется проблема централизации, как ресурсов, так и служб.

Проблема ограниченности возможностей сервера, который выполняет агрегирование данных, собранных с узлов GRID-системы в общее глобальное представление.

Проблема ограниченности сетей передачи данных. Поскольку при географической масштабируемости узлы GRID-системы могут находиться в географически отдаленных точках, то при проектировании и эксплуатации таких систем возникает проблема надежности сетей передачи данных. При низких скоростях передачи данных возможно снижение общей надежности и производительности систем.

Проблема ограниченности алгоритмов обработки данных. Для функционирования GRID-системы необходимо использовать методы и алгоритмы сбора данных с узлов системы, которые бы минимально перегружали коммуникационную сеть.

Проблема переносимости программного обеспечения. Проблема переносимости ПО является одним из ключевых сдерживающих факторов развития и дальнейшего масштабирования распределенных систем и состоит в невозможности запуска созданного приложения на различных архитектурах. Вопрос переносимости ПО особенно остро стоит в глобально распределенных системах, где в качестве узлов может использоваться гетерогенное оборудование, работающее под различными ОС. Например, для объединения вычислительных машин в одну глобальную вычислительную GRID-систему потребуется отдельное клиентское приложение для каждого вычислительного узла, учитывающее специфику его архитектуры и ОС.

Список использованной литературы:

1 Алпатов А.Л. Развитие распределенных технологий и систем // Перспективы Науки и Образования, 2015. - № 2(14)

2 Бурцев С.А., Самойлов М.Ю., Симаков М.В. Анализ экологических аспектов применения перспективных схем силовых установок ближне- и среднемагистральных самолетов // Безопасность в техносфере.М.: НИЦ ИНФРА-М. 2015. Т. 4. № 2. С. 67-72. DOI: 10.12737/11335

3 Семёнов В. Технология Smartgrid и будущее мировой электроэнергетики // Электрик. Международный электротехнический журнал. 2013. № 12. С. 16-20.

4 Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / Под редакцией: академика В.А. Садовничего, академика Г.И. Савина. – М.: Изд-во МГУ, 2009.

5 Топорков В.В. Модели распределенных вычислений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 320 с.

6 Филиппенко П.Н., Шашелов А.А., Сеитова С.В. Построение систем, обрабатывающих большие вычисления: проблемы и тенденции

7 Фостер Я., Кессельман К., Тьюке С. Анатомия Грид. Создание масштабируемых Виртуальных Организаций // Технологии грид. Т. 2. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2006.

8 Цветков В.Я., Алпатов А.Н. Проблемы распределенных систем // Перспективы Науки и Образования, 2014. - № 6(12)

УДК 378.18:378.4
ГРНТИ 14.01.85

К.З. Халықова[1]

[1]п.ғ.к., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Математика, физика және информатика институтының профессоры,
Алматы қ., Қазақстан

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН КӘСІБИ ДАЯРЛАУ ПРОЦЕСІНЕ РОБОТОТЕХНИКА НЕГІЗДЕРІН ЕНГІЗУ ҚАЖЕТТІЛІГІ ТУРАЛЫ

Аңдатпа

Мақалада болашақ информатика мамандарын кәсіби даярлау процесіне білім берудегі робототехниканы енгізу мәселелері қарастырылады. Қазақстан Республикасында қабылданған нормативті құжаттардағы аталған мәселенің өзектілігі талданған. Жоғары оқу орындарында мамандар даярлауды жүзеге асыруда білім берудегі робототехника негіздерін енгізу қажеттілігі көрсетілген. Робототехника және білім берудегі робототехника терминдері нақтыланған. Сонымен қатар, шетелдерде және Қазақстан Республикасында білім берудегі робототехника негіздерін енгізудің қазіргі жағдайы талданған. Білім берудегі робототехника негіздерін оқытуға қандай педагогикалық теорияның негіз болатындығы туралы шетелдік зерттеушілердің тұжырымдары келтірілген. Білім берудегі робототехника саласындағы негізгі мәселелердің бірі оқу-әдістемелік қамтамасыз етудің жеткіліксіздігі мен осы пәнді жүргізуге болашақ информатика мұғалімдерін даярлау болып табылады. Осыған байланысты бұл мәселе мамандарды кәсіби даярлау процесіне білім берудегі робототехниканы енгізуді талап етеді.

Түйінді сөздер: білім берудегі робототехника, білім беру процесі, жеке тұлға, болашақ информатика мұғалімдерін даярлау, АКТ-ны пайдалану.

Аннотация

К.З. Халықова[1]

[1] *к.п.н., профессор Института Математики, физики и информатики при Казахском национальном педагогическом университете, г.Алматы, Казахстан*

ПРОБЛЕМА ВНЕДРЕНИЯ ОСНОВ РОБОТОТЕХНИКИ В ПРОЦЕСС ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

В статье рассматривается проблема внедрения образовательной робототехники используемой в процессе профессиональной подготовки будущих учителей информатики. Проанализированы актуальность данного исследования в нормативных документах, принятых в Республике Казахстан. Определена необходимость внедрения образовательной робототехники в реализации подготовки будущих учителей в высших учебных заведениях. Уточнены термины робототехника и образовательная робототехника, а также проанализированы нынешнее состояние внедрения образовательной робототехники в образовательный процесс как зарубежом, так и в Республике Казахстан. Приведены выводы зарубежных исследователей о том, какие педагогические теории могут стать основой робототехники в образовании. Одной из главных проблем в области образовательной робототехники является отсутствие учебно-методической обеспеченности и подготовка будущих учителей информатики к проведению данной дисциплины. В связи с этим данная проблема требует внедрение образовательной робототехники в процесс профессиональной подготовки специалистов.

Ключевые слова: образовательная робототехника, образовательный процесс, личность, подготовка будущих учителей информатики, использование ИКТ.

Abstract

THE PROBLEM OF INTRODUCING THE BASICS OF ROBOTICS TO THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE INFORMATICS TEACHERS

Khalykova G.Z.[1]

[1] *Cand. Sci. (Pedagogical), Professor of the Institute of Mathematics, Physics and Informatics at Abai KazNPU, Almaty, Kazakhstan*

The problem about introduction of educational robotics in the process of professional training of the future informatics teachers is considered in this article. The relevance of the research is studied in the normative documents received in the Republic of Kazakhstan. The necessity of introduction educational robotics in realignment of the future Informatics teachers in the pedagogical universities. The term robotics and educational robotics is defined more exactly. Also, the current state of the introduction of robotics in the educational process is analyzed as well as in the Republic of Kazakhstan. There are given conclusion of foreign researches about which pedagogical theories can be the basis of educational robotics in the teaching process. One of the main problem in the field of educational robotics is the absence of the educational resources and preparation of future Informatics teachers to conduct this discipline. Before mentioned problem requires an introduction of educational robotics in the process of professional training of specialists.

Key words: educational robotics, educational process, personality, training of future Informatics teachers, usage of ICT.

Қоғамның қазіргі даму кезеңі адамзат қызметінің барлық саласына ақпараттық технологиялардың енгізілуімен сипатталады, ол білім құндылығын жаңаша түсінуді уағыздай отырып, білім беру жүйесін түбегейлі өзгертеді. Сонымен қатар, жаңа оқыту технологияларын пайдалану, дидактикалық мақсатқа кепілдікпен жетуді көздейтін оқу процесін құру қажеттілігімен сипатталады. Сонымен қатар, қазіргі уақытта жалпы және кәсіби білім берудің барлық деңгейлерінде білім берудегі робототехника белсенді түрде дамып енгізілу үстінде. Оқу процесіне білім берудегі робототехника технологияларын енгізу жалпы Білім берудегі мемлекеттік стандарттың маңызды құраушысы болып табылатын жеке тұлғалық, зерттеушілік, қарым –қатынас кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыруды қамтамасыз етеді. Бұл міндетті шешуде мұғалім басты роль атқарады және сондықтан болашақ информатика мұғалімдерін осы бағытта кәсіби даярлауды жетілдіру қажет.

Қазіргі уақытта әлемде төртінші технологиялық революция өтуде: қарыштаған ақпараттар ағыны жоғары технологияға негізделген инновациялар мен жасалынған жұмыстар өмірдің барлық салаларын өзгеруте. Сонымен қатар, қоғамның сұраныстары мен жеке тұлғаның қызығушылығы да өзгеруде. Егер бұрын еңбек сабағында қыздар шалғыш тігумен, ал ұл балалар ағашпен немесе металмен жұмыс істесе, қазіргі уақытта тек бұл жеткіліксіз. Қазіргі уақытта барлық әлемде оқушылар робототехникаға, құрастыруға, программалауға, модельдеуге, үш өлшемді жобалауға және т.б. қызығады. Мұндай қызығушылықты жүзеге асыру үшін айтарлықтай күрделі дағдылар мен құзыреттіліктер қажет. Тек біліп, орындау ғана жеткіліксіз, сонымен бірге зерттеу жүргізіп, бірнәрсені ойлап табу аса маңызды. Сонымен қатар, ғылым, математика, технология, инженерия тәрізді негізгі академиялық ғылым салаларын да дамыту қажет, бұларды бір сөзбен STEM (science, technology, engineering and mathematics) деп бір атауға біріктіруге болады. STEM негізінде бұл ұғымның жаңа нұсқалары да пайда болады, олардың ішінде кеңінен таралғандары: STEAM (ғылым, технология, инженерия, өнер және математика), STREM (ғылым, технология, робототехника, инженерия және математика), қоғамдағы болып жатқан түбегейлі өзгерістер қазіргі маманға қойылатын талаптарды да жоғарлатуда. Олар әмбебеап және арнайы құзыреттіліктерді меңгеруі тиіс және кәсіби икемді, бәсекеге қабілетті болуы тиіс.

Қазақстан экономикасының тиімді дамуында білім беру жүйесі негізгі роль атқарады. Қазақстан республикасының Президенті Н.Ә.Назарбаев бұл жөнінде жыл сайынғы Қазақстан халқына Жолдауында атап өтуде. «Қазақстанның жолы – 2050: бір мақсат, бірыңғай қызығушылық, бірыңғай болашақ» (2014) атты жолдауында ҚР президенті Н.Ә.Назарбаев білім беру жүйесінің ролін ерекше атап көрсетті: «Ең алдымен білім беру жүйесінің ролі өзгеруі тиіс. Біздің міндетіміз – білім беру жүйесін жаңа экономикалық дамудың жаңа моделінің ортаңғы буынына айналдыру қажет. Оқу бағдарламаларын сындарлы ойлау қабілетін дамытуға және ақпаратты өз бетімен іздеу дағдысын дамытуға бағыттау қажет» [1].

Бұл міндетті жүзеге асыру үшін республикалық ауқымда бірқатар шаралар жүргізілді.

Жоғарыда аталған Қазақстан халқына арналған жолдауда: «...екінші және келесі бес жылдықтарда мобильдік және мультимедиалық, нано-және космостық технологияларды, робототехниканы, гендік инженерияның негізін қалау және болашақ энергиясын іздеп табуды қолға алу қажет» [1].

ҚР президенті Н.Ә.Назарбаев робототехниканы кезек күттірмей негіздеуді талап ететін басты саланың бірі ретінде атап көрсетті. Робототехника ақпараттық технологиялар саласындағы болашағы зор бағыттардың бірі болып табылады. Қазіргі уақытта автомабиль құру, микроэлектроника, станок құру тәрізді өндіріс салаларын роботталған жүйелерді пайдаланусыз көз алдыға елестету мүмкін емес. Робототехниканы пайдалануға негізделген өндірісті дамыту осы сала бойынша айтарлықтай мамандар даярлауды талап етеді. Бұл өз кезегінде қазіргі білім беру жүйесінің алдына жаңа міндеттер қояды.

Мектептегі робототехника XXI ғасырдың технологиясы, ол оқушылардың қарым-қатынас қабілеттін дамытуды қамтамасыз етеді, өзара әрекеттесу, өз бетімен шешім қабылдау дағдыларын дамытып, олардың шығармашылық әлеуетін ашады.

Робототехника саласында мамандар даярлау жалпы білім беретін орта мектептен бастау алуы тиіс.

Робототехника дегеніміз не? Робототехника – ғылым мен техниканың ең алдыңғы қатарлы бағыттарының бірі, ал, білім берудегі робототехника – бұл оқушыларды үйрететін жаңа пән аралық бағыт, ол өзіне физика, мехатроника, технология, математика, кибернетика және АКТ салалары бойынша білімді интеграциялайтын және әр түрлі жастағы оқушыларды инновациялық, ғылыми – техникалық, шығармашылық процеске жұмылдыратын сала болып табылады. Ол ғылыми техникалық шығармашылықты танымал жасауға және жастар арасындағы инженер мамандығының беделін арттыруға, жастардың инженерлік техникалық есептерді практикалық шығару дағдысын дамытуға және техникамен жұмыс істеуге бағытталған. Робот сөзі алғаш рет чех жазушысы Карель Чапектің 1920 жылы жазылған пьесасында R.U.R. (Rossum's universal robots) пайдаланылды, яғни чех тілінен аударғанда робот сөзі антроморфты әрекетті (адамға ұқсас) машина дегенді білдіреді [2].

Қазір робот деп алдын-ала енгізілген нұсқау бойынша және қоршаған әлем туралы ақпарат немесе операторлардан командалар ала отырып, әрекетті өз бетімен жүзеге асыратын автоматты құрылғы немесе программаны айтады.

Қазіргі уақытта робототехниканы оқу процесінде енгізу жоспарсыз жүзеге асырылуда. Білім берудегі робототехника саласына жүргізілген талдау бұл күндері робототехниканы үйрену төмендегідей түрде өткізіліп жатқанын көрсетті:

- Робототехника сабақ ретінде («Технология», «Информатика және АКТ» пәндерінің шеңберінде – ресей мектептерінде);
- Робототехника сабақтан тыс орындалатын іс-әрекет түрі ретінде;
- Робототехника қосымша білім беру жүйесінде («Робототехника үйірмесі», техникалық шығармашылық орталығы, технопарк және т.б.) [3].

Д.В.Андреев және т.б. зерттеушілер Білім берудегі робототехника саласы бойынша қолданылып жүрген оқу бағдарламалары мен оқу әдістемелік құралдар бойынша үш топты ерекшелейді:

- программалау курсы - роботтар көмегімен программалау негіздерін оқыту;
- Lego конструкторлар көмегімен жобалық іс-әрекет әдістемесіне негізделген курстар;
- робототехникадан олимпиада есептерін орындауға бағытталған курсттар [4].

Х.Х.Абушкин, А.В.Дадонованың зерттеулерінде робототехникадағы пән аралық байланыстар қарастырылады. Авторлар: «...робототехника пәнаралық курсы бола отырып, оқушылардың негізгі құзыреттіліктерінің қалыптасу деңгейін арттыруға мүмкіндік береді» [5].

Омар Мюбин және т.б. шетел зерттеушілері білім берудегі робототехниканы оқытуға қандай педагогикалық теориялар негіз бола алатынын қарастырды. Авторлар "Білім берудегі робототехника алғашқыда Жан Пиаже ұсынған конструктивизм теориясына негізделе отырып, біртіндеп С.С.Пейперттің қазіргі оқыту әдістемесіне өтеді", - деген пікірге келеді [6].

Конструктивизм теориясы бойынша меңгерілген білім оқушылардың тәжірибе және эксперимент жүргізе отырып, білгендері арқылы анықталады. Конструктивизим теориясының негізіне белсенді оқыту принципі алынған. Сонымен қатар, авторлар Л.С.Выгодский ұсынған әлеуметтік конструктивизмді еске түсіреді, бұл білім берудегі робототехника әдістемесінде жиі қолданылады. Бұл әдістеме есептерді "декомпозияциялау" деген атпен танымал, яғни күрделі есепті шағын бөліктерге бөлу. Авторлар конструктивизм теориясы білім берудегі робототехниканы оқытуға негіз болады деп тұжырымдайды [7].

Көптеген шетелдік зерттеушілер ерте жастан программалауды робототехниканың көмегімен меңгеруді қарастырады. Авторлар мектепке дейінгі мекемелерде роботты программалаудың негізін қалайтын тұжырымдаманы меңгереді деп есептейді.

С.Пейперттің еңбектері білім мен тәжірибелерді меңгеру туралы қазіргі көзқарас тұрғысынан көптеген білім бағдарламаларын құруға негіз болды. С.Пейперттің зерттеулері көрсеткеніндей, роботтарды пайдалана отырып, программалау барысында оқушылар көптеген негізгі дағдыларды меңгереді, әсіресе, креативті және сындарлы ойлау саласынан "метакогнитивті дағдылар" деп аталатын "оқуға үйренуді" меңгереді [4].

Шетелдік және қазақстандық ғалымдардың зерттеу нәтижелері Білім берудегі робототехника саласындағы басты мәселелердің бірі - оқушыларға да, мұғалімдерге де арналған оқу-әдістемелік қамтамасыз етудің жеткіліксіз екендігін атап көрсетеді. Қазіргі уақытта робототехника қосымша білім беру саласында қосымша оқыту ретінде кеңінен таралған. Білім берудің жаңа парадигмасы тұрғысынан, қосымша оқыту жағдайындағы роботтарды пайдаланатын классикалық оқыту бағдарламаларын қазіргі мұғалімнің ролі өзгеретіндіктен, оларды өзекті деп айта алмаймыз. Бұл болашақ информатика мұғалімдерін кәсіби даярлау процесіне Білім берудегі робототехника негіздерін енгізу қажеттілігін көрсетеді.

Мұғалімдерді оқытуда инновациялық технологияларды пайдалануға даярлау процесі әлемдік ауқымда, оның ішінде, Қазақстанда белсенді түрде жүзеге асырылуда [8]. Білім және ғылым Министрі Ерлан сағадиев Қарағанды қаласында өткен халықаралық робототехника фестивалінде болып, күн сайын бес миллион бала робототехниканы үйренетін Азия елдерін мысалға келтіре отырып, робототехниканы білім беру саласының аса маңызды бағыттарының бірі ретінде атап көрсетті. Министр Ерлан Сағадиев робототехниканы мектепке енгізу принципті міндеттердің бірі екенін және 2016 жылы мектеп қабырғаларында қосымша робототехниканы үйренуге 20 мың баланың кіріскенін атап айтты. Сонымен қатар, Қазақстан Республикасының мектептерінде робототехниканың міндетті пән болып оқылатындығы туралы мәселе қарастырылып жатқандығы аталып көрсетілді [9]. Қазақстан Республикасының бірқатар мектептерінде (оның ішінде Назарбаев зияткерлік мектептерінде) LEGO Education компаниясының білім беруге арналған 1000-нан астам жинағы пайдаланылу үстінде.

Қазіргі уақытта әлемдік STEM жүйесінде аталған жүйенің барлық компоненттерінің басын қосатын, программалау мен құрастыру дағдыларын үйрететін Білім берудегі робототехника жаңа бағытқа айналды. 2015 жылы оқушылардың ғылыми-техникалық салаға қызығушылығын сүйемелдейтін, Білім берудегі робототехниканы шығармашылықпен және сыни тұрғыдан пайдалануға бағытталған «ER4STEM» деп аталатын үш жылға арналған жоба іске қосылды (Австрия, Болгария, Греция, Мальта және Ұлыбритания). «ER4STEM» жобасының мақсаты - Білім берудегі робототехниканың және STEAM жүйесінің әртүрлі бағыттарын балаларға үйретуге, сондай-ақ, жоғары қиындықтағы практикалық есептерді шығаруға мүмкіндік беретін ашық және тұжырымдық жүйе жасау болып табылады. Жоба шеңберінде Білім берудегі робототехника жөнінде 4000 балаға арналған семинарларды бес мемлекетте өткізу қарастырылған.Жылына бір рет Білім берудегі робототехникаға арналған Европалық конференция өтеді (2016 ж. – Австрия, 2017 ж. – Болгария, 2018 ж. – Мальта). Жобаның қорытындысы мұғалімдерге арналған «ER4STEM» ауқымды репозиторий жасақтамасы болып табылады. Сондай-ақ, Қазақстан Республикасында да STEM білім беруді екпінді дамыту басталды. Бұған дәлел ретінде жылдарға арналған білім еру мен ғылымды дамытудың Мемлекеттік бағдарламасының шеңберінде STEM мазмұнына мектептегі білім беру мазмұнын көшірудің белгіленгендігі болып табылады [10]. Жаңа білім беру саясатын жүзеге асыру үшін жаңа технологияларды, ғылыми инновацияларды, математикалық моделдеуді дамытуға бағытталған STEM элементтерін оқу бағдарламасына қосу жоспарланып отыр.

Білім берудегі робототехника негіздерін оқу процесіне енгізуге жүргізілген талдау көптеген оқу бағдарламаларын қамтитын робототехниканың ауқымды дидактикалық әлеуеті "нені оқу керек?" деген сұқраққа жауап береді, ал "қалай оқыту керек?" деген сұрақ ашық күйінде қалып отырғанын көрсетті.

Жоғары оқу орындарындағы оқу жоспарларына, бағдарламаларына жасалынған талдау, зерттеу мәселесімен егжей-тегжейлі танысуға байланысты біздің жүргізген зерттеулеріміз болашақ информатика мұғалімдерін кәсіби даярлау процесіне Білім берудегі робототехника негіздерін енгізуге арналған жұмыстардың жоқ екендігін көрсетті. Мұның себебі, педагогикалық жоғары оқу орындарында мұғалімдерді кәсіби даярлау мазмұнына робототехника элементтерінің бұрын енгізілмегендігінде болып табылады, ал оны енгізу білім беруді дамытудың қазіргі кезеңінде аса маңызды кезек күттірмейтін міндеттердің бірі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Послания народу Казахстана Президента Республики Казахстан Н.Назарбаев. "Казахстанский путь - 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее (17 января, 2014 г. - Астана.

2 Накано Э. Введение в робототехнику. М.: Мир, 1988.

3 Ионкина Н.А. Дифференцированный подход при обучении робототехнике в школе// Молодой ученый. — №20, 2016. — С. 693-695.

4 Андреев, Д. В. Повышение мотивации к изучению программирования у младших школьников в рамках курса робототехники /Д. В. Андреев, Е. В. Метелкин //Педагогическая информатика.-2015.-№1.-С.40-49.

5 Абушкин, Х. Х., Дадонова, А. В. Межпредметные связи в робототехнике как средство формирования ключевых компетенций учащихся // Учебный эксперимент в образовании. — 2014. — № 3. — с. 32–35.

6 Omar Mubin, Catherine J. Stevens, Suleman Shahid, Abdullah Al Mahmud, Jian-Jie Dong. A review of the applicability of robots in education. Technology for Education and Learning, 2013/

7 Bers, M., & Horn, M. (2010). Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies. In I. R. Berson & M. J. Berson (Eds.), High-tech tots: Childhood in a digital world (pp. 49–70). Greenwich: Information Age Publishing.

8 Халикова К.З. Оқыту процесіне инновациялық технологияларды енгізудің теориясы мен практикасы. Монография. Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2015. - 167 б.

9 https://rus.azattyq.org/a/kazakhstan-robototekhnika-shkola/28453005.html

10 http://iac.kz/ru/events/razvitie-stem-obrazovaniya-v-mire-i-kazahstane