

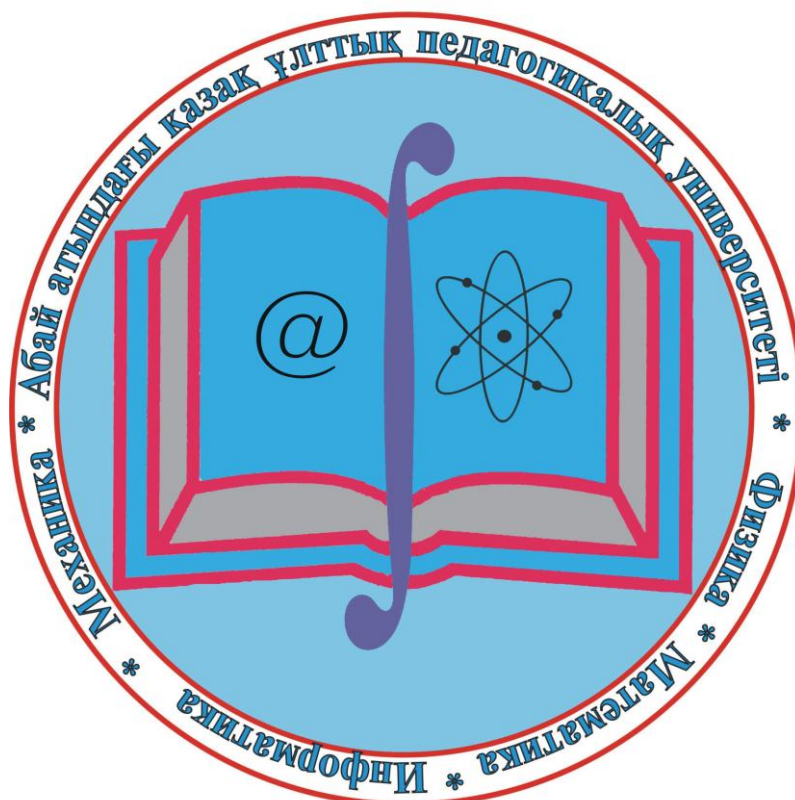


Абай атындағы
Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

Серия «Физико-математические науки» • «Физика-математика ғылымдары» сериясы

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК



Алматы

№ 2(34)

2011

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая
ВЕСТНИК
Серия “Физико-математические
науки” № 2(34)

Главный редактор
Академик НАН РК

Г.У. Уалиев

Редакционная коллегия:
зам.главного редактора:
д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,
к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев,
ответ.секретарь
к.ф.-м.н.Ф.Р. Гусманова

члены:

д.п.н.А.Е. Абылкасымова,
д.ф.-м.н. М.А. Бектемесов,
д.п.н. В.В. Гриншкун,
д.ф.-м.н. К.Т. Искаков,
д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин,
д.ф.-м.н. А.К. Калыбаев,
д.ф.-м.н.Б.А. Кожамкулов,
д.ф.-м.н. В.Н. Косов,
д. ф.-м.н.К.К. Коксалов
д.т.н.М.К. Күлбеков,
д.п.н.М.П. Лапчик,
д.ф.-м.н.Қ.М. Мукашев,
к.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов
д.ф.-м.н.Ш.С. Сахаев,
д.ф.-м.н. Н.Ж. Такибаев,
д.т.н.А.К. Тулешов,
д.ф.-м.н. Л.М. Чечин,
к.ф.-м.н. Е.Б. Шалбаев,
к.т.н. Ш.И. Хамраев

©Казахский национальный
педагогический университет
им. Абая, 2011

Зарегистрирован в Министерстве
информации Республики Казахстан,
№ 4824 - Ж - 15.03.2004
(периодичность – 4 номера в год)
Выходит с 2000 года

Редакторы:Ф.Р. Гусманова,
Г.А. Абдулкаримова

Компьютерная верстка:
Ф.Р. Гусманова

Подписано в печать 28.06.2011 г.
Формат 60х84 1/8.
Об 5,5 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз.

050010, г.Алматы, пр.Достык, 13,
КазНПУ им.Абая
Отпечатано в типографии
“ТОО Нур-Принт 75”
г.Алматы, ул.Хамиди 4а

С.Е. Кумеков, Г. К. Байменшина Бифуркационный анализ нелинейной модели одномодового полупроводникового лазера.....	110
С.Е. Кумеков, Г.К. Байменшина Динамика модели одномодового полупроводникового лазера.....	113
М.Н. Кусембаева, Ш.Т. Шекербекова Білім беру жүйесінде күзыр және күзырлылық тәсілдің мәні мен маңызы.....	116
Ж.М. Нурмухамедова, Д.М. Нурбаева Восстановление оператора дифференцирования на классах Зигмунда случае R^2	120
Ғ.К. Орманова, И.Б. Усембаева Кредиттік оқыту жүйесі жағдайында техникалық мамандықтарда оқытылатын физика пәнінің оқу үдерісін ұйымдастыру.....	125

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ

“Физика-математика ғылымдары”
сериясы № 2 (34)

Бас редактор
ҚРҰҒА академигі
Ғ.У. Уәлиев

Редакция алқасы:

басред. орынбасарлары:

п.ғ.д. Е.Ы. Бидайбеков,

ф.-м.ғ.к.М.Ж. Бекпатшаев

жауапты хатшы

ф.-м.ғ.к.Ф.Р. Гусманова

мүшелері:

п.ғ.д.А.Е. Абылкасымова,

ф.-м.ғ.д.М.Ә. Бектемесов,

п.ғ.д.В.В. Гриншкун,

ф.-м.ғ.д.Қ.Т. Искаков,

ф.-м.ғ.д.С.И. Кабанихин,

ф.-м.ғ.д. А.К. Калыбаев,

ф.-м.ғ.д.В.Н. Косов,

ф.-м.ғ.д.Қ.К. Коксалов,

ф.-м.ғ.д. Б.Ә. Қожамқұлов,

т.ғ.д. М.К. Құлбек,

п.ғ.д. М.П. Лапчик,

ф.-м.ғ.д.Қ.М. Мұқашев,

ф.-м.ғ.к. С.Т. Мұхамбетжанов,

ф.-м.ғ.д. Ш.С. Сахаев,

ф.-м.ғ.д. Н.Ж. Такибаев,

т.ғ.д. А.К. Тулешов,

ф.-м.ғ.д. Л.М. Чечин,

ф.-м.ғ.к. Е.Б. Шалбаев,

т.ғ.к. Ш.И. Хамраев

©Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2011

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

Редакторлары:Ф.Р. Гусманова,
Г.А. Абдулкаримова

Компьютерлік беттеу:
Ф.Р. Гусманова

Басуға 28.06.2011 ж.қолқойылды
Таралымы 300 дана
Көлемі 5,5 е.б.т.
Пішімі 60x84 1/8.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы,13
Абай атындағы ҚазҰПУ
“ЖШС Нұр-Принт” типографиясында
баспадан өткен
Алматы қаласы, Хамиди көшесі, 4а

Мазмұны Содержание

AkemuhaziMalike Direct method for solving the energy and the steady heat conduction problem.....	3
К.С. Абдиев, А.С. Джампеисова Болашақ информатика пәнінің мұғалімдеріне компьютерлік модельдеуді оқыту негіздері.....	9
Б.С. Абдрасилов, Б.Б. Махмутов Физико-химическое исследование спин-решеточной релаксации протонов воды	13
А.Н.Абдреев Разработка методики и информационной системы обучения иностранному языку.....	17
А.Н.Абдреев Использование семантической сети WORLDNET в обучении языку.....	21
Б.С. Аблабеков Обратные задачи определения источника и коэффициента при младшем члене.....	25
С.Е. Айтжанов, Х. Хомпыш, Ж.О. Бияздыкова, А.Н. Сарсенбаева О разрешимости одной стационарной задачи для модифицированных уравнений тепловой конвекции	29
Б.Е. Аkitай, Г.А. Жексенбаева, М. Оразбек Қазіргі кездегі іргелі физикалық теорияларды оқыту негізінде әлемнің физикалық бейнесін қалыптастыру мүмкіндіктері.....	33
Б.Б.Алихан Расчет параметров колонны гибких труб при бурении.....	39
М.А. Аскарова Студенттердің білімі мен біліктілігін күрделі есептерді шешу әдістемесін үйрету негізінде дамыту арқылы оларды кәсіби мамандығына шындау.....	42
М.А. Аскарова Симметриялы теңдеулер жүйелерін шешу әдістері	52
Ә. Баймаханұлы, Г. Құрбантай Кванттық оптиканы бейіндік мектепте оқыту әдістемесі.....	60
М.Т. Бекжігітова Болашақ физика пәні мұғалімдерін кәсіптік дайындаудағы «Элементар математика» курсының рөлі.....	65
С.Т. Бекжігітова Математикалық амалдар қолдануға машықтануда инновациялық технологияның рөлі	70
А. Болен, Ш.М. Бердиева, Г.Б. Макашева Тақ жәй реті циклдык абсолют абельдік өрістерді санау және оның кейбір қолданулары.....	74
Ж.К. Дюсембина Модификация управляемой экологической системы в состоянии устойчивого равновесия	79
Г.М. Ергалиева, А.С. Азахунова Формирование у школьников научного мировоззрения на уроках физики.....	83
Э.М. Ибраева Математика сабағында ақпараттық технологияларды жүзеге асырудың теориялық негіздемесі....	87
Э.М. Ибраева Жаңа технология жасаудың педагогикалық ұстанымдары.....	91
Т.С. Иманкулов, Б. Маткерим, Е.С. Алимжанов Ободной задаче неизотермической фильтрации смеси в пористой среде	95
Д.А. Кинжебаева, Е.С. Серикхалиев, А.С. Кинжебаева Кинематический анализ рычажного механизма III класса с использованием графоаналитического метода.....	100
А.А. Крыкпаева Модификация метода фиктивных областей для модели гидродинамики с заданным краевым условием для давления.....	104

DIRECT METHOD FOR SOLVING THE ENERGY AND THE STEADY HEAT CONDUCTION PROBLEM

(The physical science and technology college of YILI, Normal university, China)

Бұл жұмыста тура және энергетикалық әдісті қолдана, бүйір беті жылудан оқшауланған, сол жақ көлденең қима ауданына жылу ағыны түсіп, оң жақ көлденең қима ауданы арқылы жылу алмасатын шекті ұзындықтағы сырықтың тұрақталған жылу өрісінің таралу заңдылығын анықтауда бірдей аналитикалық шешім алынды.

В работе прямым и энергетическим методом получено одинаковое аналитическое решение установившейся задачи определения поля распределения температуры в теплоизолированной боковой поверхности стержня ограниченной длины, находящейся под воздействием слева теплового потока и справа теплообмена. Также получено аналитическое выражение удлинения за счет поля распределения температуры.

The construction of analytic solutions the steady heat conduction problem for a thermally insulated on the lateral surface of a rod of finite length and constant cross-section for the fall heat flux at the cross-sectional area of the left end and right end of the heat. In this case, the problem is solved by direct and energy method. Is also an expression for the elongation of the rod due to thermal expansion. Construction of exact solutions of the problem takes into account the values of the entire original and the specified parameters. In this regard, this solution is relatively universal.

Bearing elements of certain strategic designs take the form of a rod of finite length $\ell(\text{cm})$, and continuing along the cross-sectional area $F(\text{cm}^2)$. In this case, the lateral surface of the rod along the length of insulated. On cross-sectional area of the left end of the considered horizontal rod supplied heat flux $q(\text{W}/\text{cm}^2)$. Through the cross-sectional area of the right end of heat exchange with the surrounding area this environment. Heat transfer coefficient is denoted by $h(\text{W}/(\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}))$, and the temperature of the environment through $T_{oc}(^\circ\text{C})$. When the data required to determine the law of temperature distribution along the length of the rod under study, as well as the expression for its extension due to thermal expansion. For this we denote the coefficient of thermal conductivity of the rod through $K_{xx}(\text{W}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}))$, and the coefficient of thermal expansion $\alpha\left(\frac{1}{^\circ\text{C}}\right)$. Design scheme of the problem is shown in Figure-1.

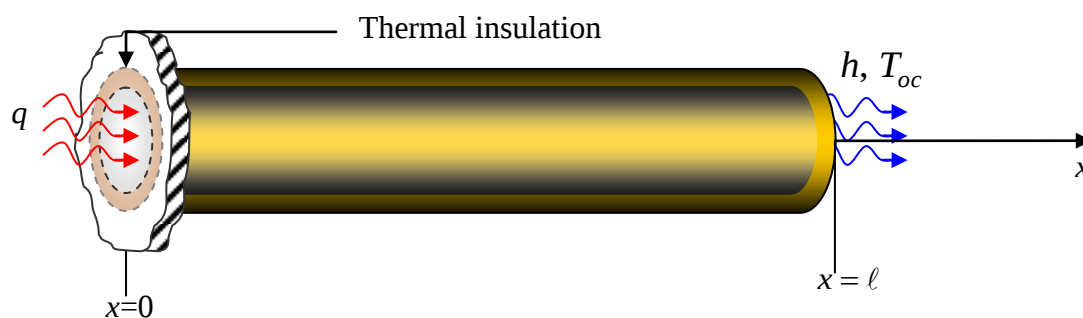


Figure - 1. Design scheme

Assume that the left end of the rod under consideration rigidly clamped. Then, based on the theory of thermal conductivity [1] studied the process described by the differential equation

$$K_{xx} \frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \quad (1)$$

At the left end we have the following boundary conditions

$$K_{xx} \frac{dT}{dx} - q = 0, \text{ when } x=0 \quad (2)$$

For the right end we have

$$K_{xx} \frac{dT}{dx} + h(T - T_{oc}) = 0, \text{ when } x = \ell \quad (3)$$

where yet unknown law of temperature distribution. The solution of equation (1), satisfying both the boundary conditions (2-3) in the form

$$T(x) = ax + b; \quad a, b = \text{const} \quad (4)$$

From condition (2) and solution (4) we have that $K_{xx}a - q = 0$;

Then

$$a = \frac{q}{K_{xx}} \quad (5)$$

From condition (3) and solution (4) we get that $K_{xx}a + h(a \cdot \ell + b - T_{oc}) = 0$; Taking into account (5) define the value of b.

$$b = T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{hK_{xx}} \quad (6)$$

Substituting a and b (5-6) at (4), we define the law of temperature distribution along the length of the rod investigated under given boundary conditions x.

$$T = T(T_{oc}, q, h, \ell, K_{xx}, x) = \left(T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{hK_{xx}} \right) + \frac{q}{K_{xx}} \cdot x \quad 0 \leq x \leq \ell \quad (7)$$

Now, let's decide this problem by energy method. For this we will write the equation of total thermal energy of problem (5).

$$J = \int_V \frac{K_{xx}}{2} \left(\frac{dT}{dx} \right)^2 dV + \int_{F(x=0)} q T dS + \int_{F(x=\ell)} \frac{h}{2} (T - T_{oc})^2 dS \quad (8)$$

Where V - the bulk of the rod, $F(x=0)$ and $F(x=\ell)$ - cross-sectional areas of left and right ends of the rod, respectively, $T = T(x)$ - an unknown function (the law of temperature distribution along the length of the rod). Here, unlike (4), this law is approximated by a full second order polynomial [2-4]

$$T(x) = ax^2 + bx + c = \varphi_i(x) \cdot T_i + \varphi_j(x) \cdot T_j + \varphi_k(x) \cdot T_k, \quad 0 \leq x \leq \ell \quad (9)$$

where $\varphi_i(x)$, $\varphi_j(x)$ and $\varphi_k(x)$ shape function of a quadratic element with three nodes [3-4].

$$\varphi_i(x) = \left(1 - \frac{2x}{\ell} \right) \left(1 - \frac{x}{\ell} \right); \quad \varphi_j(x) = \frac{4x}{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell} \right); \quad \varphi_k(x) = \frac{x}{\ell} \left(\frac{2x}{\ell} - 1 \right); \quad 0 \leq x \leq \ell$$

$$T_i = T(x=0); \quad T_j = T\left(x = \frac{\ell}{2}\right); \quad T_k = T(x=\ell). \quad (10)$$

These features provide the continuity of the distribution of temperature. From (9-10) define the expression for the temperature gradient

$$\frac{dT}{dx} = \frac{4x-3\ell}{\ell^2} \cdot T_i + \frac{4\ell-8x}{\ell^2} \cdot T_j + \frac{4x-\ell}{\ell^2} \cdot T_k, \quad 0 \leq x \leq \ell \quad (11)$$

Substituting (9-11) into (8), after integration, we obtain an integrated view of the functional.

$$J = \frac{K_{xx}F}{2\ell} \left(\frac{7}{3}T_i^2 - \frac{16}{3}T_i \cdot T_j + \frac{2}{3}T_i \cdot T_k - \frac{16}{3}T_j \cdot T_k + \frac{16}{3}T_j^2 + \frac{7}{3}T_k^2 \right) + Fq \cdot T_i + \frac{Fh}{2}(T_k^2 - 2T_{oc}T_k + T_{oc}^2) \quad (12)$$

Now, minimizing J with respect to T_i , T_j and T_k , and obtain the resolving system of equations for the nodal temperature values

$$\left. \begin{aligned} 1) \frac{\partial J}{\partial T_i} = 0; &\Rightarrow \frac{K_{xx}F}{2\ell} \left(\frac{14}{3}T_i - \frac{16}{3}T_j + \frac{2}{3}T_k \right) + Fq = 0; \\ 2) \frac{\partial J}{\partial T_j} = 0; &\Rightarrow \frac{K_{xx}F}{2\ell} \left(-\frac{16}{3}T_i + \frac{32}{3}T_j - \frac{16}{3}T_k \right) = 0; \\ 1) \frac{\partial J}{\partial T_k} = 0; &\Rightarrow \frac{K_{xx}F}{2\ell} \left(\frac{2}{3}T_i - \frac{16}{3}T_j + \frac{14}{3}T_k \right) + \frac{Fh}{2}(2T_k - 2T_{oc}) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Deciding this system we will find

$$T_i = T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{K_{xx}}; \quad T_j = T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{2K_{xx}}; \quad T_k = T_{oc} - \frac{q}{h}; \quad (14)$$

Substituting these values T_i , T_j and T_k in expression (5) determine the law of the temperature distribution along the length of the rod

$$T = T(T_{oc}, q, h, \ell, K_{xx}, x) = \left(T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{K_{xx}} \right) + \frac{q}{K_{xx}} \cdot x, \quad 0 \leq x \leq \ell \quad (15)$$

this solution coincides with solution (7). Thus, in the case of the energy method although we assume that the law of temperature distribution along the length of the rod has a quadratic form, but in this case, the solution (15) shows that this law will only be linear. In this case, the law will be strictly dependent on 6-parameters. If one end (left) under review, the rod is clamped and the other (right) is free, it is because of the thermal field is extended. On the basis of the laws of thermal physics [5], the elongation ($\Delta \ell_T$) is defined as follows

$$\Delta \ell_T = \int_0^\ell \alpha \cdot T(T_{oc}, h, q, K_{xx}, \ell, x) dx \quad (16)$$

where $\alpha \left(\frac{1}{^\circ C} \right)$ - coefficient of thermal expansion of the rod material. At relatively low temperatures the values will not depend on temperature. For this case we have that

$$\begin{aligned} \Delta \ell_T &= \Delta \ell_T(\alpha, T_{oc}, h, q, K_{xx}, \ell) = \int_0^\ell \alpha \cdot T(T_{oc}, h, q, K_{xx}, \ell, x) dx = \\ &= \alpha \left[\left(T_{oc} - \frac{q}{h} - \frac{q\ell}{K_{xx}} \right) \cdot \ell + \frac{q\ell^2}{2K_{xx}} \right] \end{aligned} \quad (17)$$

Naturally, the obtained analytical solutions (7) or (15) and (17) allow identifying relevant patterns depending on changes in the parameters of input data. In this case, we take the parameters as follows

$$K_{xx} = 100 (Bm / (cm \cdot ^\circ C)); \quad h = 10 (Bm / (cm^2 \cdot ^\circ C)); \quad \ell = 20 cm; \quad q = -250 (Bm / cm^2); \quad r = 1 cm;$$

$$F = \pi r^2 = \pi cm^2; \quad T_{oc} = 40^\circ C.$$

Then, the graphical form of $\Delta \ell_T$ dependence on other parameters is shown in Figure 2-7.

For this purpose, we consider the different cases.

1. By varying the specified heat flux q

$$q \in [-50; -100; -150; -200; -250; -300; -350; -400; -450; -500; -550; \dots; -1000;] \frac{Bm}{cm^2}$$

2. By varying the length of the rod ℓ

$$\ell \in [5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65;] cm$$

3. By varying the heat transfer coefficient h

$$h \in [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12;] \frac{W}{(cm^2 \cdot ^\circ C)}$$

4. By varying the thermal conductivity K_{xx}

$$K_{xx} \in [45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105;] \frac{W}{(cm \cdot ^\circ C)}$$

5. By varying the ambient temperature T_{oc}

$$T_{oc} \in [5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65;] ^\circ C$$

6. By varying the coefficient of thermal expansion α

$$\alpha \in [0,00000125; 0,00000325; 0,00000525; 0,00000725; 0,00000925; 0,00001125; 0,00001325;] \frac{1}{^\circ C}.$$

Related graphics depending $\Delta \ell_T$ on other parameters are shown in Figures 2-7.

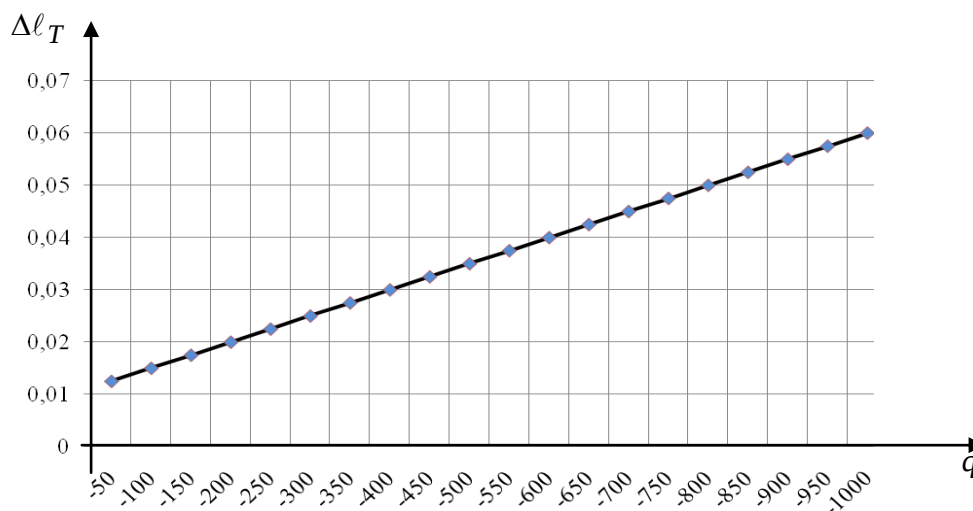


Figure - 2. Dependence on $\Delta \ell_T(q)$

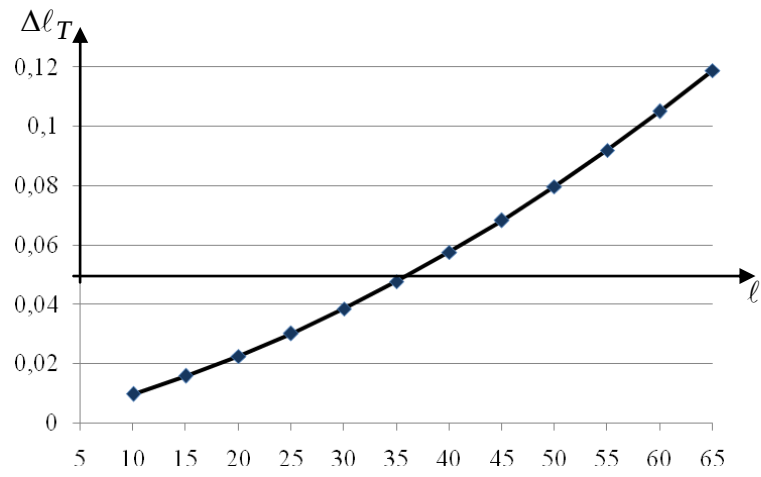


Figure - 3. Dependence on $\Delta \ell_T(\ell)$

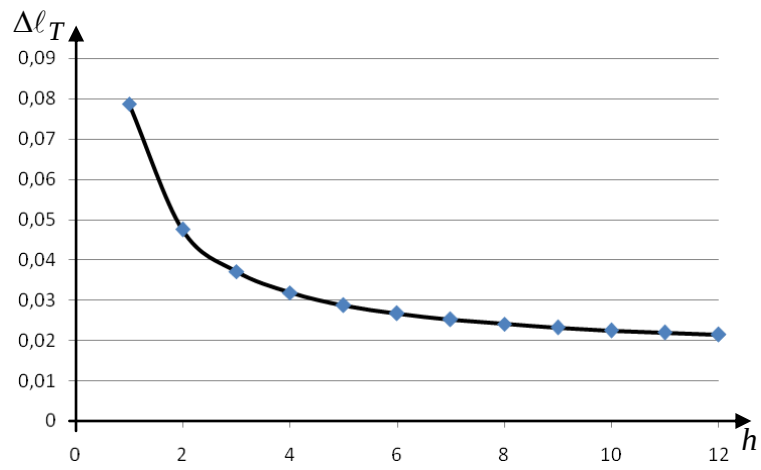


Figure - 4. Dependence on $\Delta \ell_T(h)$

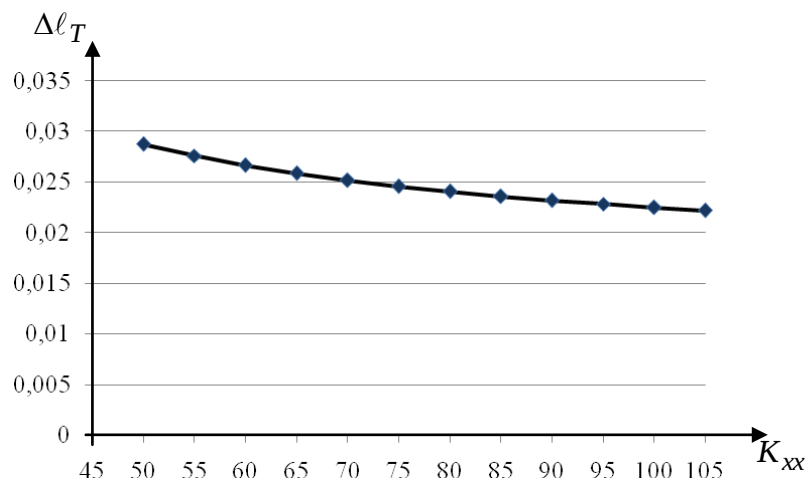


Figure - 5. Dependence on $\Delta \ell_T(K_{xx})$

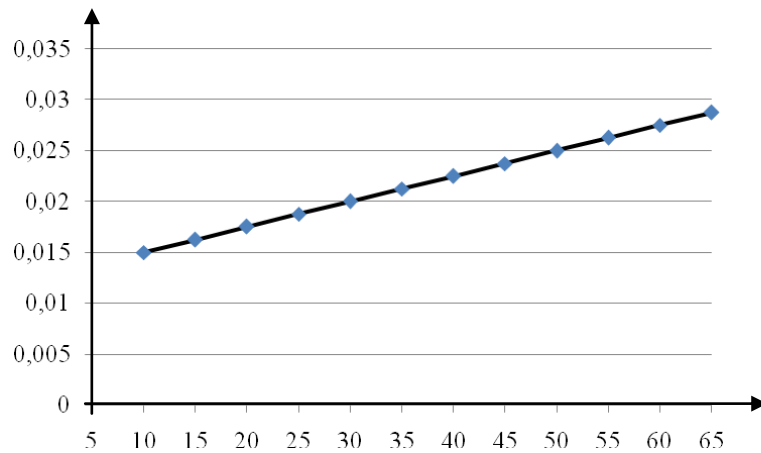


Figure - 6. Dependence on $\Delta \ell_T(T_{oc})$

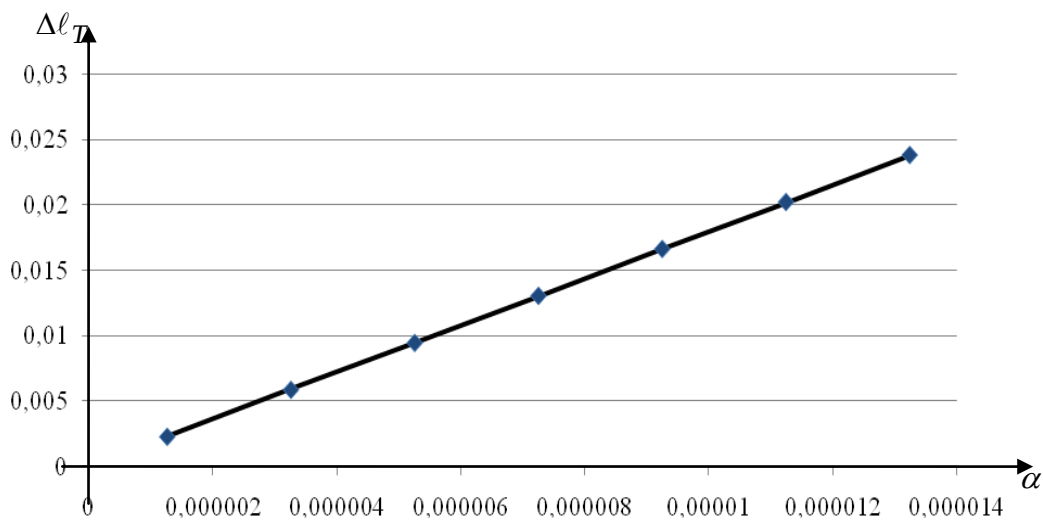


Figure - 7. Dependence on $\Delta \ell_T(\alpha)$

It is seen that an increase in the value of heat flux q , an elongation ($\Delta \ell_T$) of the rod due to thermal expansion increases almost linearly. Similar associations were observed in the cases $\Delta \ell_T(T_{oc})$ and $\Delta \ell_T(\alpha)$. When the length of the rod increases, the $\Delta \ell_T$ increases in a nonlinear manner. But at higher values of h the value of $\Delta \ell_T$ decreases asymptotically. But with increasing the value of K_{xx} , the value of $\Delta \ell_T$ decreases relatively weakly nonlinear way. Thus, the analytical solutions can detect a number of other laws.

1. Kzieth F., Principles of heat Transfer, 3-rd ed., Index Educational Publishers, -N.Y., 1973.-386 p.
2. Hinton B., Owen D. Finite element programming., -London, 1977,-305 p.
3. Yin Y.Z., Wang Y.C. A numerical study of large deflection behavior of restrained steel beams at elevated temperatures. -J. constr. Steel Res. №7., 2004. 160.-p.1029-1047.
4. Segerlind L., Using the method of finite elements, the World, 1979.
5. Nozdrev V.F. The Course of thermodynamics. publishers "World", 1967.-247 p.

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА ПӘНІНІҢ МҰҒАЛІМДЕРІНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУДІ ОҚЫТУ НЕГІЗДЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье рассматривается вопрос подготовки будущих учителей информатики. Компьютерное моделирование является важным разделом школьной информатики. Для повышения качества подготовки будущих учителей информатики необходимо разработать и внедрить курс «Компьютерное моделирование». Данный курс будет играть важную роль в подготовке будущих учителей информатики.

The given article is considered of question on training of the future teachers of computer science. “Computer modeling” is the important section of computer science in school. It’s necessary to develop and introduce a special course for increasing the quality of training of the future teachers. We offer “Computer modeling” course. This given course will play the important role in training the computer science’s future teachers.

Қоғам дамуының жаңа тенденциялары ақпараттық технологиялардың өндірістің, экономиканың басқарудың және күнделікті өмірдің барлық салаларына ену білім лушылардың еңбек нарығындағы бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етуді талап етеді. Қоғамның жоғары білімге қоятын міндеттерін іске асырудың бір жолы: студенттердің жеке қабілеттері мен қажеттіліктеріне сәйкес жоғары деңгейде бейіндік және кәсіптік бағдарлы оқу жүйесін құру «Қазақстан Республикасының 2015 жылға дейінгі білім беруді дамыту тұжырымдамасында» көрсетілген [1].

Осыған байланысты Қазақстан республикасы білім беру жүйесінің өзекті мәселелерінің бірі – қазіргі заман талабына сай информатика пәнінің оқытушыларын дайындау. Қазіргі уақытта информатиканы орта мектепте оқыту әдістемесі қарқынды даму үстінде, оның көптеген мәселелері теориялық тұрғыдан негізделуді қажет етеді.

Компьютерлік модельдеу мектеп информатикасындағы іргелі ұғымдардың бірі. Осы ұғымды жеткілікті деңгейде оқушыларға меңгерту үшін болашақ мұғалімдерді арнаулы әдістемелерді пайдалану арқылы баулу қажет. Қазіргі кезде бұл бағытта жасалған ғылыми ізденістер жеткілікті емес. Педагогикалық жоғарғы оқу орындарындағы оқытылатын негізгі информатика курсына, информатиканы оқыту әдістемесі курсына, арнаулы курстарда, осы бағытты тереңдете оқытып, жаңа әдістерді меңгертетін жолдар ұсыну қажеттілігі туындап отыр.

Компьютерлік модельдеуді оқыту жеткілікті дәрежеде әдістемелік шешімі табылмай отырғандығы байқалады. Сонымен бірге ақпараттық технологиялардың кеңінен таралуы мен орасан зор жылдамдықпен дамуы барлық дерлік ғылыми-зерттеу жұмыстарында зерттелетін объектіні модельдеу жұмыстарын өз деңгейінде жүргізуді қажет етуде. Ақпаратты модельдеу түрлерін таңдау мен құру, болашақ информатика пән мұғалімдерінің студенттерінің танымдық пен біліктілік деңгейін арттыруды қажет етуде. Ақпараттарды модельдеу түрлерін таңдаумен құруда студенттердің танымдықпен біліктілік деңгейін, эстетикалық талғамын арттыруға болады.

Компьютерлік модельдеуді оқытуда модельдеу ұғымы кеңінен қолданылады.

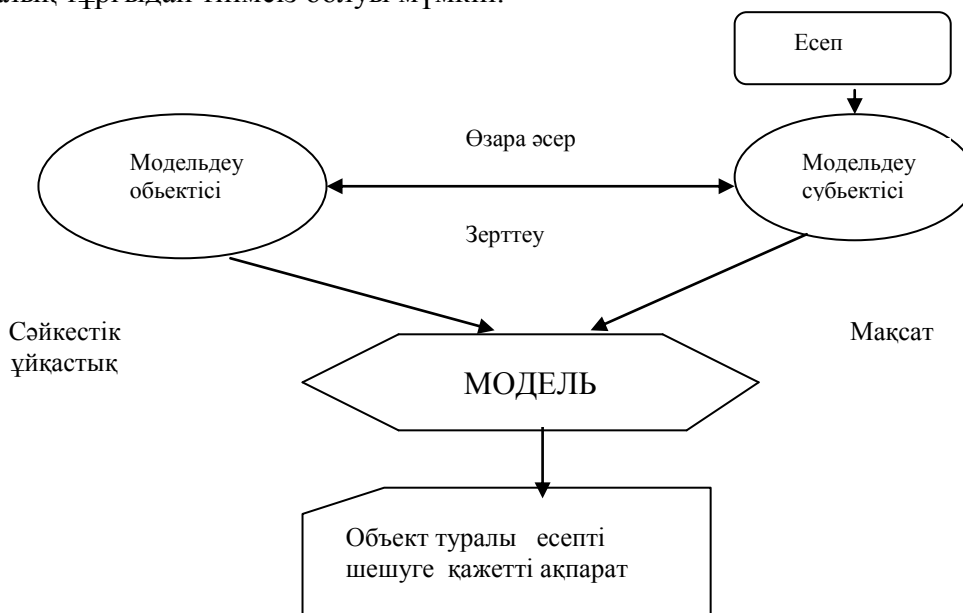
Модель (Model, simulator) - 1) қасиеттері белгілі бір мағынадағы жүйенің немесе процестің қасиеттеріне ұқсас объектілер немесе процестер жүйесі; 2) сериялы бұйымдарды жаппай өндіруге арналған үлгі, эталон; кез-келген бір объекті жұмысы мен процессордың жұмыс істеуін модельдейтін программа немесе құрылғы. Ол

материалдық объект түрінде, математикалық байланыстар жүйесі ретінде немесе құрылымды имитациялайтын программа күйінде құрастырылады да, қарастырылатын объектінің жұмыс істеуін зерттеу үшін қолданылады. Модельге қойылатын негізгі талап - оның қасиеттерінің негізгі объектіге сәйкес келуі, яғни барабар келуі.

Модельдеу (Моделирование; simulation) - кез-келген құбылыстардың, процестердің немесе объект жүйелерінің қасиеттері мен сипаттамаларын зерттеу үшін олардың үлгісін құру (жасау) және талдау; бір немесе жаңадан құрастырылған объектілердің сипатын анықтау немесе айқындау үшін олардың аналогтарында (моделінде) объектілердің әр түрлі табиғатын зерттеу әдісі. Модель төрт деңгейде түпнұсқаның гносеологиялық орынбасары бола алады: 1-элементтер деңгейі, 2-құрылым деңгейі, 3-қалып-күй немесе қызметтік деңгейі, 4-нәтижелер деңгейі. Сипаты бойынша модельдеу материалдық және идеалдық болып бөлінеді. Материалдық модельдеу объектінің геометриялық, физикалық, динамикалық және қызметтік сипатын нақты дәл береді. Идеалдық модельдеуге объектінің ойдағы бейнесі жатады. Ойша модельдеу тіл көмегімен іске асырылады.

"Модель" түсінігі кибернетикада бақыланатын объектілер класын сипаттайтын теорияның моделін белгілеуде жиі қолданылады. Демек, кибернетикада берілген нақты объектінің моделі осы объект туралы теорияның моделі болып табылады. Компьютерлік модельдеу - бұл да оқып үйренетін объекті теориясының модельденуі. Модельдеуші (модель субъектісі) тек адам бола алады. Модельдеу объектісі *табиғи* (есімдік, күн системасы) және адамның ықпалымен құрылып *жасанды* болуы мүмкін.

Модельдеу жүйесі(modeling system) - зерттелетін жүйенің немесе оның элементтерінің математикалық және физикалық аналогтарын құру және талдау. Модельдік тәжірибе зерттеу тәсілі ретінде жүйені жаңғыртуға және зерттеуге мүмкіндік береді, ал зерттелетін жүйеге тікелей тәжірибе жүргізу қиын, немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз болуы мүмкін.



Сурет – 1. Модельдеудің жалпы схемасы

Модель деп қандай да бір заттың кішірейтілген көшірмесін (ұшақ моделі, тұрғын үйлер макеті), математикалық формулаларды, бұрыштан горизонтқа лақтырылған дененің ұшу моделін, іштен жану двигателі жұмысының моделін, бұйымдарды жинау

моделін, құрамы бойынша сөйлем талдау моделін, кандай да бір нәрсенің эталонын (метр эталоны, килограмм эталоны) айтамыз.

Жалпы түрдегі "модель" түсінігі төмендегідей негізде анықталады.

Модель - модельдеу мақсаты тұрғысынан оқып үйренетін объектің/құбылыстың кейбір жақтарын ұқсастырып бейнелейтін жаңа объект.

Модель - объектінің нақты жұмыс істеуіне сәйкестенетін анықталған параметрлер бойынша жұмыс істейтін физикалық/ақпараттық алмастырушысы.

Модельдеудегі ең бастысы модельдеуші объекті мен оның моделі арасындағы өзара ұқсас қатысы болып табылады.

Барлық модельдердің көп бейнелілігі негізінен үш топқа бөлінеді:

- *материалдық (табиғи)* модельдеуші объектінің сыртқы түрін, құрылымын (кристал торлардың модельдері, глобус), жағдайын (ұшақтың радио басқарылымды моделі) бейнелейтін кішірейтілген/ұлғайтылған көшірмелері;

- *бейнеленуші модельдер* (геометриялық нүктелер, математикалық маятник, идеал газ, шексіздік);

- *ақпараттық модельдер* - модельденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде жазылған сипаттамасы (сөздік сипаттау, схемалар, сызбалар, картиналар, суреттер, ғылыми формулалар, бағдарламалар).

Информатика курсына негізінен ақпараттық модельдер қарастырылады.

Ақпараттық модель (Информационная модель; information model)

1) басқару жүйесінде - автоматтандырылған өңдеуге жататын ақпарат айналымының процесін параметрлік ұсыну;

2) мәліметтер базасында-тұтастық шектеулер жиынтығы;

3) мәліметтер құрылымын тудыратын ережелердің, олармен жүргізілетін операциялардың сондай-ақ рұқсат етілетін байланыстар мен мәліметтердің мәнін, олардың өзгерістерінің тізбегін анықтайды;

4) мәліметтер мен олардың арасындағы қатынастарды математикалық және программалық тәсілдермен ұсыну;

5) ақпараттық құрылымдар мен олармен жүргізілетін операцияларды формалдық баяндау.

Ақпараттық модельдердің басқа да ақпарат түрлері сияқты өзіндік тасымалдаушысы болуы керек. Олар қағаз, сынып тақтасы, қабырға-яғни, бірнәрсе жазуға, бейнелеуге болатындай кез-келген бет болуы мүмкін. Бұл тасымалдаушыларда модельдер түрлі "физикалық" тәсілдермен: қалам, бор, бояу, диапроекторлық жарық бейнесі көмегімен жазылады. Біздер жалпы жағдайда ақпараттық модель түсінігінің аясында берілетін мазмұнда түсінеміз. Мысалы, квадраттық теңдеу формуласы қалай және қайда жазылғандығына қарамастан квадраттық теңдеу формуласы болып қала береді.

Модель - бұл:

- нақты объектінің қарапайымдандырылған ұқсасы;
- заттың кішірейтілген/ұлғайтылған түрдегі макеті;
- табиғат пен қоғамдағы кандай да бір процесстің/құбылыстың бейнесі, сипаттамасы және схемасы;

- жұмыс істеуі анықталған параметрлер бойынша нақты объектінің жұмыс істеуіне ұқсас физикалық/ақпараттық аналогы;

- анықталған шараларда түпнұсқа объектінің бізді қызықтыратын қасиеттері мен сипаттамасын алмастыра алатын алмастырушы-объектісі;

- модельдеу мақсаты тұрғысынан оқып үйренетін объектінің/құбылыстың кейбір нақты жақтарын бейнелейтін жаңа объект.

Ақпараттық модель - модельденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде сипатталуы.

Модельдеу — бұл:

- нақты бар объектілердің (заттар, құбылыстар, процестер) модельдерін құру;
- нақты объектіні қолайлы көшірмемен алмастыру;
- таным объектілерін модельдері арқылы зерттеу.

Модельдеу кез-келген мақсатқа бағытталған қызметтің ажырамас бөлігі. Модельдеу танымның негізгі әдістерінің бірі.

Нақты қызметтердегі объект модельдері төмендегі жағдайларға пайдаланылады:

- материалдық заттарды бейнелеу;
- белгілі фактілерді түсіндіру;
- болжамдар құру;
- зерттелінетін объект туралы жаңа білімдер алу;
- болжау;
- басқару және т.с.с [2].

Модельдеу - адамзат мәдениеті мен қоршаған ортаны танудың құралы болып табылады. Компьютерлік моделдеудің оқыту кезеңі келесі түрде көрсетілгендей сызықты мазмұнды құрайды:

- компьютерлік модельдеудің негізгі ұғымдарына түсінік беру, яғни модель, модель түрлері, компьютерлік модельдеу технологиясы деген ұғымдарды қалыптастыру.

- математикалық компьютерлік модельдеу;
- табиғат процестерінде кездесетін құбылыстарды моделдеу (физикалық, экологиялық, биологиялық және т.б.)
- қоғамдық процестерде кездесетін жағдайларды моделдеу (экономикалық, әлеуметтік, құқықтық және т.б.) [3].

Бұл міндет дәрістік сабақтар арқылы жүзеге асырылады.

Компьютерлік модельдеуді оқытудың жалпы мақсаттары:

- әрбір студенттің қызығушылығын ескере отырып оқыту;
- модельдеудің ғылыми әдісі ретінде студенттердің танымдық білімін кеңейту;
- компьютерлік модельдеу әдістерін, болашақта кәсіптік қызметінде пайдалануға баулу;
- студенттердің ойлау қабілеттерін дамыту;
- компьютерлік ғылыми зерттеу әдістерін танымдық құралы ретінде қолданудың іс-әрекетімен таныстыру;
- компьютермен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыру болып табылады;

Компьютерлік модельдеудің маңызды педагогикалық мәселелерінің бірі: студенттердің жүйелік ойлауын дамытады. Үлкен көлемді ақпараттармен жұмыс істеу оны жүйелеуді қажет етеді. Бұл жұмыста компьютер пайдаланушыға тиімді құрал қызметін атқарады да, мәліметтерді жүйелеу пайдаланушының өзіне міндеттеледі [4].

Компьютерлік модельдеудің теориялық және практикалық бөлімдері студенттердің математика, физика, информатика, алгоритмдеу тілінде программалау, объекті бағытталған бағдарламалау негізі т.б. пәндерінен алған білімдеріне жүгінеді.

1. Васильков Ю.В. «Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании» М., "Финансы и статистика", 1999 г.
2. «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке» атты конференцияның мақалалар жинағы, 2005ж.
3. Беркімбаев К.М., Ажиханова Н.Т., Нұрлыбаев А.Н., Ниязова Г.Ж. «Компьютерлік модельдеу негіздері» оқу-әдістемелік құрал. А., «Заң әдебиеті» 2006ж.
4. Калапуша Л.Р. Моделирование в изучение физики. Киев: Рад. Школа, 1982г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПИН-РЕШЕТОЧНОЙ РЕЛАКСАЦИИ ПРОТОНОВ ВОДЫ

(г.Кызылорда, Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата)

Бұл тәжірибелердің нәтижелері көрсеткендей, су күрделі физика-химиялық және нәзік құрылымды қоспа болып табылады, ол көп түрлі және құрамында көптеген газдардың болуынан, температура, қысымнан тәуелді болуы мүмкін. Кейбір қатты және сұйық заттар газды ығыстыра отырып, газды гидраттар құрылымын бұзуы мүмкін, алайда уақыт өтуімен клатраттар құрылымы қайта қалпына келеді немесе жаңа түрде қайта түзіледі, өйткені спиндік-торлық релаксация уақыты бастапқы мәніне жақындайды. Хлорлы натрий немесе калий сияқты тұздарды қосу релаксация уақыттарына айтарлықтай өзгерістер тудырмайды, демек су құрылымына әсер жасамайды. Бірақ, білетініміздей, биологиялық молекулалар мен биологиялық объектілер клатраттық түзілуге едәуір әсер жасауы мүмкін.

Бұл жұмыстың нәтижелері электромагниттік сәуленің судың физика-химиялық қасиеттеріне әсер ету механизмін, оның құрылымына әсерін түсінуге көмектеседі, яғни өзгерістерге ең алдымен биологиялық объектілер сезімтал келеді.

The results of these experiments show, that water is a physico-chemical mix with complex (difficult) and in that time by thin organization of structure, which on all visibility, can be diverse and depends on presence of various gases of temperature, pressure. Some firm or liquid substances also can break structures gas гидратов, superseding gas, though in due course, arise new or the former structures clathrates are restored, as the time of backs - решетоchnой релаксации comes nearer to the initial meanings(importance). The addition of such salts as chloride natrum or kalium does not cause any appreciable changes in times релаксации and, became to be, do not influence structure of water. However, it is known, that the biological molecules and biological objects can rather appreciably influence on clathrate formation.

The results of this job allow to come nearer to understanding of the mechanism of influence of electromagnetic radiation on физико-chemical properties of water, on its(her) structure, to which change the biological objects can be extremely sensitive.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) является мощным современным методом исследования молекул. Связано это с большими успехами в конструировании и создании замечательных ЯМР-спектрометров и новых исследовательских методик на их базе [1] ЯМР является мультипараметрическим методом, способным давать информацию о трехмерной структуре молекулы так же, как рентгеноструктурный анализ (РСА), но имеющий важное преимущество: делать это для растворенных молекул, а не кристаллических, которые требуются для РСА.

Кроме этого ЯМР позволяет получать, времена релаксации: T_1 -время спин-решетоchnой релаксации и T_2 -время спин-спиновой релаксации, которые несут в себе информацию о динамических свойствах исследуемой, о ее связи с другими молекулами, о их коллективном поведении. Это очень важная особенность, поскольку малоэнергетические возмущения могут не изменять геометрических характеристик молекулы, но сильно влиять на межмолекулярные взаимодействия и коллективные свойства, что будет показано дальше при рассмотрении влияния различных физико-химических агентов на свойства воды, в том числе и взаимодействия электромагнитного излучения (ЭМИ). Следует отметить особо, что воздействие самого

метода на исследуемый объект на пять порядков меньше кТ-энергии теплового воздействия.

ЯМР, единственный метод, который позволяет непосредственно следить за молекулами воды, все остальные методы дают опосредованную информацию, которую бывает трудно интерпретировать, поскольку, как будет показано, вода является сложным физико-химическим объектом, свойства которого могут меняться в широких пределах в зависимости от внешних условий.

В нашей работе приведены результаты экспериментов по исследованию тяжелой воды.

Экспериментальная часть. Результаты и их обсуждение.

Свежеприготовленный образец тяжелой воды имеет среднее время спин-решеточной релаксации $T_1=12,48$ сек. (табл.1). После воздействия электромагнитным излучением 55 мин. среднее время спин-решеточной релаксации $T_1=12,02$ сек. Уже через 2 часа время спин-решеточной релаксации T_1 вернулось к своему первоначальному значению. Повторное облучение не привело к видимым эффектам. Поэтому был приготовлен новый образец, содержащий 2,2-диметил-2-силапентан-5-сульфонат натрия (ДСС) $((CH_3)_3SiCH_2CH_2CH_2SO_3Na)$. Это вещество используется в ЯМР спектроскопии как внутренний эталон для того, чтобы относительно него измерять положение исследуемого сигнала в спектре – химический сдвиг. Это вещество не вступает ни в какие реакции и потому не меняет своего положения в спектре ЯМР [2]. Нам нужно было контролировать положение сигнала воды до и после облучения ЭМИ.

Таблица 1 - Времена релаксации тяжелой воды при воздействии ЭМИ

Объект Частота ЭМИ Интенсивность	Среднее время релаксации T_1 , сек	Облученный (55 мин), T_1 , сек	Облученный (2 часа) T_1 , сек
Тяжелая вода 2,45 ГГц 50 мВт/см ²	12,48	12,02	12,48

Оказалось, что сигнал воды сохраняет свое положение неизменным относительно эталона, если температура имеет постоянное значение, что выполнялось, поскольку образцы при измерении термостатировались и температура во всех наших экспериментах составляла 294К. Время спин-решеточной релаксации T_1 , сразу после приготовления образца было 11,52 сек (табл.2). Время релаксации этого образца контролировалось в течении длительного периода. Через 20 дней время спин-решеточной релаксации T_1 стало 29,45 сек. Такое сильное изменение величины времени релаксации, по всей видимости, связано с постепенным проникновением молекул ДСС в газовые гидраты – клатраты, их разрушением и освобождением связанного в них газа, в том числе и кислорода, и выходом его над поверхностью жидкости. Известно, что кислород парамагнитен и поэтому уменьшает время релаксации воды [3].

Таблица 2 - Времена релаксации ДСС при воздействии ЭМИ

Объект Частота ЭМИ Интенсивность	Среднее время релаксации T_1 , сек	Облученный (110 мин), T_1 , сек	Облученный (через 20 дней) T_1 , сек
ДСС 2,45 ГГц 50 мВт/см ²	11,52	11,20	29,45

При выходе кислорода уменьшается его парамагнитное влияние, а кроме того, происходит распад клатратов на более мелкие части, что также приводит к увеличению времени релаксации. Для проверки этого процесса были проделаны эксперименты по дегазированию воды.

Было обнаружено, что облучение изменяет время релаксации образцов. Так например, один из образцов имел начальное время $T_1=13,8$ сек., после 30 мин. облучения – $T_1=13,46$ сек. Другой образец имел начальное время $T_1=13,32$ сек., после воздействия электромагнитным излучением 40 мин. время релаксации стало $T_1=13,01$ сек. В одном из экспериментов были приготовлены 2 образца, содержащие ДСС с примерно одинаковыми начальными T_1 . Назовем один из них К-образец ($T_1=13,3$ сек.), другой С-образец ($T_1=13,05$ сек.). Мы ожидали, что через несколько дней начнется процесс увеличения T_1 в обоих образцах, но один из них будет подвергаться облучению, а другой нет. Образец К облучали 17 мин., сразу после облучения T_1 оказалось неизменным. Как мы и ожидали, через 9 суток произошло значительное повышение T_1 , для К оно составило 18,9 сек., для С-18,3 сек. Образец К подвергли повторному облучению в течении 15 мин. Еще через неделю T_1 для К стало 27,5 сек., а для С-23,5 сек. Через трое суток время релаксации стало уменьшаться – для К оно составило 24,5 сек., а для С-18,45 сек.

Итак можем заключить, что основное действие ЭМИ проявляется в небольшом, но хорошо регистрируемой уменьшении времени релаксации, что можно трактовать как увеличение концентрации доли воды, участвующей в газовых гидратах, как структуризацию воды. Это может быть связано с некоторым увеличением числа газовых клатратов. С другой стороны, последний из описанных экспериментов позволяет думать, что во время какого-либо процесса, изменяющего время релаксации, ЭМИ помогает процессам идти в том же направлении и приводит к более сильным последствиям, что ясно при рассмотрении времен релаксации в последнем эксперименте для облученного и не облученного образцов. Так разница между начальными временами релаксации облученного и необлученного образцов составляет всего 0,25 сек. В момент наивысших значений T_1 эта разница увеличивается до 4 сек., а в момент уменьшении времен релаксации она достигает 6 сек. Следует отметить, что в кинетических экспериментах воздействие ЭМИ проявляется значительно сильнее, чем в стационарных. Поэтому следует ожидать, что в биологических экспериментах действие ЭМИ должно проявляться лучше, поскольку почти все биологические эксперименты имеют кинетический, нестационарный характер.

При дегазировании водных образцов мы преследовали цель вытеснить растворенный кислород воздуха. Поэтому свои эксперименты начали с простого замещения растворенного в воде газа на инертные – аргон и гелий, путем длительного (100 – 200 мин.) барботажа.

Например, один из образцов, имевший первоначальное время релаксации около 14 сек., сразу после 2-х часового барботажа аргоном имел $T_1=21,3$ сек. Через 3 дня T_1 еще возросло и стало 27,93 сек. Интенсивное взбалтывание образца привело к заметному уменьшению T_1 до 19,5 сек. Однако через сутки T_1 возросло и стало 23,28 сек., но своего наивысшего значения оно не достигло, а еще через некоторое время упало до 19 сек., и на этом уровне держалось длительное время (недели).

Аналогичный эксперимент проведен при замещении гелием. Начальное время релаксации образца было 12,7 сек., после 30 мин., барботажа стало 23,4 сек. Такие эксперименты повторялись много раз и каждый раз давали аналогичный результат.

Таким образом, мы доказали, что замещение воздуха, который может создавать клатраты, на аргон и гелий, приводит к их разрушению, вытеснению кислорода и как следствие- увеличению времени релаксации.

Чтобы вообще освободиться от наличия клатратов в наших образцах мы применяли вакуумную откачку непосредственно из измерительной ампулы. Вот, например, результаты типичного эксперимента, которых проведено достаточно, чтобы увидеть описанную закономерность. Перед откачкой время релаксации составляло 14,2 сек., сразу после откачки-26,46 сек. Через 4 суток после откачки время стало 36,5 сек. Сразу после энергичного взбалтывания $T_1=12,91$ сек., через 16 часов – 19,4 сек., а еще через 3 суток - 25 сек. Затем медленное уменьшение значений T_1 до 15 сек. Повторное откачивание этого образца увеличило T_1 до 20 сек., но затем, через 3 суток, оно стало опять порядка 15 сек. Откачивание образцов, предварительно замещенных аргоном, не приводило к дополнительному существенному увеличению времен релаксации. Предварительно выяснилось, что силиконовая резина, используемая нами как соединяющая трубка с вакуумной системой и как затвор, после откачки начинает пропускать воздух, а также пары H_2O , которые постоянно присутствуют в воздухе, так что вакуум падает через несколько часов после откачки.

Результаты этих экспериментов, на наш взгляд, легко объяснимы. Откачка убирает растворенный газ в течении нескольких минут. Это можно доказать следующим образом. Произвести откачку измерительной ампулы, закрыть доступ воздуха, пережав затвор из силиконовой резины у основания ампулы, запустить обычную не дегазированную воду в затвор, надежно закрыть его, а затем приоткрыть доступ в ампулу. Вода с большей скоростью устремится в ампулу из затвора. Время релаксации в этом случае изменяется с 12 до 20 сек., а повторные измерения через 12-15 час., дают $T_1=31$ сек.

Быстрые изменения T_1 связаны с эвакуацией одной части растворенного газа – слабо связанной с молекулами воды. В течение же продолжительного времени происходит медленная диффузия газа в вакуумное пространство измерительной ампулы над поверхностью воды. Таким образом, в воде существует как минимум две различные клатратные структуры с более прочной и менее прочной упаковкой газа, что согласуется с результатами других исследователей [4].

Таким образом результаты этих экспериментов показывают, что вода является сложной физико-химической смесью со сложной и в то время тонкой организацией структуры, которая, по всей видимости, может быть многообразна и зависеть от наличия различных газов, температуры, давления. Некоторые твердые или жидкие вещества (например, ДСС) также могут нарушать структуру газовых гидратов, вытесняя газ, хотя со временем, возникают новые или восстанавливаются прежние структуры клатратов, поскольку T_1 приближается к своим первоначальным значениям. Добавление таких солей как хлористый натрий или калий не вызывает каких-либо заметных изменений во временах релаксации и, стало быть, не влияют на структуру воды. Однако, известно, что биологические молекулы и биологические объекты могут весьма заметно влиять на клатратообразование [5].

1. Эрнст, Р., Боденхаузен, Дж., Вокаун Дж. ЯМР в одном и двух измерениях. М., 1990.
2. Бови Ф.А. ЯМР высокого разрешения макромолекул. М., 1977.
3. Дж. Эмсли., Дж. Финей., Сатклиф Л. Спектроскопия ЯМР высокого разрешения. Т.1. М., 1969.
4. Бык С.Ш., Фомина В.И. Газовые гидраты. В сб. Итоги науки, сер. Химия. М., 1979.
5. Родин В.В. Образование клатратов ксенона и состояние воды в бактериальных суспензиях по данным метода ЯМР. (кан. дис.) Оболенск. 1984.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

(г.Алматы, КазНУ им аль-Фараби)

Ағылшын экономикасының өсуі және көп кісілердің саяси өкіметі артынан ағылшын тілі жетістік және кәсіпкерліктің тілі болатынын болжайды. Ағылшын тілінің білімі кәсіби мансапқа және өмірде пайда әкеледі. Ағылшын тілі жеңіл грамматикасы бар, қиын тілдің бірі болып көрінеді. Оқу барысын күшейтуге мүмкіндік бере отырып, оқыту әдістерін қызықты нұсқаулардан әбден жетілуге және дамытудағы бірі, сөз жоқ, компьютер техниканың төңірегіндегі және өткен жылдар жарылысты сипаттар алып жүретін технологияның қолдану табыстары. Солардың бірі - автоматты оқу жүйелері. Автоматты оқу жүйелері бірнеше түрлерде болады: мәлімет, көмек, бақылау, үйрену, т.б. Кейбір АОЖ үйренуші деп аталатын жеке элементтері бар жұмыс үшін арналған; басқасы автоматты оқу курстарын ұсынады

Due to the growth of English economy and political power many people predict that English language will be the language of the success and business. Knowing English will benefit your professional carrier and life. Of course English appears as one of the most difficult language with easy grammar. One of the most interesting directions in perfection and development of methods of the teaching, allowing to intensify training process, undoubtedly, use of achievements in the field of computer technics and the technology is, which last years carry explosion character. One of them - The automated training systems. The automated training systems happen several types: information, help, supervising, training, combined. Some ATS are intended for work with so-called «separate elements of training» (they promote mastering of separate themes, texts, etc.); others represent the automated training courses.

Использование новых процессоров, открывающих широкие возможности обработки текстовой, звуковой и графической информации, не только позволяет искать новые подходы в области создания и использования компьютерных обучающих программ по ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКУ, но и говорить о создании компьютерных обучающих систем. По сути, использование средств мультимедиа,¹⁾ в сочетании с возможностями ряда уже существующих лингвистических процессоров (ЛП) позволяет осуществить новый концептуальный подход при создании обучающих программных продуктов по ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКУ. Новизна заключается в том, что мы можем в достаточно полном объеме оперировать понятием комплексности и системности в обучении с помощью компьютера, поскольку открывается возможность создания не просто обучающих компьютерных программ, покрывающих отдельные грамматические или иные аспекты языка и при этом ограниченных узкими рамками жестко встроенной не изменяемой пользователем базы данных, а обучающих систем, охватывающих язык как единое целое и позволяющих вести обучение в интерактивном режиме с активным использованием средств мультимедиа в учебных целях (Егоров, Кедрова, 94).

Подобный подход к языку как единому целому, обеспечивающий учет морфологических, синтаксических и семантических связей, уже реализован в ряде систем машинного перевода (СМП), таких как ABBYLINGVO, PROMT, STYLUS, СПРИНТ, АСПЕРА. Такой подход может служить достаточно надежной основой при создании современных автоматизированных, сочетающих в себе широкие возможности

средств мультимедиа для комплексного обучения видам речевой деятельности, обучающих систем (АОС), предназначенных для обучения языку.

Современная АОС понимается как высокоорганизованная многофункциональная (Пиотровский, 1990).обучающая система, сочетающая в себе возможности ряда автоматизированных систем обработки текста (Грязнухина, Дарчук, 1990, Королев, 1991, Partridge, Wilks, 1990, Smith, 1990) и некоторые элементы автоматизированных систем обработки речи (Королев, 1991, Кюннап, 1989, Марчук, 1991, Молдокулова, Трунин-Донской, 1989, Gerwen, 1991, Hutchins, 1993, Loritz, 1991), предполагающая использование в максимальной степени технических возможностей компьютера и средств мультимедиа в интерактивном режиме, способная служить основным средством обучения, с помощью которого могут быть реализованы практические и общеобразовательные цели обучения.

Современная АОС, в отличие от создававшихся ранее обучающих программ по обучению языку, при условии базирования на (ЛП), подобном СМП, позволяет подходить к решению методических и лингвистических задач на более высоком "интеллектуальном" уровне. Традиционные программы строились на основе использования единого алгоритма, позволяющего учащемуся на поставленный вопрос дать лишь один ответ, жестко зафиксированный авторами в качестве правильного. Это приводило к тому, что, например, изменение учащимся порядка слов в предложении при ответе, вполне приемлемое с точки зрения языка, признавалось ошибкой, поскольку на программном уровне оно могло быть не учтено. Аналогично, синонимические замены приравнивались к ошибке и т.д. Это вело к тому, что авторы должны были выискивать такие примеры, которые не предполагали бы наличия нескольких возможных ответов.

Конечно, нельзя утверждать, что подобные алгоритмы абсолютно не приемлемы, но следует заметить, что они существенно сужают подход к языковым явлениям, значительно снижая творческие возможности обучения и ограничивая возможности учащегося при выходе в речь.

Алгоритмы, подобные используемым в СМП, допускают вариативность ответов, что наиболее значимо, скорее всего, даже не на уровне слова, а на уровне высказывания.

На сегодняшний день, естественно, невозможно говорить о полной замене старых алгоритмов новыми, но их совместное использование в виде единого комплекса вполне оправдано.

Наибольший интерес при разработке АОС нового типа представляет начальный этап обучения, поскольку он наименее вариативен и менее динамичен стилистически, менее подвержен таким трудно поддающимся машинной обработке явлениям, как омонимия. Следовательно, именно на этом этапе обучения лингвистический процессор, использующий принцип СМП, даст наиболее корректные результаты. Кроме того, именно на этом этапе у учащихся начинают формироваться основные речевые навыки.

Использование в АОС лингвистического процессора, аналогичного СМП, позволяет решить ряд задач, которые ранее казались неразрешимыми:

Ввод любого нового текста в качестве учебного.

Перевод английского текста на др. язык (например, казахский, русский).

Получение информации о любом слове, присутствующем в тексте.

Получение информации о сочетаемости слов.

Использование синонимов и синонимичных конструкций.

Контроль за корректностью графического воспроизведения учащимся английского слова (контроль за орфографией).

Грамматический, морфологический и синтаксический контроль в конструкциях, продуцируемых учащимся.

Это возможно благодаря автоматической обработке текста с помощью лингвистического процессора. Под обработкой текста подразумеваются следующие операции:

- 1) анализ английского текста урока;
- 2) синтез английских текстовых структур.

Первая операция включает в себя следующее:

- анализ синтаксических структур текста;
- лексический анализ;
- грамматический и морфологический анализ;
- семантизация лексики.

Вторая операция (синтез) включает в себя 3 основных этапа:

- 1) ввод результатов анализа английского текста (или его фрагментов);
- 2) синтез казахского, русского текста, адекватного исходному английскому;
- 3) вывод результатов синтеза английского текста на экран.

Таким образом, современная АОС понимается как система с высокими смыслоразличительными способностями, основанная на использовании принципов лингвистического анализа и синтеза, применяемых в СМП, таких как TRANSLATE.RU, АСПЕРА (Автоматизированная Система Перевода с русского языка на Английский), разрабатываемая под руководством Э.И.Королева (Королев, 1991).

Лингвистический анализ, проводимый при анализе английского текста, включает автоматизированный морфологический и синтаксический анализ исходного английского текста. При синтезе иноязычного текста осуществляется трансфер, синтаксический и морфологический синтез текста на выходном языке (русском, казахском).

Задачей этапа синтаксического синтеза является построение такой фразы на английском языке, которая была бы понятна пользователю.

Входной информацией для синтаксического синтеза является семантико-синтаксическая структура, полученная на этапе анализа.

Результаты перевода выводятся на экран в виде подстрочного перевода для каждого отдельного предложения исходного английского текста урока. Он может быть также выведен в виде единой текстовой структуры с учетом текстовой структуры исходного текста. Для обеспечения корректного анализа и синтеза текста необходимо наличие в системе словарей большого объема, подобных словарям ABBYLINGVO, PROMT, АСПЕРЫ. В словарь вносятся слова в виде квазиоснов и словосочетания в декларативной форме, а также формируется словарная статья, описывающая их. Работа словарей поддерживается соответствующими грамматическими и лексико-семантическими списками.

Подобный словарь выполняет следующие функции:

- автоматический словарь-справочник,
- обеспечение лексико-грамматической базы данных системы,
- обеспечение анализа английского текста и синтеза русского, казахского текста.

Использование СМП, таких как ABBYLINGVO, PROMT, АСПЕРА, в качестве прототипа для АОС по ОБУЧЕНИЮ ЯЗЫКУ позволяет приблизиться к решению проблемы пополнения обучающей системы без привлечения искусственного языка. Поскольку мощные словарные и грамматические базы данных, подобные базе данных СМП ABBYLINGVO, PROMT, АСПЕРА, способны обеспечить анализ новых текстов, вводимых самим пользователем, а также синтез иноязычного эквивалента.

АОС, использующие возможности СМП, обладают рядом преимуществ как перед обучающими компьютерными программами, так и перед традиционными печатными учебниками. Во-первых, это мощный банк данных, способный вместить в себя несколько традиционных учебников, словарей и справочников. Во-вторых, моментальный доступ к любой имеющейся в банке данных информации. В-третьих, комбинированное сочетание текста, графики (включая и динамичную форму - анимацию) и звука. В-четвертых, возможность адекватно оценивать ответы учащегося с помощью программных средств даже в условиях, когда допущены синонимические замены. А также ряд других возможностей, среди которых особо отметим возможность использования АОС как в режиме полной автономности, так и в сочетании с другими учебными пособиями.

ЛП, подобные СМП ABBYLINGVO, PROMT, АСПЕРА, позволяют достичь этого в АОС благодаря:

1) наличию в системе автоматизированного двуязычного словаря, не только покрывающего весь лексический объем уже имеющихся текстов, но и позволяющего вводить новые тексты;

2) наличию в системе мощной грамматической и лексико-семантической базы данных;

3) высокой "интеллектуальности", основанной на использовании современных лингвистических анализаторов и синтезаторов.

В заключение, следует отметить, что применение ряда принципов СМП и других лингвистических процессоров, таких как автоматизированные системы обработки текста и речи, при разработке новых АОС способно разрешить такую проблему, как фундаментальность и гибкость АОС, а, значит, и существенно повлиять на качество обучения языку.

1. Грязнухина Т.А., Дарчук Н.П. Синтаксический анализ в системе автоматической обработки научных текстов// Актуал. пробл. компьютер.лингв./ Тез. докл. Всес. конф./ Тарту, 29-31 мая 1990 г. - Тарту - 1990. - С.41-42.
2. Егоров А.М., Кедрова Г.Е. Применение компьютерных multimedia технологий в филологическом образовании: новые подходы - новые перспективы.// Вестник МГУ, Сер.9 фил. - 1994 - N3 - С.37-44.
3. Королев Э.И. Промышленные системы машинного перевода. - М.: ВЦП. - 1991.
4. Кюннап Э. Автоматическое распознавание речи. - Таллинн: Ин-т кибернетики АН Эстонии - 1989. - 108с.
5. Марчук Ю.Н. Актуальные проблемы анализа и синтеза речи// НТИ/ Сер.2. - 1991. - N4. - С.23-25.
6. Молдокулова Н.В., Трунин-Донской В.Н. Лингво-акустические проблемы создания системы распознавания слитной речи на ЭВМ. - Фрунзе: Илим. - 1989. - 136с.
7. Пиотровский Р.Г. Лингвистический автомат и искусственный интеллект. Лингвистические проблемы искусственного интеллекта. Тезисы VI симпозиума, апрель 1990 - Ленинград: ВНТО радиотехники, электроники и связи. - 1990. - с.27.
8. Partridge D., Wilks Y., eds. The Foundations of Artificial Intelligence: A Coursebook. - Cambridge, UK: Cambridge University Press. - 1990. - 498p.
9. Smith P.D. An Introduction to Text Processing. - Cambridge, MA: The MIT Press. - 1990. - 300p.
10. Gerwen R.P. Automatic Text-to-Speech Conversion for Spanish. - Nijmegen - 1991. - 115p.
11. Hutchins W.J. An Introduction to Machine Translation. // Computational Linguistics - 1993 - N2 - Pp.383-400.
12. Loritz D. Voice Recognition Technology for Machine Translation// ЭВМиперевод. - М.:ВЦП. - 1991.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ WORDNET В ОБУЧЕНИИ ЯЗЫКА

(г.Алматы, КазНУ им аль-Фараби)

WordNet-ағылшын тілін үйрену үшін семантикалық желі құралы, Принстон университетінде игерілген және топтамасыз, еркін лицензиясыз программалық қамтамаумен шыққан болатын. Семантикалық желі - білімнің белгіленіп бағдарланған граф түріндегі ұсынылу тәсілі. Оның төбелері ұғымға, объектіге, әрекетке, жағдайға немесе күрделі қатынастарға сәйкес келсе, доғалары қасиеттеріне немесе қарапайым қатынастарға сәйкес келеді. Объекттермен ұғым, оқиға, қасиет, процесстер бола алады. Сайып келгенде, семантикалық желі білімдердің ұсынысының әдісінің бірі болып табылады.

WordNet is a semantic network for the English language, developed in Princeton university, and let out together with the accompanying software under the free unsaved license. Semantic network — the information model of the subject domain which are looking like the focused count, which top correspond to objects of subject domain, and arches (edge) set relations between them. Concepts, events, properties, processes can be objects. Thus, the semantic network is one of ways of representation of knowledge.

За основу материала взят частотный словарь словарной базы WordNet 3.0. WordNet — это семантическая сеть для английского языка, разработанная в Принстонском университете, и выпущенная вместе с сопутствующим программным обеспечением под некопиленфтной свободной лицензией.

Семант́ическая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (рёбра) задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы. Таким образом, семантическая сеть является одним из способов представления знаний. В названии соединены термины из двух наук: семантика в языкознании изучает смысл единиц языка, а сеть в математике представляет собой разновидность графа — набора вершин, соединённых дугами (рёбрами). В семантической сети роль вершин выполняют понятия базы знаний, а дуги (причем направленные) задают отношения между ними. Таким образом, семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений.

Компьютерные семантические сети были детально разработаны Ричардом Риченсом в 1956 году в рамках проекта Кембриджского центра изучения языка по машинному переводу. Процесс машинного перевода подразделяется на 2 части: перевод исходного текста в промежуточную форму представления, а затем эта промежуточная форма транслируется на нужный язык. Такой промежуточной формой как раз и были семантические сети. В 1961 г. появилась работа Мастермана, в которой он, в частности, определял базовый словарь для 15000 понятий.

Словарь состоит из 4 сетей для основных знаменательных частей речи: существительных, глаголов, прилагательных и наречий. Базовой словарной единицей в WordNet является не отдельное слово, а так называемый синонимический ряд («синсеты»), объединяющий слова со схожим значением и по сути своей являющимися узлами сети. Для удобства использования словаря человеком каждый синсет дополнен дефиницией и примерами употребления слов в контексте. Слово или словосочетание может появляться более чем в одном синсете и иметь более одной категории части

речи. Каждый синсет содержит список синонимов или синонимичных словосочетаний и указатели, описывающие отношения между ним и другими синсетами. Слова, имеющие несколько значений, включаются в несколько синсетов и могут быть причислены к различным синтаксическим и лексическим классам.

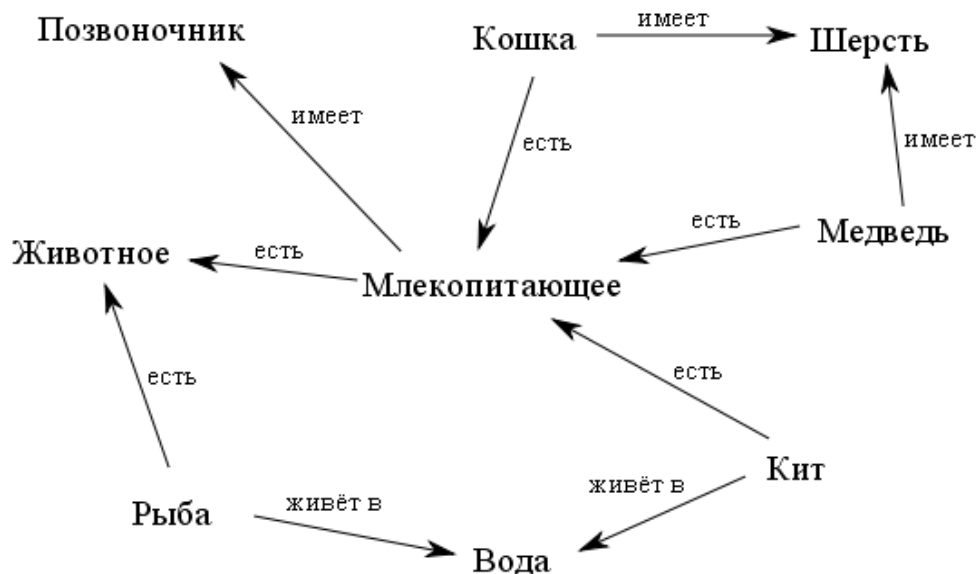


Рисунок 1. Пример семантической сети

Синсеты в WordNet связаны между собой различными семантическими отношениями:

- гипероним (breakfast → meal) – слово с более широким значением, выражающее общее, родовое понятие, название класса (множества) предметов (свойств, признаков);
- гипоним (meal → lunch) – слово с более узким значением, называющее предмет (свойство, признак) как элемент класса (множества);
- has-member (faculty → professor);
- member-of (pilot → crew);
- мероним: has-part (table → leg) – понятие, в отношении к другому понятию, выражающее его составную часть;
- антоним (leader → follower).

Также, существуют различные другие связи: лексические, антонимические, контекстные (слово 'x' имеет отношение к слову 'y') и другими. Среди них особую роль играет гипонимия: она позволяет организовывать синсеты в виде семантических сетей. Для разных частей речи родовидовые отношения могут иметь дополнительные характеристики и различаться областью охвата.

В состав WordNet 3.0 входит 207016 значений (senses), в том числе:

- 117097 существительных (nouns) (81426 synsets, 145104 senses)
- 11488 глаголов (verbs) (13650 synsets, 24890 senses)
- 22141 прилагательных (adjectives) (18877 synsets, 31302 senses,)
- 4601 наречий (adverbs) (3644 synsets, 5720 senses)

Как видно из аналитического обзора, для освоения чтения и развития разговорных навыков на бытовом уровне достаточно 2000-3000 слов, то из всей базы WordNet я сделал выборку, состоящую из примерно 2500 наиболее употребляемых слов. Выборка производилась из двух таблиц: wn3_s (набор синсетов) и wn3_g (описания к синсетам). В целом, вся система WordNet состоит из нескольких различных таблиц, в которых

данные сгруппированы по определенным принципам. При этом таблицы связаны между собой.

Структура выбранных двух таблиц показана ниже.

Таблица 1 – Структура таблицы wn3_s

Имя поля	Тип данных	Описание
synset_id	integer	идентификационный номер синсета
word_num	integer	номер слова в синсете
word	varchar(128)	само слово
ss_type	char(1)	часть речи
sense_num	integer	номер значения слова
tag_count	integer	частота встречаемости в наборе текстов

Таблица 2 – Структура таблицы wn3_g

Имя поля	Тип данных	Описание
synset_id	integer	идентификационный номер синсета
gloss	varchar(512)	описание синсета с примерами

Результаты упорядочены по частоте по убыванию.

Код запроса и вставки выглядит следующим образом:

```
Insertinto Words (synset_id, word_num, Word, ss_type, sense_num, tag_count,
description)SELECT WordNet.dbo.wn3_s.synset_id, WordNet.dbo.wn3_s.w_num,
WordNet.dbo.wn3_s.word, WordNet.dbo.wn3_s.ss_type, WordNet.dbo.wn3_s.sense_number,
WordNet.dbo.wn3_s.tag_count, WordNet.dbo.wn3_g.gloss
FROM WordNet.dbo.wn3_s INNERJOIN
WordNet.dbo.wn3_g ON WordNet.dbo.wn3_s.synset_id =
WordNet.dbo.wn3_g.synset_id WHERE(WordNet.dbo.wn3_s.tag_count > 17)
ORDERBY WordNet.dbo.wn3_s.tag_count DESC
```

	synset_id	w_num	word	ss_type	sense_number	tag_co...	gloss
1	202604760	1	be	v	1	10742	have the quality of being; (copula, used with an adje...
2	100007846	1	person	n	1	6833	a human being; "there was too much for one person...
3	202616386	1	be	v	2	3019	be identical to; be someone or something; "The pres...
4	201009240	2	say	v	1	1861	express in words; "He said that he wanted to marry ...
5	400024073	1	not	r	1	1837	negation of a word or group of words; "he does not ...
6	100031264	1	group	n	1	1345	any number of entities (members) considered as a unit
7	202203362	1	have	v	1	1202	have or possess, either in a concrete or an abstract ...
8	100027167	1	location	n	1	992	a point or extent in space
9	202655135	1	be	v	3	901	occupy a certain position or area; be somewhere; "...
10	110287213	1	man	n	1	749	an adult person who is male (as opposed to a woma...
11	202603299	2	be	v	1	701	have an existence, be extant; "Is there a God?"

Рисунок 2. Результат SQL-запроса

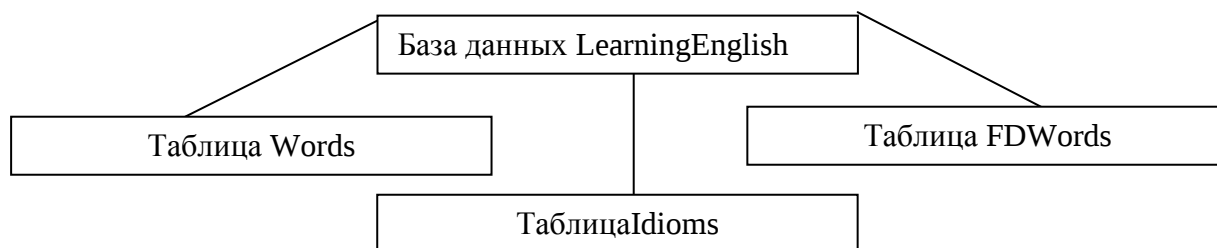


Рисунок 3. Структура базы данных

Таблица 3 – Структура таблицы Words

Имя поля	Тип данных	Описание
synset_id	integer	идентификационный номер синсета
word_num	integer	номер слова в синсете
word	varchar(128)	само слово
translation	varchar(128)	перевод
ss_type	char(1)	часть речи
sense_num	integer	номер значения слова
tag_count	integer	частота встречаемости в наборе текстов
description	varchar(512)	описание синсета с примерами
picture	image	изображение к слову

Таблица Words содержит основной материал для изучения. Она является самой большой по числу полей в базе данных.

В таблицу FDWords (FrequencyDictionary'sWords) заносятся слова, полученные в результате частотного анализа текста. То есть наиболее часто встречающиеся слова в тексте, который пользователю необходимо прочитать в ближайшее время.

Таблица 4 – Структура таблицы FDWords

Имя поля	Тип данных	Описание
word	varchar(128)	само слово
translation	varchar(128)	перевод
tag_count	integer	частота встречаемости в тексте

Таблица Idioms содержит всего 2 поля: словосочетание (идиому) и перевод.

1. Н.М. Амосов, А.М. Касаткин, Л.М. Касаткина, С.А. Талаев Автоматы и разумное поведение. Опыт моделирования. - Киев: "Наукова думка", 1973. -261с.
2. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы /Амосов Н. М., Байдык Т.Н.,Гольцев А.Д., Касаткин А.М., Касаткина Л.М., Куссуль Э.М., Рачков-ский Д.А.; Под ред. Амосова Н.М. : АН УССР Ин-т кибернетики. - Киев : Наук. Думка,1991.-272с. - ISBN 5-12-002344-4
3. Страница разработчика. <http://www.icfct.kiev.ua/amosov/>
4. Пример программы реализующей сеть близкую по структуре <http://olegnabatov.narod.ru/>

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА И КОЭФФИЦИЕНТА ПРИ МЛАДШЕМ ЧЛЕНЕ

(Кыргызская Республика, г. Бишкек,
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова)

Жұмыста корек функциясы мен ең кіші мүшедегі коэффициентті идентификациялау есебі қарастырылады. Ең кіші мүше коэффициенті кеңістіктік айнымалының біреуінен тәуелсіз. Қосымша шарт ізделінді коэффициент тәуелсіз айнымалыға ортогоналды жазықтықта беріледі.

In of function of a source and factor is considered at a younger member which don't depend on one of spatial variables. The additional condition is set on a plane, an orthogonal that variable on which the required factor doesn't depend.

В этой работе рассматривается задача идентификации функции источника и коэффициента при младшем члене, которые не зависят от одной из пространственных переменных. Дополнительное условие задается на плоскости, ортогональной той переменной, от которой искомый коэффициент не зависит. Обратные задачи для дифференциальных уравнений третьего порядков изучены в работах [1,2].

Рассмотрим в области D_T задачу Гурса

$$u_t = (u_t + u)_{xx} + (u_t + u)_{zz} + q_1(x,t)u + q_2(x,t)h(x,z,t), \quad (x,z,t) \in D_T, \quad (1)$$

$$u(x,z,0) = u_0(x,z), \quad (x,z) \in \bar{D}, \quad (2)$$

$$u(0,z,t) = \varphi_1(z,t), \quad u_x(0,z,t) = \varphi_2(z,t), \quad (z,t) \in \bar{Q}_T. \quad (3)$$

Здесь $u_0(x,z)$, $h(x,z,t)$, $\varphi_i(z,t)$, $i=1,2$ - действительные заданные функции.

ЗАДАЧА 1. Требуется найти тройку функций $\{u(x,z,t), q_1(x,t), q_2(x,t)\}$ из соотношений (1)-(3), если она удовлетворяют следующим условиям переопределения

$$u(x,0,t) = f_1(x,t), \quad u_z(x,0,t) = f_2(x,t), \quad (x,t) \in \bar{I}_T \quad (4)$$

Будем считать, что выполнены условия согласования

$$\begin{aligned} u_0(0,z) &= \varphi_1(z,0), & u_{0x}(0,z) &= \varphi_2(z,0), \\ u_0(x,0) &= f_1(x,0), & u_{0z}(x,0) &= f_2(x,0), \\ \varphi_1(0,t) &= f_1(0,t), & \varphi_{1z}(0,t) &= f_2(0,t), \\ \varphi_{2z}(0,t) &= f_{1x}(0,t), & \varphi_{2z}(0,t) &= f_{2x}(l,t). \end{aligned} \quad (5)$$

Пусть выполняется соотношение

$$|f_1(x,t)h_z(x,0,t) - f_2(x,t)h(x,0,t)| \geq \alpha > 0, \quad \alpha - const. \quad (6)$$

Теорема 1. Пусть функции $\varphi_j(z,t) \in C(\bar{Q}_T)$, $j=1,2$, $u_0(x,z) \in C^2(\bar{D})$ абсолютно интегрируемы со всеми производными вплоть до второго порядка на Q_T и $\bar{D}$ соответственно и для функций u_0 , φ_1 , φ_2 , f выполнены условия согласования (5), кроме того, $f \in C^{(2,1)}(\bar{I}_T)$, $f(x,t) \neq 0$ на $\bar{I}_T$. Тогда существует единственное решение обратной задачи (4).

Доказательство. Для доказательства теоремы сначала приведем задачу (1)-(4) к некоторой вспомогательной задаче.

Положив $z = 0$ в (1), и учитывая (4), получим

$$\begin{aligned} f_{1t}(x,t) &= (f_{1t}(x,t) + f_1(x,t))_{xx} + \\ &+ (u_t + u)_{zz}(x,0,t) + q_1(x,t)f_1(x,t) + q_2(x,t)h(x,0,t). \end{aligned} \quad (7)$$

Продифференцируем уравнение (1) по z , положим $z = 0$, учитывая (4), получим

$$\begin{aligned} f_{2t}(x,t) &= (f_{2t}(x,t) + f_2(x,t))_{xx} + \\ &+ (u_t + u)_{zzz}(x,0,t) + q_1(x,t)f_2(x,t) + q_2(x,t)h_z(x,0,t). \end{aligned} \quad (8)$$

Из (7), (8) находим

$$q_1(x,t) = A_1(x,t) + A_2(x,t)(u_t + u)_{zz}(x,0,t) + A_3(x,t)(u_t + u)_{zzz}(x,0,t), \quad (9)$$

$$q_2(x,t) = B_1(x,t) + B_2(x,t)(u_t + u)_{zz}(x,0,t) + B_3(x,t)(u_t + u)_{zzz}(x,0,t). \quad (10)$$

Здесь

$$A_1(x,t) = \frac{h_z(x,0,t)(f_{1t} - (f_{1t} + f_1)_{xx}) - h(x,0,t)(f_{2t} - (f_{2t} + f_2)_{xx})}{\Delta},$$

$$A_2(x,t) = -\frac{h_z(x,0,t)}{\Delta}, \quad A_3(x,t) = \frac{h(x,0,t)}{\Delta},$$

$$B_1(x,t) = \frac{f_1(x,t)(f_{2t} - (f_{2t} + f_2)_{xx}) - f_2(x,t)(f_{1t} - (f_{1t} + f_1)_{xx})}{\Delta},$$

$$B_2(x,t) = \frac{f_2(x,t)}{\Delta}, \quad B_3(x,t) = -\frac{f_1(x,t)}{\Delta}, \quad \Delta = f_1(x,t)h_z(x,0,t) - f_2(x,t)h(x,0,t)$$

- известные функции.

Учитывая выражения для функций $q_1(x,t)$, $q_2(x,t)$, приходим к задаче

$$\begin{aligned} u_t &= (u_t + u)_{xx} + (u_t + u)_{zz} + A_1(x,t)u(x,z,t) + A_2(x,t)(u_t + u)_{zz}(x,0,t)u(x,z,t) + \\ &+ A_3(x,t)(u_t + u)_{zzz}(x,0,t)u(x,z,t) + B_1(x,t)h(x,z,t) + \\ &+ B_2(x,t)(u_t + u)_{zz}(x,0,t)h(x,z,t) + B_3(x,t)(u_t + u)_{zzz}(x,0,t)h(x,z,t), \end{aligned} \quad (11)$$

$$u(x,z,0) = u_0(x,z), \quad (x,z) \in \bar{D}, \quad (12)$$

$$u(0,z,t) = \varphi_1(z,t), \quad u_x(0,z,t) = \varphi_2(z,t), \quad (z,t) \in \bar{Q}_T. \quad (13)$$

Таким образом, получили задачу Гурса для нагруженного псевдопараболического уравнения третьего порядка. С другой стороны, применив преобразование Фурье по переменной z , из (1)-(3) получаем

$$w_t = (w_t + w)_{xx} - y^2(w_t + w) + q_1(x,t)w + q_2(x,t)\tilde{h}(x,y,t) \quad (14)$$

$$w(x,y,0) = w_0(x,y), \quad (15)$$

$$w(0,y,t) = g_1(y,t), \quad w_x(0,y,t) = g_2(y,t), \quad (16)$$

где

$$w(x,y,t) = \frac{1}{2\pi} \int_R u(x,z,t) e^{-izy} dz,$$

$$\tilde{h}(x,y,t) = \frac{1}{2\pi} \int_R h(x,z,t) e^{-izy} dz,$$

$$g_j(y, t) = \frac{1}{2\pi} \int_R \phi_j(z, t) e^{-izy} dz, \quad j=1,2,$$

$$w_0(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_R u_0(x, z) e^{-izy} dz.$$

С другой стороны, учитывая (9), (10) и то, что

$$(u_t + u)_{zz}(x, 0, t) = - \int_R y^2 (w_t + w)(x, y, t) dy,$$

$$(u_t + u)_{zzz}(x, 0, t) = -i \int_R y^3 (w_t + w)(x, y, t) dy$$

из уравнения (14), получаем

$$w_t = (w_t + w)_{xx} - y^2 (w_t + w) + A(x, t)w(x, y, t) + p_1(w_t + w)(x, t)w(x, y, t) +$$

$$p_2(w_t + w)(x, t) + B(x, t)\tilde{h}(x, y, t), \quad (17)$$

где

$$p_1(w)(x, t) = - \int_{-\infty}^{\infty} [A_2(x, t)y^2 + iA_3(x, t)y^3]w(x, y, t)dy,$$

$$p_2(w)(x, t) = - \int_{-\infty}^{\infty} [B_2(x, t)\tilde{h}(x, y, t)y^2 + iB_3(x, t)y^3h(x, y, t)]w(x, y, t)dy.$$

Далее будем исследовать задачу (17), (15), (16).

Для этого введем следующую новую неизвестную функцию $w_t + w = V$. Тогда $V(x, y, t)$ будет удовлетворять условиям

$$-V_{xx} + (1 + y^2)V = \int_0^t (1 + A_1(x, \tau))e^{-(t-\tau)}V(x, y, \tau)d\tau + p_1(V)(x, t)e^{-t}w_0(x, y) + p_2(V)(x, t) +$$

$$+ p_1(V)(x, t) \left(\int_0^t e^{-(t-\tau)}V(x, y, \tau)d\tau \right) + B(x, t)\tilde{h}(x, y, t) + (1 + A_1(x, t))e^{-t}w_0(x, y), \quad (18)$$

$$V(0, y, t) = \tilde{\varphi}_1(y, t), \quad V_x(0, y, t) = \tilde{\varphi}_2(y, t), \quad (19)$$

где $\tilde{\varphi}_1(y, t) = \varphi_{1t} + \varphi_1$, $\tilde{\varphi}_2 = \varphi_{2t} + \varphi_2$.

Обращая в уравнении (18) оператор $-\frac{\partial^2}{\partial x^2} + (1 + y^2)$, получим

$$V(x, y, t) = C_1(y, t)e^{\sqrt{1+y^2}x} + C_2(y, t)e^{-\sqrt{1+y^2}x} +$$

$$+ \int_0^x \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} \left[\int_0^t (1 + A_1(\xi, \tau))e^{-(t-\tau)}V(\xi, y, \tau)d\tau + p_1(V)(\xi, t)e^{-t}w_0(\xi, y) + \right. \quad (20)$$

$$\left. + p_2(V)(\xi, t) + p_1(V)(\xi, t) \left(\int_0^t e^{-(t-\tau)}V(\xi, y, \tau)d\tau \right) \right] d\xi + F(x, y, t),$$

где

$$F(x, y, t) = \int_0^x \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} [B(\xi, t)\tilde{h}(\xi, y, t) + (1 + A_1(\xi, t))e^{-t}w_0(\xi, y)] d\xi.$$

Подбираем C_1 и C_2 так, чтобы выполнялись граничные условия (16), т.е.

$$C_1(y, t) + C_2(y, t) = \tilde{g}_1,$$

$$\sqrt{1+y^2}C_1(y, t) - \sqrt{1+y^2}C_2(y, t) = \tilde{g}_2$$

Решая последнюю систему относительно функций $C_1(y, t)$ и $C_2(y, t)$, находим

$$C_1(y, t) = -\tilde{g}_1 - \frac{\tilde{g}_2}{\sqrt{1+y^2}}, \quad C_2(y, t) = -\tilde{g}_1 + \frac{\tilde{g}_2}{\sqrt{1+y^2}}.$$

Подставляя найденные $C_1(y, t)$, $C_2(y, t)$ в (20), имеем

$$\begin{aligned} V(x, y, t) = & -2\tilde{g}_1 ch\sqrt{1+y^2}x - \frac{2\tilde{g}_2 sh(\sqrt{1+y^2}x)}{\sqrt{1+y^2}} + \\ & + \int_0^x \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} \left[\int_0^t (1 + A_1(\xi, t)) e^{-(t-\tau)} V(\xi, y, \tau) d\tau + p_1(V)(\xi, t) e^{-t} w_0(\xi, y) + \right. \\ & \left. + P_2(V)(\xi, t) + p_1(V)(\xi, t) \left(\int_0^t e^{-(t-\tau)} V(\xi, y, \tau) d\tau \right) \right] d\xi + F(x, y, t), \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} V(x, y, t) = & \int_0^t \int_0^x K_1(x, \xi, t, \tau, y) V(\xi, y, \tau) d\xi d\tau + \\ & + \int_0^t \int_0^x K_2(x, \xi, t, \tau, y) p_1(V)(\xi, t) V(\xi, y, \tau) d\xi d\tau + \\ & + \int_0^x K_3(x, \xi, t, y) p_1(V)(\xi, t) d\xi + \int_0^x K_4(x, \xi, t, y) p_2(V)(\xi, t) d\xi + \tilde{F}(x, t), \end{aligned} \quad (21)$$

где

$$K_1(x, \xi, t, \tau, y) = \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} (1 + A_1(\xi, t)) e^{-(t-\tau)},$$

$$K_2(x, \xi, t, \tau, y) = \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} e^{-(t-\tau)},$$

$$K_3(x, \xi, t, y) = \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} e^{-t} w_0(\xi, y),$$

$$K_4(x, \xi, t, y) = \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}},$$

$$\tilde{F}(x, y, t) = F(x, y, t) - 2\tilde{g}_1 ch\sqrt{1+y^2}x - \frac{2\tilde{g}_2 sh(\sqrt{1+y^2}x)}{\sqrt{1+y^2}}.$$

Из интегрального уравнения (21) видно, что после обращения линейной части этого уравнения получается нелинейное интегральное уравнение типа Вольтерра второго рода. Для нее при малом x имеет место принцип сжатых отображений. Отсюда находим, например, методом последовательных приближений решение (из теоремы Банаха следует его сходимости к решению), затем последовательно находим и

$u(x, y, t)$. Из наложенных ограничений на $\varphi_j(z, t)$, $j=1,2$ и $u_0(x, z)$ следует, что функции $g_j(z, t)$, $j=1,2$ и $w_0(x, z)$ являются ограниченными и непрерывными на R при любом t из $[0, T]$ и x из $[0, l]$ соответственно. Тогда из (13) следует, что $w(x, y, t)$ есть непрерывная и ограниченная на R при любых (x, t) из G_T функция.

Следовательно, существует несобственный интеграл (6). Теорема 1 доказана.

Замечание 1. Для задачи (1)-(4) можно доказать теорему устойчивости в целом.

Замечание 2. Аналогичная теорема остается верной, если условия Гурса заменить на граничные условия первого рода.

1. Абалабеков Б.С. Обратные задачи для дифференциальных уравнений математической физики. – Бишкек, КГНУ, 1997. -184с.
2. Абалабеков Б.С. Обратные задачи для псевдопараболических уравнений. – Бишкек, Илим, 2001. -183с.

УДК 517.946

С.Е. Айтжанов, Х. Хомпыш, Ж.О. Бияздыкова, А.Н. Сарсенбаева

О РАЗРЕШИМОСТИ ОДНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ КОНВЕКЦИИ

(г. Алматы. КазНПУ им. Абая)

Бұл жұмыста полимер қосылысты су ерітінділерінің қозғалысын сипаттайтын жылу конвекция теңдеулер жүйесіне қойылған шеттік есебі зерттелді. Шеттік есептің әлсіз шешімінің бар болу теоремасы дәлелденді. Есептің әлсіз шешімі үшін қажетті априорлық бағалаулар алынды. Алынған априорлық бағалауларды қолдана отырып, кіші параметрлі шеттік (8)-(11) есебінің шешімі $\varepsilon \rightarrow 0$ кезде алдыңғы жылу конвекция теңдеулер үшін (1)-(4) шеттік есептің әлсіз шешіміне ұмтылатындығы көрсетілді. Шешімнің бар болуын дәлелдеуде модификацияланған Галеркин әдісі қолданылды.

In this paper the boundary value problem for a system of equations of thermal convection, which describes the motion of viscous fluids with polymer additives. Existence theorem for a weak solution of this problem. For a weak solution of the boundary, a priori estimates. With the help of a priori estimates show that the stationary boundary value problem with small parameter (8) - (11) with a weak solution of problem (1) - (4). In the proof of the existence of solutions used a modified Galerkin method.

В работе доказывается теорема существования слабого решения краевой задачи для системы уравнения тепловой конвекции, описывающая движение вязких жидкостей с полимерными добавками. Разрешимость задачи устанавливается с помощью методики, развитой О.А. Ладыженской по гидродинамике вязкой жидкости [1].

Пусть $\Omega \subset R^3$ -ограниченная область, с гладкой границей $\partial\Omega \in C^2$. В области Ω рассмотрим краевую задачу для уравнений водных растворов полимеров [2-5]:

$$-\nu \Delta \vec{v}(x) + \vec{v}_k \frac{\partial \vec{v}(x)}{\partial x_k} + \text{grad} p(x) - \chi \vec{v}_k \frac{\partial \Delta \vec{v}(x)}{\partial x_k} = \vec{f}(x) + g \vec{\gamma} S(x), \quad \vec{\gamma} = (0, 0, 1) \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \vec{v}(x) = 0, \quad (2)$$

$$-\lambda \Delta S(x) + (\vec{v} \cdot \nabla) S(x) = g(x), \quad (3)$$

$$\vec{v}|_{\partial\Omega} = 0, \quad S|_{\partial\Omega} = 0, \quad (4)$$

где $x = (x_1, x_2, x_3) \in \Omega$, $p(x)$ -давление; $\vec{v}(x) = (v_1(x), v_2(x), v_3(x))$ - скорость, $S(x)$ - температура; $\vec{f}(x)$, $g(x)$ -известные функций, ν, χ, λ -положительные постоянные.

$\nabla p = \left(\frac{\partial p}{\partial x_1}, \frac{\partial p}{\partial x_2}, \frac{\partial p}{\partial x_3} \right)$ -градиент давление, Δ -оператор Лапласа,

$$(\vec{v}, \nabla) \vec{v} = \sum_{i=1}^3 v_i \frac{\partial v_i}{\partial x_i}, \quad \operatorname{div} \vec{v} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial v_i}{\partial x_i}.$$

Разрешимость краевой задачи для уравнений движения водных растворов полимеров т.е. не с учетом температуры изучалась в работах [2-3].

В настоящей работе будут использованы обозначения из [1].

Определение 1. Слабым решением краевой задачи (1)-(4) называется пара функции $(\vec{v}, S)$, $\vec{v} \in W_2^2(\Omega) \cap H(\Omega)$, $S \in W_2^1(\Omega)$, которые удовлетворяют следующим интегральным тождествам

$$\int_{\Omega} (\vec{w}_{x_k} \varphi_{x_k} + v_k (\chi \Delta \vec{v} - \vec{v}) \varphi_{x_k}) dx = \int_{\Omega} (\vec{f}(x) \vec{\varphi}(x) + g \vec{S} \vec{\varphi}) dx, \quad \forall \vec{\varphi}(x) \in H(\Omega) \quad (5)$$

$$\int_{\Omega} (\lambda \nabla S \cdot \nabla \psi(x) + v_k S \psi_{x_k}) dx = \int_{\Omega} g(x) \psi(x) dx, \quad \forall \psi(x) \in W_2^1(\Omega). \quad (6)$$

Теорема 1. Пусть $\vec{f}(x), g(x) \in L_2(\Omega)$. Тогда краевая задача (1)-(4) имеет по крайней мере одно слабое решение и справедлива оценка:

$$\|\vec{v}(x)\|_{2,\Omega}^{(2)} + \|\nabla S(x)\|_{2,\Omega} \leq C_1 \left(\nu, \chi, \lambda, \|\vec{f}(x)\|_{2,\Omega}, \|g(x)\|_{2,\Omega} \right). \quad (7)$$

Для доказательства теоремы 1 воспользуемся методом введения «исчезающей вязкости» [2-3]. Наряду с системой (1)-(4) рассмотрим в Ω стационарную задачу с малым параметром $\varepsilon > 0$:

$$L_1(\vec{v}^\varepsilon, S^\varepsilon) \equiv \varepsilon \Delta \vec{v}^\varepsilon(x) - \nu \Delta \vec{v}^\varepsilon(x) + (\vec{v}^\varepsilon \cdot \nabla)(\vec{v}^\varepsilon(x) - \chi \Delta \vec{v}^\varepsilon(x)) + \nabla p^\varepsilon(x) - g \vec{S}^\varepsilon(x) = \vec{f}(x), \quad \vec{\gamma} = (0, 0, 1) \quad (8)$$

$$\operatorname{div} \vec{v}^\varepsilon(x) = 0, \quad (9)$$

$$L_2(\vec{v}^\varepsilon, S^\varepsilon) \equiv -\lambda \Delta S^\varepsilon(x) + (\vec{v}^\varepsilon \cdot \nabla) S^\varepsilon(x) = g^\varepsilon(x), \quad (10)$$

$$\vec{v}^\varepsilon|_{\partial\Omega} = \Delta \vec{v}^\varepsilon|_{\partial\Omega} = 0, \quad S^\varepsilon|_{\partial\Omega} = 0, \quad (11)$$

Определение 2. Назовем слабым решением краевой задачи (8)-(11) пару функций $(\vec{v}^\varepsilon, S^\varepsilon) \in W_2^3(\Omega) \cap H(\Omega) \times W_2^1(\Omega)$, которые удовлетворяют интегральным тождествам

$$\int_{\Omega} (-\varepsilon \Delta \vec{v}_{x_k}^\varepsilon \vec{\varphi}_{x_k} + \vec{w}_{x_k}^\varepsilon(x) \vec{\varphi}_{x_k} + v_k (\chi \Delta \vec{v}^\varepsilon - \vec{v}^\varepsilon) \varphi_{x_k}) dx = \int_{\Omega} (\vec{f}(x) \vec{\varphi}(x) + g \vec{S} \vec{\varphi}) dx, \quad \forall \vec{\varphi}(x) \in W_2^3 \cap H(\Omega), \quad (12)$$

$$\int_{\Omega} (\lambda \nabla S^\varepsilon \cdot \nabla \psi(x) + v_k S^\varepsilon \psi_{x_k}) dx = \int_{\Omega} g(x) \psi(x) dx, \quad \forall \psi(x) \in W_2^1(\Omega) \quad (13)$$

Для построения приближенных решений краевой задачи (8)-(11), воспользуемся одной из модификацией метода Галеркина [6].

Пусть $\{\Phi^k(x)\}$, $k=1,2,\dots$ -полная в $W_2^2(\Omega) \cap H(\Omega)$ система функций, $\{\omega^k(x)\}$ -решения краевых задач

$$\begin{aligned} -\chi \Delta \bar{\omega}^k(x) + \bar{\omega}^k(x) &= \bar{\Phi}^k(x), \quad x \in \Omega \\ \bar{\omega}^k(x)|_{\partial\Omega} &= 0, \quad k=1,2,\dots \end{aligned} \quad (14)$$

Так как $\operatorname{div} \bar{\Phi}^k(x) = 0$, то и $\operatorname{div} \bar{\omega}^k(x) = 0$, $k=1,2,\dots$. Как было отмечено в [6], система $\{\omega^k(x)\}$ также полна в $W_2^2(\Omega) \cap H(\Omega)$ и удовлетворяет в силу (14) граничному условию $\Delta \bar{\omega}^k(x)|_{\partial\Omega} = 0$.

Будем строить "приближенные решения" (8)-(11) в виде конечной суммы

$$\bar{v}^{\varepsilon,N}(x) = \sum_{k=1}^N a_{kN} \bar{\omega}^k(x), \quad S^{\varepsilon,N}(x) = \sum_{k=1}^N b_{kN} \xi^k(x) \quad (15)$$

где $\{\xi^k(x)\}$, $k=1,2,\dots$ фундаментальная в $W_2^1(\Omega)$ система функций, ортонормированная в $L_2(\Omega)$. Напомним, что всеми этими свойствами обладает, например, система собственных функций спектральной задачи

$$\begin{aligned} \Delta \xi^k(x) &= \ell_k \xi^k(x), \\ \xi^k|_{\partial\Omega} &= 0. \end{aligned} \quad \Bigg\}$$

Из условий ортогональности

$$\int_{\Omega} (L_1(\bar{v}^{\varepsilon,N}, S^{\varepsilon,N}) - \bar{f}(x)) \bar{\Phi}^i(x) dx = 0, \quad i=1,2,\dots, \quad (16)$$

и

$$\int_{\Omega} (L_2(\bar{v}^{\varepsilon,N}, S^{\varepsilon,N}) - \bar{g}(x)) \xi^j(x) dx = 0, \quad j=1,2,\dots, \quad (17)$$

эти равенства представляют собой систему нелинейных алгебраических уравнений, относительно неизвестных коэффициентов $\{a_{kN}\}_{k=1}^N$, $\{b_{kN}\}_{k=1}^N$:

$$\int_{\Omega} (\bar{v}_{x_k}^{\varepsilon,N} \bar{\Phi}_{x_k}^i + \varepsilon \Delta \bar{v}_{x_k}^{\varepsilon,N} \bar{\Phi}_{x_k}^i + v_k^{\varepsilon,N} (\chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N} - \bar{v}^{\varepsilon,N}) \bar{\Phi}_{x_k}^i - g \bar{\gamma} S \bar{\Phi}^i) dx = \int_{\Omega} \bar{f}(x) \bar{\Phi}^i dx, \quad (18)$$

$$(i=1,2,\dots,N, \quad N=1,2,\dots)$$

$$\int_{\Omega} (\lambda \nabla S^{\varepsilon,N} \cdot \nabla \xi^j(x) + v_k^{\varepsilon,N} S^{\varepsilon,N} \xi_{x_k}^j) dx = \int_{\Omega} g(x) \xi^j(x) dx, \quad (19)$$

$$(j=1,2,\dots,N, \quad N=1,2,\dots)$$

Умножим i -ое уравнение (18) на a_{kN} , j -ое уравнение (19) на b_{kN} и просуммируем по $i=\overline{1,N}$, $j=\overline{1,N}$ соответственно. Используя (14) и очевидное равенство

$$\int_{\Omega} v_k^{\varepsilon,N} \frac{\partial}{\partial x_k} (\chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N} - \bar{v}^{\varepsilon,N})^2 dx = 0,$$

тогда из (18) для галеркинских приближений $\bar{v}^{\varepsilon,N}(x)$, получим тождество:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} (v \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N} (\bar{v}^{\varepsilon,N} - \chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N}) + \varepsilon \Delta \bar{v}_{x_k}^{\varepsilon,N} \cdot \nabla (\bar{v}^{\varepsilon,N} - \chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N}) - g \bar{\gamma} S (\bar{v}^{\varepsilon,N} - \chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N})) dx = \\ = \int_{\Omega} \bar{f}(x) (\bar{v}^{\varepsilon,N} - \chi \Delta \bar{v}^{\varepsilon,N}) dx \end{aligned} \quad (20)$$

и аналогично из равенства (19) получим:

$$\int \lambda (\nabla S^{\varepsilon, N})^2 dx = \int g(x) S^{\varepsilon, N}(x) dx.$$

Оценивая правую часть последнего тождества с помощью неравенства Гельдера и Фридрихса, получим оценку:

$$\|\nabla S^{\varepsilon, N}\|_{2, \Omega} \leq C_1(\Omega, \lambda) \|g(x)\|_{2, \Omega}, \quad N=1,2,\dots, \quad \varepsilon > 0, \quad (21)$$

тем более

$$\|S^{\varepsilon, N}\|_{2, \Omega} \leq C'_1(\Omega, \lambda) \|g(x)\|_{2, \Omega}. \quad (22)$$

Из равенства (20), применяя неравенств Гельдера, Коши и Пуанкаре, используя второе основное неравенства для оператора Лапласа [1] и применяя оценку (22), получим для $\{\vec{v}^{\varepsilon, N}(x)\}$ неравенство

$$\|\vec{v}_{xx}^{\varepsilon, N}\|_{2, \Omega}^2 + \varepsilon \|\vec{v}_{xxx}^{\varepsilon, N}\|_{2, \Omega}^2 \leq C_2 \left(\|\vec{f}(x)\|_{2, \Omega}, \Omega, \nu, \chi, C_1 \right), \quad N=1,2,\dots, \quad \varepsilon > 0 \quad (23)$$

причем постоянные C_1 и C_2 не зависят от N и ε .

Из априорной оценки (21)-(23) и теоремы Брауэра о неподвижной точке [7] следует, что системы алгебраических уравнений (18)-(19) при каждом $N=1,2,\dots$ и $\forall \varepsilon > 0$ имеет по крайней мере одно решение, т.е. галеркинские приближения $\{\vec{v}^{\varepsilon, N}(x), S^{\varepsilon, N}(x)\}$ можно построить при каждом $N=1,2,\dots$ и $\forall \varepsilon > 0$.

Из оценки (21)-(23), равномерной относительно $N=1,2,\dots$ и $\forall \varepsilon > 0$, и теоремы о слабой компактности ограниченных множеств в гильбертовом пространстве следует, что из последовательностей $\{\vec{v}^{\varepsilon, N}(x), S^{\varepsilon, N}(x)\}$ можно диагональным процессом извлечь подпоследовательности $\{\vec{v}^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ и $\{S^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ которые при $N_i \rightarrow \infty$, $\varepsilon_i \rightarrow 0$, $\{\vec{v}^{\varepsilon, N}(x)\}$ сходится слабо в $W_2^2(\Omega)$ и сильно в $W_2^1(\Omega)$ и $L_2(\Omega)$ к $\vec{v}(x) \in W_2^2(\Omega) \cap H(\Omega)$, а $\{S^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ сходится слабо в $W_2^1(\Omega)$ и сильно в $L_2(\Omega)$ ($L_4(\Omega)$) к предельной функции $S(x) \in W_2^1(\Omega)$. Кроме того, из неравенства (23) следует

$$\varepsilon_i \int_{\Omega} \Delta \vec{v}_x^{\varepsilon_i, N_i} \varphi(x) dx \rightarrow 0, \quad \text{при } \varepsilon_i \rightarrow 0, \quad N_i \rightarrow \infty, \quad \forall \varphi \in H(\Omega). \quad (24)$$

Умножим, далее, уравнения (18), записанные для $\{\vec{v}^{\varepsilon, N}(x)\}$, на произвольные числа d_m , $m=1,2,\dots, N \leq N_i$, а уравнения (19), записанные для $\{S^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$, на произвольные числа c_m , $m=1,2,\dots, N \leq N_i$, и просуммируем по $m=1,2,\dots, N$.

Положим

$$\begin{aligned} \varphi_N(x) &= \sum_{m=1}^N d_m \Phi^m(x) \\ \psi_N(x) &= \sum_{m=1}^N c_m \omega^m(x), \quad N=1,2,\dots \end{aligned} \quad (25)$$

Тогда для $\{\vec{v}^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ и $\{S^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ получим тождества:

$$\int_{\Omega} \left(\vec{w}_{x_k}^{\varepsilon, N} \vec{\varphi}_{x_k}^N + \varepsilon \Delta \vec{v}_{x_k}^{\varepsilon, N} \vec{\varphi}_{x_k}^N + \nu_k^{\varepsilon, N} (\chi \Delta \vec{v}^{\varepsilon, N} - \vec{v}^{\varepsilon, N}) \vec{\varphi}_{x_k}^N - g \vec{\gamma} S \vec{\varphi}^N \right) dx = \int_{\Omega} \vec{f}(x) \vec{\varphi}^N dx, \quad N \leq N_i \quad (26)$$

$$\int_{\Omega} (\lambda \nabla S^{\varepsilon, N} \cdot \nabla \psi^N(x) + \nu_k S^{\varepsilon, N} \psi_{x_k}^N) dx = \int_{\Omega} g(x) \psi^N(x) dx, \quad N \leq N_i \quad (27)$$

Переходя в (26) и (27) к пределу по $\varepsilon_i \rightarrow 0$, $N_i \rightarrow \infty$, используя соотношению (24) и описанные выше предельные переходы $\{\vec{v}^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ и $\{S^{\varepsilon_i, N_i}(x)\}$ к $\vec{v}(x)$ и $S(x)$

соответственно, получим, что предельные функций $\bar{v}(x)$ и $S(x)$ удовлетворяют интегральные торжества (26) и (27) при любой $\varphi_N(x)$ и $\psi^N(x)$, $N=1,2,\dots$ вида (25). Но, как известно, такие функций (т.е. функций $\varphi_N(x)$ и $\psi^N(x)$ вида (25)) плотны в $H(\Omega)$ и в $\overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$ соответственно, и потому в действительности предельные функций $\bar{v}(x)$ и $S(x)$ будут удовлетворять интегральные торжества (26) и (27) при любом $\varphi(x) \in H(\Omega)$ и $\psi(x) \in \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$ соответственно, тем самым пара функций $(\bar{v}(x), S(x))$ будет одним из слабых решений краевой задачи (1)-(4).

Неравенство (7) получается предельным переходом по $\varepsilon_i \rightarrow 0$, $N_i \rightarrow \infty$ из энергетических неравенств (21)-(23) для слабых решений $(\bar{v}^{\varepsilon_i, N_i}, S^{\varepsilon_i, N_i})$ задачи (18)-(19). Теорема 1 доказана.

1. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1970.
2. Осколков А.П. О единственности и глобальной разрешимости первой краевой задачи для систем уравнений, встречающих движение водных растворов полимеров // Труды Ленингр. Кораблестр. Института, 1972. -Вып. 80. -С. 125-137.
3. Осколков А.П. О единственности и разрешимости в целом краевых задач для уравнений движения водных растворов полимеров // Запис. науч. сем. ЛОМИ. -1973. -Т. 38. -С. 98-136.
4. Осколков А.П. О некоторых нестационарных линейных и квазилинейных системах, встречающихся при изучении движения вязких жидкостей // Записки научных семинаров ЛОМИ. -1976. -Т. 59. -С.128-157.
5. Хомпыш Х. О разрешимости начально-краевой задачи магнитной гидродинамики для неньютоновской жидкости // Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки», 2007. -№1(17). -С. 4-7.
6. Ладыженская О.А., Уралыцева Н.Н. Линейные и нелинейные уравнения эллиптического типа. М.: Наука, 1964.
7. Эльсгольц Л.Э. Качественные методы в математическом анализе. М.: Гостехиздат, 1955.

ӨОК 373.146.013

Б.Е. Акитай, Г.А. Жексенбаева*, М. Оразбек*

ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ІРГЕЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ТЕОРИЯЛАРДЫ ОҚЫТУ НЕГІЗІНДЕ ӘЛЕМНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ БЕЙНЕСІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ МҮМКІНДІКТЕРІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-магистрант)

В статье авторы представляют физику как учебный предмет и рассматривают: формирование физической картины мира; пути и этапы развития общества с общечеловеческой культурой, с философскими воззрениями на научную истину. При изучений окружающей среды и мира создаются модели, входящие в основу фундаментальной теории физики. К основам содержания физической теории относятся основные идеи, принципы и гипотезы. Также рассматриваются экспериментные проверки и применение теорий.

In this article the author presents physics as an academic subject, consider: the formation of a physical picture of the world, ways and stages of development of society with universal culture, the philosophical views on the scientific truth. At environment and world studying it is created models entering on a basis of the fundamental theory of physics. Bases of the maintenance physical theories the basic ideas, principles and hypotheses concern. And also it is considered applications and experimental checks of theories.

Физика ғылымы қоршаған әлемнің көптеген құбылыстарын түсіндіретін табиғаттың жалпы заңдылықтарын қарастырады. Физика курсының бізді қоршаған әлемді танып білуде алатын орны ерекше. Қазіргі таңда физика пәнінің жаңа бағдарламасында оқытудың мазмұны тәрбиелік, дамытушылық, жалпы мәдениеттік сипат алады. Физика пәнінде оқушыларда әлемнің физикалық бейнесінің қалыптасуы, физика ғылымының даму жолдары мен кезеңдері, физиканың дамуын қоғамның, жалпы адамзаттық мәдениеттің, философиялық идеялардың, ғылыми ақиқатқа деген философиялық көзқарастың дамуымен байланысты түсініктерін қалыптасуын; өз бетінше ойлауын, өз бетінше білім алу дағдыларын; шығармашылық қабілеттерін; адамзаттың дүниеге қатнасын айқындайды [1]. Физика бізді айнала қоршаған әлемдегі процестердің өтуін сипаттайтын табиғаттың ең жалпы заңдарымен таныстырады. Әлемнің жекеленген, біріне-бірі байланыссыз құбылыстардың жиынтығы емес, біртұтас материяның әр түрлі және сан қилы көрінісі

Яғни, оқушылар білім жиынтығын емес жүйесін алу қажет. Ұғым, модель, заң, анықтама білім жүйесін бермейді; білім жүйесін тек физикалық теория ғана бере алады. Міне, сондықтан да, физиканы оқытуда теорияның рөлін жоғырылату, күшейту қазіргі кездегі қажеттілік болып табылады.

Материалдарды осылай топтау бағдарлы мектептің оқушыларының оқу-танымдық іс-әрекеттің ерекшелігіне байланысты және оларды теориялық ойлау элементтерін, танымдағы теориялық рөліне, теория мен эксперименттің арақатынасына байланысты әдіснамалық білім жүйесін қалыптастыруға, физиканың дамуын, қоғамның, оның мәдениетінің дамуымен байланыстыруға тарихи тұрғыдан қарауға мүмкіндік береді. Мұнда жеке іргелі теориялар жалпы бөлімдерге бірігеді. Мысалы, Д.Максвелльдің электромагниттік толқындар теориясы, электрондық теория, А.Эйнштейннің салыстырмалылық теориясы электродинамика бөлімінде біріктіріліп оқытылады.

Теориялар арасындағы байланыс жалпы курстың және әр бөлімнің кіріспе тақырыптарында, бөлім соңындағы жинақтап қорыту тақырыптары мен курстың жалпылау сабақтарында өтіледі. Материалды оқу барысында заңдар мен теориялардың қолдану аймағы қарастырылады.

Физикалық теориялар негізіне айнала қоршаған ортаны әлемді танып білу кезінде құрылатын модельдер жатыр. Модельдердің қолданылу аясын қарастыру физика курсының маңызды ерекшеліктерінің бірі болып табылады. Физикалық теориялардың негізгі мазмұны негізгі идеялар, принциптер және болжамдар, олардың экспериментте тексерілуі мен қолданылуы құрайды.

Қазіргі заманғы ғылыми дүниетаным тұрғысынан физикалық теориялардың негізіне – Ньютон және релятивистік механиканы, молекула-кинетикалық теория мен термодинамика, электродинамикадағы электрондық теорияны, толқындық, геометриялық және кванттық оптиканы, кванттық механиканы, атом, атом ядросы, элементар бөлшектер физикасын оқып үйрену ескерілген.

Физиканың теориялық мәнділігі мен практикалық бағытталуы көп ретте зерттеушілік сипатта болып келетін зертханалық жұмыстар жүйесінде қарастырылады.

Бағдарлы мектептегі физика курсының механика бөлімінің мазмұны негізгі мектепте өтілгенді қорытып қайталауға бағдарланған. Сондай-ақ, тек механика үшін

ғана емес, физиканың келесі бөлімдері үшін де қажет кейбір жаңа мәселелер: энергия және импульстің сақталу заңдары, импульс моментінің сақталу заңы, салыстырмалылық принципі, инерциалды емес санақ жүйелері т.б. оқып үйретіледі [2].

Молекулалық физика, электрдинамика, кванттық физика бөлімдеріндегі оқу материалының мазмұны, материалды баяндаудың әр түрлі деңгейіне байланысты берілген. Әр түрлі деңгейдегі материалдардың мазмұны оқушылардың физикалық құбылыстарды танып-білуге деген қызығушылығын дамытуға, ғылымның іргелі теорияларының негіздері мен олардың қолданылуын өз бетінше оқып үйренуге деген дағдысын қалыптастыруға бағытталған. Мысалы, нақты газдар, сұйықтар, әсіресе қатты денелер туралы материалды толығырақ қарастыру ескерілген. «Сұйықтар мен кристалдар», «Кристалдарды алу және қолдану», «Гаусс теоремасы», «Кирхгоф ережелері», «Сегнетоэлектриктер. Пьезоэлектрлік эффект» және т.б. енгізілген. Кванттық физикаға біршама көңіл бөлінген, Мысалы, фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі, абсолют қара дене, толқындық функция, оптикалық кванттық генератордың іс-әрекеті, элементар бөлшектердің жіктелуі, кварктар, глюондар, аралық бозондар, гравитондар, кванттық хромодинамика және т.б. Элементар бөлшектерді қарастыру қазіргі заман деңгейіне сәйкес баяндау ескерілген [1; 28-396].

Қоршаған әлемді танып-білуде оқушылар физикалық теорияларды қолданып, мысалмен көрнекі түрде:

- ғылыми теорияны қалыптастыруға негіз болатын бақылаулар мен экспериментке болжаулар ұсынуға;
- эксперимент теориялық қорытындылардың ақиқаттығын тексеруге мүмкіндік беретін;
- физикалық теория ғылыми деректер мен табиғат құбылыстарын түсіндіруге, әлі де белгісіз құбылыстар мен процестерді, олардың ерекшеліктерін алдын-ала айтуға мүмкіндік беретін;
- табиғат құбылыстарын түсіндіруде осы құбылыстардың модельдері пайдаланылатынын;
- бір ғана табиғи нысананы немесе процесті әр түрлі теориялық модельдер негізінде сипаттауға болатынын;
- физикалық заңдар мен теориялардың белгілі бір қолданылу аймағы болатынын;
- кез-келген ғылыми теория нысаналар мен процестер модельдеріне негізделі отырып, тек салыстырмалы түрде ғана ақиқатқа ие болатынын көрсете білуі керек.

Физикалық теориялар арқылы айнала қоршаған әлемді танып білу процесі жайлы білім әсіресе гуманитарлық сыныптарда тарихи-ғылыми және тарихи-биографиялық материалдарды енгізу арқылы қалыптастыру көзделген. Онда барлық жеке теорияларды қарастыру кезінде олардың дамуына үлес қосқан атақты ғалымдардың өмірбаяны мен елеулі еңбектері таныстырылады [2; 166].

Мұғалім физикалық білімнің орта мектепке арналған мемлекеттік стандартында белгілі «Оқушылардың міндетті дайындық деңгейіне қойылатын талаптарды» ескере отырып, әрбір бөлімдегі ең маңызды материалды тандап алып оқу үрдісіне енгізе алады. Олай болса физикалық теория айналасындағы материалдарды іріктеп, жалпылама қайталау сабақтарында жүйелеп беруіне болады [1;86].

Соңғы жылдары физика курсына айнала қоршаған ортаны, табиғатты танып білу, мәселесі айналасындағы сұрақтарды оқып үйрену, талдау көптеп қарастырылуда [3-4]. Осыған байланысты алдымен философиялық әдебиеттерде [5-6], сонан соң әдістемелік әдебиеттерде [7-8] әлемнің физикалық бейнесі (ӘФБ) ұғымы пайда болды.

Физиканың дамуының әрбір кезеңінде жинақталған білім белгілі бір идея мен принциптердің айналасында топтастырылып отырады. Осындай топтастыру әлемнің физикалық бейнесін жүйелеуде де жүргізіледі.

«Әлемнің физикалық бейнесі» деп – негізгі идеялар жүйесін, физикадағы ұғымдар мен заңдарды; оларға жататындар: уақыт пен кеңістіктің қасиеттері жайлы түсініктер, материя құралатын бастапқы бөліктер және физика ғылымы қарастыратын нысаналар туралы ұғымдар, физикалық заңдар, бастапқы идеялар, сонымен қатар физикалық теорияның теңдеулері мен олардың арасындағы байланысты айтады [9].

Сонымен әлемнің физикалық бейнесі – физиканың даму кезеңдеріне сәйкес келетін табиғаттың моделі болып табылады.

ӘФБ-нің негізіне белгілі бір философиялық түсініктер мен идеялар жатады. ӘФБ әлемнің жаратылыстану бейнесінің бір бөлігі болып, ал оның өзі жалпы ғаламды ғылыми тану бейнесіне кіреді [9; 18 б]

Физиканың дамуындағы барлық кезеңдер ӘФБ-нің дамуы мен қалыптасу процессі болып табылады. Оның алғашқысы – әлемнің механикалық бейнесі (ӘМБ). ӘМБ-нің басы өте ертедегі атомистерден, соның ішінде, грек философы Демокриттен басталады.

Демокрит атом туралы үлкен болжамдар айтты. Барлық денелер өте көп, бөлінбейтін атомдардан тұрады деп есептеді.

Ертедегі атомистер вакуумда жеңіл денелерге қарағанда, ауыр денелер тезірек түседі деп санады, бірақ олар қозғалыс заңдарын шеше алмады.

Мысалы, грек оқымыстысы Аристотель: «Денеге әсер етуші күш өзінің әсерін тоқтатса, онда дене қозғалысын тоқтады» - деп есептеген. Г.Галилей бұл тұжырымның қате екенін дәлелдеп, инерция мен салыстырымдылық принциптерін ұсынды.

ӘМБ-ін жасауда Ньютонның үлесі зор болды. Ол механикалық қозғалыс туралы экспериментте тексеріліп, математикалық дәлелденген тұтас білімдер жүйесін ұсынды. Шындығында, бұрын аспан денелерінің қозғалысы бақыланса, енді оны Кеплер заңдары арқылы түсіндіруге, механика заңдарына сүйеніп кез-келген мезеттегі орнын анықтауға болады.

Галилей мен Ньютонның еңбектерінің нәтижесінде механика жаратылыстану ғылымдарынан бөлініп жеке ғылым болып дамыды. XVII ғасырда классикалық механика теориясының пайда болуынан алғаш рет әлемнің бейнесін ғылыми түрде механиканың заңдары мен принциптерін негізге ала отырып түсіндірді.

Жалпы ӘФБ-нде: 1) материя; 2) қозғалыс; 3) кеңістік пен уақыт; 4) өзара әсерлесу, 5) себеп-салдарлық заңдылықтар туралы түсініктер қарастырылады [9; 10 б].

1. *Материя туралы түсінік.* XVII ғасырда материя деп зат пен макроденелер саналды. Әлемде денелерден басқа жарықтың бар екені белгілі болды, бірақ жарық табиғаты толық қарастырылмаған еді. Ньютон жарықты корпускулалық бөлшектер ағыны ретінде қарастырды. Ал, Г.Гюйгенс жарық толқындық процесс, ол ерекше орта-эфирде тарайды деп есептеді, бірақ эфир туралы болжам расталмады. Сонымен материя атомдардан тұратын зат формасында болады деп есептелді.

2. *Қозғалыс туралы түсінік.* Ол кезде дүние дегеніміз қозғалыстағы материя деген көзқарас қалыптасқан еді. Денелерді құрайтын бөлшектердің механикалық қозғалысы ғана қарастырылды. Қозғалыстың басқа формалары және басқа процестер механикалық қозғалыспен түсіндірілді. Тіптен XIX ғасырда жылу - бұл бөлшектердің қозғалысы деген көзқарас қалыптасқаннан кейін де, жылулық қозғалыстың механикалық қозғалыстан ешқандай айырмашылығы жоқ, оны механика заңдарына сүйеніп түсіндіруге болады деп есептелді (кейіннен бұл көзқарастан бас тартуға тура келді).

Ең маңыздысы салыстырмалылық принципіне сүйеніп дененің тыныштық күйі мен бірқалыпты түзу сызықты қозғалысын ажыратуға болмайтындығы болып табылды.

Дене кез-келген орасан зор жылдамдықпен қозғала алады деп есептелді (XX ғасырда бұл көзқарастан да бас тартуға тура келді).

Сонымен, әлем қозғалыстағы материя болып табылады және қозғалыстың барлық түрі механикалық қозғалыс заңдарымен түсіндіріледі.

3. *Кеңістік және уақыт туралы түсінік.* Ньютонның механикалық қозғалыс теңдеуі белгілі бір санақ жүйесіне арнап жазылады және механика заңдары барлық инерциалы санақ жүйелерінде бірдей орындалады. Инерциалы санақ жүйесіне қатысты бірқалыпты түзу сызықты қозғалатын санақ жүйесі де инерциалы санақ жүйесі болып табылады, бірақ та кез-келген санақ жүйесі инерциальды болып табылмайды. Сондықтан Ньютон механика заңдары қатаң орындалатын санақ жүйесін іздеу нәтижесінде кеңістік пен уақыттың абсолюттілігі туралы идеяны ұсынды. Абсолют кеңістік деп денелерден бөлек және тұрған нәрсе бос «қауыз» деп саналады. Ал, абсолют уақыт—ешқандай материалды процестердің өтуімен байланыспайтын, бірқалыпты өтетін ұзақтық. Яғни, бүкіл материалдық заттар кенет жоғалып кетсе, онда кеңістік пен уақыт қалып қойған болар еді деп саналды. Ньютонның ғылымдағы беделінің арқасында ұзақ уақыт бойы бұл көзқарас сақталды.

Галилейдің түрлендірулеріне байланысты дененің ұзындығы және уақыт аралықтары бір санақ жүйесінен екіншісіне өткенде өзгермейді, яғни ұзындық, кеңістіктегі уақыт аралығы, уақыттың абсолюттілігі болып табылады. Сондай-ақ, олар материя қозғалысына да байланыссыз. Сонымен, кеңістік пен уақыт абсолютті бар нәрсе, олар материя қозғалысына байланыссыз. Осы көзқарастар тек XX ғасырда ғана түпкілікті Эйнштейннің арнаулы салыстырмалылық теориясында (АСТ) қайтадан қарастырылды[10].

4. *Өзара әсерлесу туралы түсінік.* Ньютон денелердің бір-біріне әсерін қарастырып, өзара әсерлесу ұғымын енгізіп, оның күш арқылы сипатталатынын көрсетуінің маңызы зор. Оның бүкіл әлемдік тартылыс заңын ашып және оны математикалық түрде өрнектеп көрсетуі, аспандағы планеталардың, серіктердің, жұлдыздардың қозғалысын және жер бетіндегі барлық денелердің қозғалысын түсіндірді. Ол кезде электрленген немесе магниттелген денелердің өзара әсерлесуін білетіндер аз болды. Ньютон және оның жақтастары гравитациялық әсерлердің қалай берілетінін түсіндірмеді. Олар бір дененің екінші денеге өзара әсерді жеткізетін қандай да бір аралық ортаны іздестірудің қажеті жоқ, өзара әсер бастық арқылы алыстан беріледі деген пікірге ден қойып, алыстан *әсер ету теориясы* пайда болды.

Сонымен, денелердің өзара әсерлесуі алыстан әсер ету теориясы бойынша тек тартылысқа байланысты болады деп есептелді.

5. *Себеп-салдарлық көзқарас.* Механиканың Ньютон тағайындаған заңдары дененің кез-келген уақыт мезетіндегі орнын анықтауға мүмкіндік берді. Табиғаттағы барлық құбылыстардың өту процесі механика заңдарымен түсіндірілді, яғни механика заңдарын барлық жағдайда қолдануға болады деген көзқарас үстемдік құрды.

XVIII-ғасырдағы ЭМБ-нің жасалуы табиғатты танып білуде, бір-бірімен байланыспайтын құбылыстардың белгілі қатаң заңдылықтары арқылы түсіндірілді.

Ньютонның ЭМБ жасаудағы еңбегінің зор екендігі сондай, XIX-ғасырдың ортасында Г.Гельмгольц: «Барлық физик ғалымдардың алдына қойған мақсаты физикалық құбылыстарды тартылу және тебілу күштерімен түсіндіру керек» - деді [9; 14 б].

ЭМБ шеңберінде электромагниттік құбылыстарды түсіндіре алмады, Сондықтан да, оның орнына әлемнің электродинамикалық бейнесі (ЭЭБ) келді. Электродинамиканың дамуы ЭЭБ-нің жасалуына әкелді. Бұл көрініс бойынша әлемдегі барлық оқиғалар өзара әсерлердің электромагниттік заңдарына бағынады.

ЭЭБ Г.Х. Эрстедтің тәжірибесінен басталып, А Ампердің дөңгелек тоқтардың магнит өрісін туғызатынын дәлелдегеннен кейін, Фарадейдің электромагниттік

индукция заңын ашуы көптеген эксперименттік фактілерді түсіндіруге мүмкіндік туғызды [2; 321 б].

Осының негізінде Дж. К. Максвелл электромагниттік өрістің математикалық теориясын жасады, яғни электромагниттік ұйытқулар кеңістікте электромагниттік толқын түрінде тарайды, ал Г.Герц оны эксперимент түрінде дәлелдеді.

Дж.К.Максвелл электромагниттік толқынның жылдамдығы жарық жылдамдығына тең екенін тағайындады, яғни жарықтың электромагниттік толқын екенін дәлелдеді.

ЭЭБ-нің дамуы XIX ғасырдың соңы мен XX ғасырдың басында көптеген ғалымдардың еңбектерінде, әсіресе зат құрылысының классикалық электрондық теориясын жасаушы Х. Лоренцтің еңбектері шықты. Бұл теория көптеген құбылыстарды (қозғалыстағы зарядқа магнит өрісінің әсерін, металдардың электр өткізгіштігі мен жылу өткізгіштігін, жарық дисперсиясын, Зеeman эффектісін және тағы басқаларын) түсіндірді. Сол кезде ЭЭБ бойынша электромагнетизм мен гравитациялық құбылыстарын түсіндіруге болатындай көзқарас қалыптасты.

Әлемнің электродинамикалық теориясының аяқталуы, Эйнштейн жасаған АСТ-ның шығуымен анықталады. Бұл теория бойынша: барлық физикалық заңдылықтар инерциалық санақ жүйесінде бірдей орындалады. АСТ кеңістік пен уақыт, материя және қозғалыс туралы механикалық түсініктерді қайта қарауға әкелді [10; 53с].

Оның Ньютон механикасынан айырмашылығы: уақыт, кеңістік абсолют емес өзгеріп отырады. Себебі, экспериментте жарық жылдамдығының тұрақтылығы дәлелденгеннен кейін, уақыттың абсолюттілігінен бас тартуға тура келді.

Х. Лоренц, А. Пуанкаре еңбектерін одан әрі дамыта отырып, 1905 ж. А.Эйнштейн АСТ-ның негізін жасады [10; 11с].

Алыстан әсер ету теориясындағы электромагниттік өзара әсер мен бүкіл әлемдік тартылыс қалай берілетіні әлі де түсініксіз болып қалды. Бұл қарама-қайшылықты 1915-1916 ж.ж. А. Эйнштейн тартылыстың релятивистік теориясын, яғни жалпы АСТ-н жасау арқылы шешті .

XIX ғасыр мен XX ғасырдың басында теориялық проблемалар мен эксперименттік фактілерді ЭЭБ арқылы түсіндіруге болмайтын еді. Олардың ең негізгілері: «заряд-өріс», спектрлік заңдылықтар, радиоактивтілік, атомның тұрақтылығы, жылулық сәуле шығару мәселелері болатын.

Осыдан барып, кванттық-өрістік бейнесі (КӨБ) дүниеге келді. Әлемнің электромагниттік бейнесінен КӨБ-ге өтуі 1900 жылғы Планктың болжамымен байланысты болды [7; 105 б].

Ол атомдар электромагниттік энергияны жеке порциялармен шығарады деп болжаған және әрбір порцияның E энергиясы оны шығару жиілігі ν -ге тура пропорционал:

$$E = h \cdot \nu .$$

Кейінірек 1905 ж. Эйнштейн жарықтың құрылымы үздікті екендігінің және жеке порциялармен тарайтынын ұсынды [2; 280 б].

Н. Бор атомның моделін жасап, оның стационар күйлерде болатынын айтты.

1924 ж. Луи де Бройль корпускулалық – толқындық (дуализм) принципті ұсынды, яғни әрбір толқындық процесс корпускулалық қасиетпен байланысты, ал әрбір корпускуланың қозғалысын толқындық қасиетпен түсіндіруге болады. Осы идея экспериментте дәлелденіп және кванттық механиканың негізі болып табылады [11].

Ядроның құрылысының ашылуы күшті ядролық күштердің әсерін ашты. Осы модель арқылы ядроның құрылысы мен қасиеттерін, радиоактивтілікті, ядролық реакцияларды, радиоактивті ыдырауды, байланыс энергиясын түсіндірді.

1947 ж. күшті әсерлесу теориясының нәтижесінде – мезондар, ал 1983 ж. экспериментте әлсіз әсер негізінде элементар бөлшектер – векторлық бозондар ашылды [11;936].

КӨБ бойынша үш әсер қарастырылды: гравитациялық, электромагниттік, күшті ядролық әсер.

1960 ж. негізгі әсердің төртінші түрі - әлсіз әсер ету ашылды. Осы әсерлесу β - ыдырауды және сол сияқты құбылыстарды сипаттайды [7;1336].

Қазіргі кезде әлсіз әсер және электромагниттік әсерлердің біріккен моделі жасалуда, яғни барлық өзара әсерлердің біріккен теориясы дайындалуда. Сонымен бірге барлық элементар бөлшектердің жалпы жүйесін беру қарастырылуда.

1. Бағдарламалар. Физика және астрономия. Ы. Алтынсарин атындағы Қазақтың білім академиясының Республикалық баспа кабинеті. Алматы.: 2000.–55 б.
2. Теория и методика обучение физике в школе. Частные вопросы. /Под ред. С.Е. Каменецкого.– М.: Академия. 2000.–384 с.ил.
3. Тарасов Л.В. Физика в природе.–М.: Просвещение, 1988–351 с.
4. Похомов Б.Я. Становление современной физической картины мира.–М.: Мысль.1985–270 с.
5. Готт В.С. Филосовские вопросы современной физики.–М.: Высшая школа. 1988–344 с.
6. Федосеев П.Н. Философия и научнее познание .–М.: 1983–464 с.
7. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучение физики .–М.: Просвещение. 1989.–189с.
8. Шаронова В.Н. Методика формирования научного мировоззрения учащихся при обучении физике. –М.: МПУУ. 1995.
9. Мощанский В.Н. Формирование диалектико материалистического мировоззрения на уроках физики. –М.: Просвещение. 1985–190 с.
10. Пусьтильник И.Г. Угаров В.А. Специальная теория относительности в средней школе.–М.: Просвещение. 1975–144 с.
11. Школьникам о современном физике. Классическая физика. Ядерная физика. /Под. ред. В. З. Кресина.– М.: Просвещение. 1978–158 с.

УДК 622

Б.Б. Алихан*

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОЛОННЫ ГИБКИХ ТРУБ ПРИ БУРЕНИИ

*(г. Алматы, КБТУ, *-магистрант)*

Жұмыста жерасты бұрғылауда иілгіш трубалардың біртұтас колоннасын пайдалану идеясы келтірілген. Иілгіш трубалар колоннасын пайдаланып скважиналарды жерасты бұрғылаудың техникасы мен технологиясының маңызды сұрақтарының бірі бұрғылау кезіндегі агрегаттың параметрлерін есептеу мәселесі қарастырылған. Иілгіш трубалар колоннасының қазіргі таңдағы қолданысы туралы мәліметтер берілген. Колтюбинг технологиясын пайдаланудың келешектегі перспективалары жөнінде айтылған.

This work offers the idea of unbroken column of flexibles pipes utilization during the underground bore-hole drilling. One of the important questions of technique and technology of underground bore-hole drilling with using of unbroken column of flexible pipes is considered, exactly a computation of aggregate parameters during the underground bore-hole drilling. Given the information about a nowadays condition of flexible pipes column application. Discerned the future perspectives of coiled tubing technology utilization.

Мировая тенденция истощения природных запасов углеводородов требует применения более совершенной техники и технологии бурения скважин, так как существующий на сегодняшний день метод бурения уже не позволяет, в достаточной мере, удовлетворить потребности в качестве вскрытия продуктивных пластов.

Идея использования одной сплошной колонны гибких труб, вместо собираемой из отдельных свинчивающихся для выполнения операций ремонта скважин, по сути, не является новаторской. За рубежом использование колтюбинговых технологий ведется давно. В России они начали развиваться сравнительно недавно и реализованы в Грозненском, Краснодарском, Ставропольском, Оренбургском, Уфимском и других регионах.

Среди новых и перспективных технологий бурения для Казахстана следует считать колтюбинговое бурение. Колтюбинговые технологии базируются на использовании длинномерных безмуфтовых гибких труб, наматываемых на барабан и многократно спускаемых в скважину, позволяют удешевить ремонтно-восстановительные работы.

Наиболее значительный эффект гибкие трубы дают при бурении. Именно это направление интенсивно развивается в настоящее время. Гибкие трубы позволяют проводить бурение на депрессии без глушения скважин и увеличить их дебит в 3-5 раз. Особенно перспективным является применение горизонтального бурения гибкими трубами дополнительных горизонтальных стволов из колонны старой скважины при доразработке истощенных месторождений на поздней стадии, вовлечении в разработку трудноизвлекаемых запасов, восстановление бездействующих и малодебитных скважин.

Бурение гибкими трубами позволяет уже сегодня вовлечь в разработку значительную часть, а в перспективе – практически все забалансовые запасы углеводородов.

Основными параметрами насосной установки агрегата являются развиваемое давление перекачиваемой технологической жидкости $P_{\max}$ и ее подача $Q_{\max}$.

Эти параметры определяются следующим образом:

1. Определяют необходимую подачу технологической жидкости.
2. Выбирают технологическую жидкость, с использованием которой будут осуществлять работы. При бурении горизонтального участка скважины, и особенно в зоне продуктивного пласта, желательно применять технологическую жидкость на углеводородной основе, обычно для этого служит очищенная нефть;
3. Определяют схему внутрискважинного оборудования, в соответствии с которой выполняют расчет гидродинамических потерь при прокачивании технологической жидкости по каналам в скважине.
4. Определяют давление, необходимое для ведения данного технологического процесса. Его величина

$$P = \sum_{l=1}^m \Delta P_l$$

где ΔP_l – гидродинамические потери и перепады давления, имеющие место в данном конкретном технологическом процессе. При разрушении пробки в эксплуатационной колонне величина $\Delta P_{\text{нк}}$ будет равна нулю.

5. Выполняют проверочный прочностной расчет колонны гибких труб для верхнего опасного сечения. Здесь уточняются напряжения от собственного веса труб, спущенных в скважину, напряжения, вызванные действием расчетного давления

технологической жидкости, и касательные напряжения, обусловленные реактивным моментом, возникающим при работе забойного двигателя.

Нормальные напряжения от собственного веса труб

$$\psi_v = G_{\text{тр}} L_{\text{тр}},$$

где $G_{\text{тр}}$ – удельный вес материала колонны гибких труб; $L_{\text{тр}}$ – длина гибкой трубы, спущенной в скважину.

При этом напряжения, обусловленные давлением технологической жидкости, тангенциальные

$$\psi_t = p_j R / \delta_{\text{тр}},$$

меридиональные

$$\psi_m = p_j R / 2 \delta_{\text{тр}},$$

где p_j – давление технологической жидкости; $R = (d_{\text{тр.н}} + d_{\text{тр.в}}) / 2$ – радиус срединной поверхности трубы; $\delta_{\text{тр}} = (d_{\text{тр.н}} - d_{\text{тр.в}}) / 2$ – толщина стенки трубы.

Касательные напряжения, обусловленные реактивным моментом,

$$\tau = M_{\text{кр}} / W_p,$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент; $W_p = 2\pi \delta_{\text{тр}} R$ – полярный момент сопротивления поперечного сечения трубы.

Главные напряжения определяются по следующим формулам:

$$\psi_1 = 0,5[\psi_\alpha + \psi_\beta + ((\psi_\alpha + \psi_\beta)^2 + 4\tau^2)^{1/2}];$$

$$\psi_2 = 0,5[\psi_\alpha + \psi_\beta - ((\psi_\alpha + \psi_\beta)^2 + 4\tau^2)^{1/2}];$$

$$\psi_3 = -p_j.$$

где

$$\psi_\alpha = \psi_m + \psi_v;$$

$$\psi_\beta = \psi_t.$$

6. Проверяют КГТ на соответствие условию прочности по третьей или четвертой теориям прочности. При этом определяют эквивалентное напряжение в опасном сечении

$$\psi_{\text{экв3}} = \psi_1 - \psi_3;$$

$$\psi_{\text{экв4}} = (0,5)^{1/2}[(\psi_1 - \psi_2)^2 + (\psi_2 - \psi_3)^2 + (\psi_3 - \psi_1)^2]^{1/2}.$$

Условие прочности будет соблюдено в том случае, если выполняется неравенство

$$\psi_{\text{экв}} \leq \psi_t / m,$$

где m – коэффициент запаса прочности.

Наибольшую сложность при проведении расчетов на прочность для гибкой трубы представляет определение реального значения предела текучести и коэффициента ее запаса. Учитывая то, что в процессе наматывания и разматывания трубы на барабане напряжения достигают предела текучести, коэффициент запаса прочности можно принимать близким к единице – 1,05 – 1,1.

Более сложным представляется определение предела текучести, величина которого в процессе эксплуатации трубы изменяется вследствие старения материала и его охрупчивания. Для работы с новой трубой могут быть приняты паспортные значения, взятые из сертификата на материал трубы.

Если материал трубы не удовлетворяет условию прочности, следует уменьшить рабочее давление до приемлемого уровня. На самом деле при проведении бурения можно варьировать только этой величиной. Снижение давления может быть обеспечено либо за счет уменьшения подачи технологической жидкости, либо замены забойного двигателя на модель, требующую меньшего расхода последней и, следовательно, предопределяющей меньшие гидродинамические потери, либо использования колонны гибких труб большего диаметра. Последний вариант чреват возникновением организационных проблем, поскольку требует переналадки агрегата –

установки барабана с большим диаметром гибких труб и смены рабочего диаметра труб инжектора.

Для вновь принятого варианта диаметров труб, давлений и подач технологической жидкости должны быть повторно проведены все расчеты.

1. А.Г.Молчанов и др. Подземный ремонт и бурение скважин с применением гибких труб. – М.: Недра, 2000. -224с.

ӘОЖ 378.14.016.02:51:004. 45 (574)

М.А. Асқарова

СТУДЕНТТЕРДІҢ БІЛІМІ МЕН БІЛІКТІЛІГІН КҮРДЕЛІ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ ӘДІСТЕМЕСІН ҮЙРЕТУ НЕГІЗІНДЕ ДАМУ АРҚЫЛЫ ОЛАРДЫ КӘСІБИ МАМАНДЫҒЫНА ШЫҢДАУ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье рассматриваются задачи, решение которых базируются на применении оригинальных (эффективных, но сравнительно редко встречающихся) комбинированных методов. При решении сложных задач по математике используются самые разнообразные нестандартные методы, большинство из которых трудно поддается классификации. Как правило, такие методы ориентированы на решение относительно узкого круга задач, однако их знание и умение ими пользоваться весьма необходимо для успешного решения математических задач повышенной сложности. В работе также рассматривается роль математических задач в развитии знаний и умений, и в формировании профессиональной деятельности обучающихся.

Развитие знаний и умений у студентов на основе решения сложных задач и совершенствование их профессиональной подготовленности.

The article deals with problems whose solution is based on the original application (effective, but relatively rare) combination of methods. When solving complex problems but used a variety of mathematical techniques nestandarstnye, most of which are difficult to classify. Typically, these methods are focused on solving a relatively narrow range of tasks, but their knowledge and skill to use it very necessary for the successful solution of mathematical problems of high complexity. The paper also examines the role of mathematical problems in the development of knowledge and skill, and in shaping the professional activities of students.

The development of knowledge and skills of the students on the basis of solving complex problems and improve their professional pogotovlennosti.

Қиындығы жоғары есептерді шешу – студенттердің логикалық ойлауын дамытуға, математика пәніне қызығушылығын арттыруға ықпал етіп, алған білімдерін тәжірибеде қолдана білуге, есептің, ұтымды, жеңіл, тапқыр, стандарт емес жолдарын табуға бейімдейді. Есептердің шарттары мен талаптарының стандарт емес түрде берілуі, қалайда қойылған мәселені шешуге талпынысты қалыптастыру сияқты дәстүрлі емес әдістемелер халықаралық деңгейдегі білім алушылардың білімді меңгеру дәрежесіне зерттеулер жүргізгенде де көптеп қолданылып жүр.

Гуманизм идеялары мен дамыта отырып оқыту қағидалары математиканы оқытумен, соның ішінде стандарт емес қиындығы жоғары (күрделі) есептер шығарумен

байланысты болады. Өйткені, математикалық әрекеттерді қалыптастыруда, ойлау қабілетін жан-жақты дамытуда, сондай-ақ пәннің дұрыс және формальды жақтарының арақатынасы мен мағыналылығымен анықтауда қиындығы жоғары есептер қажетті құрал болып табылады.

Математикадан классификациялауға келмейтін қиындығы жоғары есептерді шешу барысында әртүрлі стандартты емес әдістерді пайдаланады. Мұндай әдіс санаулы есептерге бағдарланған, бірақ оларды шешу барысында білім мен біліктілікті пайдалану, қиындығы жоғары есептерді шешу үшін өте қажет. Мақалада **өзіндік** (сирек кездесетін тиімді) аралас әдісті пайдалану негізінде есептердің шешуін қарастырамыз.

1-мысал.

$$x^4 - 2 \cdot \sqrt{3} \cdot x^2 + x + 3 + \sqrt{3} = 0, \quad (1)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. $\sqrt{3} = a$ арқылы белгілейміз, сонда (1) теңдеуін $x^4 - 2ax^2 + x + a^2 - a = 0$ түрінде жазамыз. Алынған теңдеу параметр a -ға қатысты квадрат теңдеу болады:

$$a^2 - a(2x^2 + 1) + x^4 + x = 0, \quad (2)$$

(2) теңдеуінің екі түбірі $a_{1,2} = \frac{2x^2 + 1 \pm (2x - 1)}{2}$ болады, яғни $a_1 = x^2 + x$ және $a_2 = x^2 - x + 1$. a -ның осы мәндерін белгілеуге апарып қойсақ, x -ке қатысты екі $x^2 + x - \sqrt{3} = 0$ және $x^2 - x + 1 - \sqrt{3} = 0$ теңдеулерін аламыз.

$x^2 + x - \sqrt{3} = 0$ теңдеуінен $x_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4\sqrt{3}}}{2}$ және $x^2 - x + 1 - \sqrt{3} = 0$ теңдеуінен

$x_{3,4} = \frac{1 \pm \sqrt{4\sqrt{3} - 3}}{2}$ түбірлерін таптық.

$$\text{Жауабы: } x_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4\sqrt{3}}}{2}, \quad x_{3,4} = \frac{1 \pm \sqrt{4\sqrt{3} - 3}}{2}$$

2-мысал.

$$\sqrt{35 - 2\sqrt{45 - 2x}} = x - 5, \quad (3)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. Алдымен теңдеудегі айнымалы x -тің анықталу аймағын анықтаймыз:

$$\begin{cases} 45 - 2x \geq 0, \\ 35 - 2\sqrt{45 - 2x} \geq 0, \\ x - 5 \geq 0, \end{cases} \quad \leftarrow \text{осы жүйеден } 5 \leq x \leq 22,5$$

Енді жаңа айнымалы $y = \sqrt{45 - 2x}$ енгіземіз, сонда $x = \frac{45 - y^2}{2}$ және (3) теңдеуі

$$2\sqrt{35 - 2y} = 35 - y^2, \quad (4)$$

(мұндағы $0 \leq y \leq \sqrt{35}$) түріне келтірілді. (4) теңдеуінің екі жақ бөлігін квадрат дәрежеге шығарамыз, сонда y айнымалыға қатысты төртінші дәреже көрсеткішті теңдеу алынады, тиімді, $a = 35$ деп белгілеп, (4) теңдеуімен сәйкес келетін

$$2\sqrt{a - 2y} = a - y^2, \quad (5)$$

теңдеуін қарастырамыз. (5) теңдеуінің екі жақ бөлігін де квадрат дәрежеге шығарып, параметр a -ға қатысты квадрат теңдеу аламыз, яғни $a^2 - 2a(y^2 + 2) + y^4 + 8y = 0$ мұнан $a_{1,2} = y^2 + 2 \pm \sqrt{y^4 + 4y^2 + 4 - y^4 - 8y} = y^2 + 2 \pm \sqrt{4y^2 - 8y + 4} = y^2 + 2 \pm 2(y - 1)$ тең.

Осыдан $a_1 = y^2 + y$ және $a_2 = y^2 - 2y + 4$. Белгілеуіміз бойынша $a = 35$, олай болса, айнымалы y -ке қатысты $y^2 + 2y - 35 = 0$ және $y^2 - 2y - 31 = 0$ теңдеулер жиынтығы алынады. Жиынтықтың бірінші теңдеуінен $y_1 = 5$, $y_2 = -7$, ал екінші теңдеуінен $y_{3,4} = 1 \pm \sqrt{33}$ түбірлерін таптық, $0 \leq y < \sqrt{35}$ шартын тек қана $y_1 = 5$ қанағаттандырады, демек $y_1 = 5$ болса $x_1 = \frac{45 - y^2}{2} = 10$

Жауабы: $x_1 = 10$.

3-мысал.

$$x + \sqrt{3 + \sqrt{x}} = 3, \quad (6)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. $3 + \sqrt{x} = y$ арқылы белгілейміз, сонда (6) теңдеуінен теңдеулер жүйесін

$$\begin{cases} x + \sqrt{y} = 3, \\ 3 + \sqrt{x} = y \end{cases} \quad (7)$$

аламыз.

(7) теңдеулер жүйесінен $0 \leq x \leq 3 - \sqrt{3}$ және $y \geq 3$ болады. Егер (7) жүйесінің теңдеулерін мүшелеп қоссақ, онда $x + \sqrt{y} + 3 + \sqrt{x} = 3 + y$, $x - y + \sqrt{x} + \sqrt{y} = 0$, немесе $(\sqrt{x} + \sqrt{y}) \cdot (\sqrt{x} + \sqrt{y} + 1) = 0$, (8)

теңдеуі шығады.

Ал, $\sqrt{x} \geq 0$, $y \geq 0$ болғандықтан, $\sqrt{x} + \sqrt{y} > 0$ болады. Демек, (8) теңдеуден $\sqrt{x} - \sqrt{y} + 1 = 0$, немесе $\sqrt{y} = \sqrt{x} + 1$ теңдеуі алынды. Осыдан $y = (\sqrt{x} + 1)^2$ немесе $y = x + 2\sqrt{x} + 1$ теңдеуі шықты. Белгілеуіміз бойынша $3 + \sqrt{x} = y$, онда $3 + \sqrt{x} = x + 2\sqrt{x} + 1$ немесе $x + \sqrt{x} - 2 = 0$, айнымалы $\sqrt{x}$ -ке қатысты квадрат теңдеуін шешіп, $\sqrt{x} = 1$ немесе $x_1 = 1$ түбірін таптық.

Жауабы: $x_1 = 1$

Ескерту. 1. (6) теңдеуін параметр енгізу арқылы шешуге болады. Ол үшін $a = 3$ болғанда (6) теңдеуге, сәйкес келетін $x + \sqrt{a + \sqrt{x}} = a$ теңдеуін параметр a -ға қатысты шешу қажет.

2. (6) теңдеуді шешудің тағы да бір әдісі бар. $f(x) = x + \sqrt{3 + \sqrt{x}}$ болсын, онда $y = f(x)$ функциясы анықталу $x \geq 0$ облысында үзіліссіз және өспелі функция екенін көрсетуге болады. Сондықтан (6) теңдеудің бірден артық түбірі болмайды. Сұрыптау (таңдау) арқылы $x_1 = 1$ (6) теңдеудің жалғыз түбірі болатынын табамыз.

4-мысал.

$$\sqrt{3x^2 - 7x + 3} - \sqrt{3x^2 - 5x - 1} = \sqrt{x^2 - 2} - \sqrt{x^2 - 3x + 4}, \quad (9)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. (9) теңдеуін $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \frac{a-b}{\sqrt{a} + \sqrt{b}}$, мұндағы $a \geq 0, b \geq 0$ және $\sqrt{a} + \sqrt{b} > 0$ теңдігі негізінде түрлендіреміз, сонда (9) теңдеуінен

$$\frac{3x^2 - 7x + 3 - 3x^2 + 5x + 1}{\sqrt{3x^2 - 7x + 3} + \sqrt{3x^2 - 5x - 1}} = \frac{x^2 - 2 - x^2 + 3x - 4}{\sqrt{x^2 - 2} + \sqrt{x^2 - 3x + 4}}$$

немесе

$$\frac{-2(x-2)}{\sqrt{3x^2 - 7x + 3} + \sqrt{3x^2 - 5x - 1}} = \frac{3(x-2)}{\sqrt{x^2 - 2} + \sqrt{x^2 - 3x + 4}}, \quad (10)$$

теңдеуін аламыз, оның түбірі $x_1 = 2$ тең. Осы x -тің табылған мәнін тікелей (9) теңдеуге орнына апарып қойып, $x_1 = 2$ түбірі болатынына көз жеткіземіз.

(9) теңдеудің басқа түбірлері болмайтынын көрсетейік. $x \neq 2$ болсын, онда (10) теңдеуінің екі жағын да $(x-2)$ -ге бөлеміз және

$$\frac{-2}{\sqrt{3x^2 - 7x + 3} + \sqrt{3x^2 - 5x - 1}} = \frac{3}{\sqrt{x^2 - 2} + \sqrt{x^2 - 3x + 4}} \quad (11)$$

теңдеуін алдық.

(11) теңдеудің сол жақ бөлігі тек қана теріс мәндерді, ал оң жақ бөлігі - тек қана оң мәндерді қабылдайды, (11) теңдеудің басқа түбірлері жоқ.

Жауабы: $x_1 = 2$.

5-мысал.

$$\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3 - x + 1} = \sqrt[3]{x+1} + \sqrt[3]{x^3 - x}, \quad (12)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. $(a+b)^3 = a^3 + b^3 + 3ab(a+b)$ формуласын пайдаланып, (12) теңдеуінің екі жағын да куб дәрежеге шығарамыз, сонда

$$\begin{aligned} x + x^3 - x + 1 - 3(\sqrt[3]{x(x^3 - x + 1)}) \cdot (\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3 - x + 1}) = \\ = x + 1 + x^3 - x + 3 \cdot \sqrt[3]{(x+1)(x^3 - x)} \cdot (\sqrt[3]{x+1} + \sqrt[3]{x^3 - x}) \end{aligned}$$

түріне келтірілді.

Осы теңдеуден

$$\sqrt[3]{x(x^3 - x + 1)} \cdot (\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3 - x + 1}) = \sqrt[3]{(x+1)(x^3 - x)} \cdot (\sqrt[3]{x+1} + \sqrt[3]{x^3 - x}), \quad (13)$$

теңдеуін жазамыз.

Бірақ, есептің шарты бойынша $\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3 - x + 1} = \sqrt[3]{x+1} + \sqrt[3]{x^3 - x}$ тең, демек, (13) теңдеуі мына түрге келтіріледі:

$$(\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3 - x + 1}) \cdot (\sqrt[3]{x^4 - x^2 + x} - \sqrt[3]{x^4 + x^3 - x^2 - x}) = 0$$

Екі жағдайды қарастырамыз.

- 1) $\sqrt[3]{x} = -\sqrt[3]{x^3 - x + 1}$ болсын, онда $x = -x^3 + x - 1$ немесе $x^3 = -1$, яғни $x_1 = -1$ болады.
- 2) $\sqrt[3]{x^4 - x^2 + x} = \sqrt[3]{x^4 + x^3 - x^2 - x}$ болсын, сонда $x^3 - 2x = 0$ және $x_2 = 0, x_3 = -\sqrt{2}, x_4 = \sqrt{2}$ болады.

Тексеру жасап, айнымалы x -тің табылған мәндерінің бәрі (12) теңдеуінің түбірі болатындығын білеміз.

Жауабы: $x_1 = -1, x_2 = 0, x_{3,4} = \pm\sqrt{2}$

6-мысал.

$$\sqrt[4]{10+x^2+x} + \sqrt[4]{7-x^2-x} = 3, \quad (14)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. $\sqrt[4]{10+x^2+x} = u$ және $\sqrt[4]{7-x^2-x} = g$ арқылы белгілеп, (14) теңдеуінен екі u және g айнымалыларға қатысты теңдеулер жүйесі алынады.

$$\begin{cases} u + g = 3 \\ u^4 + g^4 = 17 \end{cases} \quad (15)$$

$u \geq 0, g \geq 0$ (15) теңдеулер жүйесінің екінші теңдеуінің сол жағын түрлендіреміз:

$$u^4 + g^4 = (u + g)^2 - 2u^2g^2 = ((u + g)^2 - 2u^2g^2) - 2u^2g^2$$

Ал, $u + g = 3$ болғандықтан $(9 - 2u^2g^2) - 2u^2g^2 = 17$ Мұнан $u^2g^2 = 2, u^2g^2 = 16$ тең болады.

Екі жүйені қарастырамыз:

$$\begin{cases} u + g = 3 \\ u^2g^2 = 2 \end{cases} \quad \text{және} \quad \begin{cases} u + g = 3 \\ u^2g^2 = 16 \end{cases}$$

Бірінші жүйенің түбірлері $u_1 = 1, g_1 = 2$ және $u_2 = 2, g_2 = 1$, ал екінші жүйенің түбірлері жоқ.

Олай болса, $\sqrt[4]{10+x^2+x} = 1$ және $\sqrt[4]{10+x^2+x} = 2$ тең. Айнымалы x -ке қатысты екі теңдеу алынды: $x^2 + x + 9 = 0$ және $x^2 + x - 6 = 0$. Бірінші теңдеудің түбірі болмайды, ал екінші теңдеуден $x_1 = -3$ және $x_2 = 2$

Жауабы: $x_1 = -3, x_2 = 2$.

7-мысал.

$$\frac{2x^2 + x + 4}{x^2 + 3} = \frac{3x^2 + x + 3}{2x^2 + 2} \quad (16)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. (16) теңдеуді пропорцияның келесі егер $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ болса, онда $\frac{a}{a-b} = \frac{c}{c-d}$, орындалатын қасиеттері негізінде түрлендіреміз, сонда (16) теңдеуі (17) түріне келеді:

$$\frac{2x^2 + x + 4}{x^2 + x + 1} = \frac{3x^2 + x + 3}{x^2 + x + 1}, \quad (17)$$

$x^2 + x + 1 > 0$ болғандықтан, (17) теңдеуден $2x^2 + x + 4 = 3x^2 + x + 3$ теңдеуін аламыз, яғни $x^2 = 1, x_{1,2} = \pm 1$. Демек, (16) теңдеуінің түбірлері $x_2 = 1$ және $x_1 = -1$ болады.

Жауабы: $x_1 = -1, x_2 = 1$.

Ескерту. Жоғарыдағы пайдаланған пропорцияның қасиетінің жалпы тұжырымдамасы бар.

Егер $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ болса, онда $\frac{na + mb}{pa + qb} = \frac{nc + md}{pc + qd}$ орындалады, мұндағы n, m, p, q - еркінше алынған нақты сандар, $p^2 + q^2 \neq 0$.

8-мысал.

$$8 \sin x = \frac{\sqrt{3}}{\cos x} + \frac{1}{\sin x}, \quad (18)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. (18) теңдеудегі айнымалы x -тің мүмкін мәндерінің аймағы $x \neq \frac{\pi}{2}n, n \in \mathbb{Z}$

$$(18) \text{ теңдеуден } 4 \sin^2 x \cdot \cos x = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin x + \frac{1}{2} \cos x, \quad 2 \sin 2x \cdot \sin x = \cos \left(x - \frac{\pi}{3} \right),$$

$$\cos x - \cos 3x = \cos \left(x - \frac{\pi}{3} \right), \quad \cos x - \cos \left(x - \frac{\pi}{3} \right) = \cos x, \quad -2 \sin \left(x - \frac{\pi}{6} \right) \cdot \sin \frac{\pi}{6} = \cos 3x,$$

$$\cos 3x + \sin \left(x - \frac{\pi}{6} \right) = 0, \quad \cos 3x + \cos \left(\frac{\pi}{2} - \left(x - \frac{\pi}{6} \right) \right) = 0, \quad \cos 3x + \cos \left(\frac{2\pi}{3} - x \right) = 0,$$

$$2 \cos \left(x + \frac{\pi}{3} \right) \cdot \cos \left(2x - \frac{\pi}{3} \right) = 0$$

Теңдеулер жиынтығын қарастырамыз:

$$\cos \left(x + \frac{\pi}{3} \right) = 0 \quad \text{және} \quad \cos \left(2x - \frac{\pi}{3} \right) = 0, \quad \text{осы теңдеулердің түбірлері: } x_1 = \frac{\pi}{6}(6k+1) \quad \text{және}$$

$$x_2 = \frac{\pi}{12}(6m+5), \quad k, m \in \mathbb{Z}$$

$$\textbf{Жауабы: } x_1 = \frac{\pi}{6}(6k+1), \quad x_2 = \frac{\pi}{12}(6m+5), \quad k, m \in \mathbb{Z}$$

9-мысал.

$$\lg(\arctg x) + \lg(\text{arcctg} x) = 0 \quad (19)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. Логарифмнің қасиетін пайдаланып, (19) теңдеуді

$$\arctg x \cdot \text{arcctg} x = 0 \quad (20)$$

түрінде жазамыз.

$$\arctg x = y \text{ арқылы белгілейміз. Ал, } -\frac{\pi}{2} < \arctg x < \frac{\pi}{2} \text{ екендігінен, (19) теңдеуінен}$$

$$\arctg x > 0 \text{ онда } 0 < y < \frac{\pi}{2}.$$

$$\arctg x = y \quad \text{болғандықтан, (20) теңдеуден } \text{arcctg} x = \frac{1}{y} \text{-ті жазамыз.}$$

$$\arctg x + \text{arcctg} x = \frac{\pi}{2} \quad \text{болғандықтан, } y + \frac{1}{y} = \frac{\pi}{2}. \quad \text{Бізге белгілі } a + \frac{1}{a} \geq 2 \text{ теңсіздігі}$$

$$\text{бойынша, егер } y > 0 \text{ болса, онда } y + \frac{1}{y} \geq 2. \text{ Осыған орай, } \frac{\pi}{2} < 2, \text{ демек, } y + \frac{1}{y} = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{теңдеуінің түбірі болмайды деген қорытынды жасауға болады.}$$

Жауабы: Түбірі жоқ.

10 -мысал.

$$4 \cdot \log_4 \left(6x^2 + \frac{3}{8x^2} + 13 \right) = 2 \cdot \cos \left(\frac{5\pi}{14 + \sin \pi x} \right) + 7, \quad (21)$$

теңдеуін шешу керек.

Шешуі. Алдымен, $n = 6$ болғанда Коши теңсіздігін қолданып, (21) теңдеуінің сол жағын төменнен бағалаймыз:

$$6x^2 + \frac{3}{8x^2} = 2x^2 + 2x^2 + 2x^2 + \frac{1}{8x^2} + \frac{1}{8x^2} + \frac{1}{8x^2} \geq 6 \cdot \sqrt[6]{2x^2 \cdot 2x^2 \cdot 2x^2 \cdot \frac{1}{8x^2} \cdot \frac{1}{8x^2} \cdot \frac{1}{8x^2}} = 6 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

онда $6x^2 + \frac{3}{8x^2} + 13 \geq 16$ немесе $4 \cdot \log_4 \left(6x^2 + \frac{3}{8x^2} + 13 \right) \geq 8$.

Әрі қарай (21) теңдеуінің оң жақ бөлігін жоғарыдан бағалаймыз. $-1 \leq \sin \pi x \leq 1$ болуына байланысты, $\frac{\pi}{3} \leq \frac{5\pi}{14 + \sin \pi x} \leq \frac{5\pi}{13}$ болады. $y = \cos x$ функциясы

$0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$ кесіндісінде үзіліссіз кемімелі функция екені белгілі және

$$\cos\left(\frac{5\pi}{14 + \sin \pi x}\right) \leq \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}. \text{ Осыған орай } 2\cos\left(\frac{5\pi}{14 + \sin \pi x}\right) + 7 \leq 8. \text{ Олай болса, (21)}$$

теңдеу, оның екі жақ бөлігі де 8-ге тең болғанда ғана теңдікке айналады. Сонымен жоғарыда қолданылған Коши теңсіздігі бұдан басқа және $\sin \pi x = 1$ болғанда теңдікке айналатынын білдіреді.

Осылайша, теңдеулер жүйесі алынды:

$$\begin{cases} 2x^2 = \frac{1}{8x^2}, \\ \sin \pi x = 1 \end{cases} \quad (22)$$

(22) жүйенің бірінші теңдеуінен $x_{1,2} = \pm 0,5$ -ді таптық. Бірақ, $x_1 = 0,5$ мәні жүйенің екінші теңдеуін қанағаттандырады.

Жауабы: $x_1 = 0,5$

11-мысал.

$$\begin{cases} \sqrt{x + \sqrt{y}} + \sqrt{x - \sqrt{y}} = 2 \\ \sqrt{y + \sqrt{x}} - \sqrt{y - \sqrt{x}} = 1 \end{cases} \quad (23)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. Белгілі $a + b = \frac{a^2 - b^2}{a - b}$ ($a \neq b$) теңдігін пайдаланып, (23) жүйенің бірінші теңдеуін қарастырамыз, сонда

$$\begin{aligned} \sqrt{x + \sqrt{y}} + \sqrt{x - \sqrt{y}} &= \frac{\left(\sqrt{x + \sqrt{y}}\right)^2 - \left(\sqrt{x - \sqrt{y}}\right)^2}{\sqrt{x + \sqrt{y}} - \sqrt{x - \sqrt{y}}} = \\ &= \frac{x + \sqrt{y} - (x - \sqrt{y})}{\sqrt{x + \sqrt{y}} - \sqrt{x - \sqrt{y}}} = \frac{2\sqrt{y}}{\sqrt{x + \sqrt{y}} - \sqrt{x - \sqrt{y}}} = 2 \end{aligned}$$

немесе

$$\sqrt{x + \sqrt{y}} - \sqrt{x - \sqrt{y}} = \sqrt{y} \quad (24)$$

Егер (23) жүйенің бірінші теңдеуі мен (24) теңдеуін қарастырсақ, келесі жүйені жазамыз:

$$\begin{cases} \sqrt{x + \sqrt{y}} + \sqrt{x - \sqrt{y}} = 2, \\ \sqrt{x + \sqrt{y}} - \sqrt{x - \sqrt{y}} = \sqrt{y} \end{cases} \quad (25)$$

Егер (25) жүйенің теңдеулерін қоссақ, онда $2\sqrt{x+\sqrt{y}} = \sqrt{y} + 2$ теңдеуі алынады, оның екі жағын квадрат дәрежеге шығарсақ $4x - y = 4$ теңдеуі шығады.

(23) жүйенің екінші теңдеуімен $a - b = \frac{a^2 - b^2}{a + b}, (a + b \neq 0)$ теңдігінің көмегімен

$$\sqrt{y+\sqrt{x}} - \sqrt{y-\sqrt{x}} = \frac{(\sqrt{y+\sqrt{x}})^2 - (\sqrt{y-\sqrt{x}})^2}{\sqrt{y+\sqrt{x}} + \sqrt{y-\sqrt{x}}} = \frac{y+\sqrt{x} - (y-\sqrt{x})}{\sqrt{y+\sqrt{x}} + \sqrt{y-\sqrt{x}}} = \frac{2\sqrt{x}}{\sqrt{y+\sqrt{x}} + \sqrt{y-\sqrt{x}}} = 1$$

немесе

$$\sqrt{y+\sqrt{x}} + \sqrt{y-\sqrt{x}} = 2\sqrt{x} \quad (26)$$

теңдеуін аламыз.

(23) жүйенің екінші теңдеуінен (26) теңдеу келесі жүйесі құрайды:

$$\begin{cases} \sqrt{y+\sqrt{x}} - \sqrt{y-\sqrt{x}} = 1, \\ \sqrt{y+\sqrt{x}} + \sqrt{y-\sqrt{x}} = 2\sqrt{x} \end{cases} \quad (27)$$

Осы жүйенің теңдеулерін қосып, $2\sqrt{y+\sqrt{x}} = 2\sqrt{x} + 1$ теңдеуін алып, екі жағын квадрат дәрежеге шығарамыз, $4x - 4y = -1$ теңдеуі алынады.

Сонымен $\begin{cases} 4x - y = 4 \\ 4x - 4y = -1 \end{cases}$ теңдеулер жүйесінен $x_1 = 17/12, y_1 = 5/3$ түбірлерін таптық.

Жауабы: $x_1 = 17/12, y_1 = 5/3$.

12-мысал.

$$\begin{cases} x^3 + y^3 - 3xy = 13 \\ x^2 + y^2 - xy - x - y = 6 \end{cases} \quad (28)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. Жақшаларды ашу жолымен оның оң жақ бөлігін дәлелдеуге болатын келесі теңдікті пайдаланамыз:

$$x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz = (x + y + z) \cdot (x^2 + y^2 + z^2 - xy - xz - yz) \quad (29)$$

Егер (29) теңдікке $z = 1$ қойсақ, онда келесі теңдікті аламыз.

$$x^3 + y^3 + 1 - 3xy = (x + y + 1) \cdot (x^2 + y^2 + 1 - xy - x - y) \quad (30)$$

(28) жүйені онымен мәндес келесі жүйе түрінде жазамыз:

$$\begin{cases} x^3 + y^3 + 1 - 3xy = 14 \\ x^2 + y^2 + 1 - xy - x - y = 7 \end{cases}$$

Осыдан және (30) теңдеуден $x + y + 1 = 2$ немесе $y = 1 - x$ шығады.

$y = (1 - x)$ -ті (28) жүйенің екінші теңдеуіне апарып қойсақ, сонда $x^2 + (1 - x)^2 - x(1 - x) - x - (1 - x) = 6$ немесе $x^2 - x - 2 = 0$ теңдеуінен $x_1 = 2$ және $x_2 = -1$ түбірлерін табамыз. $y = 1 - x$ болғандықтан, $y_1 = -1$ және $y_2 = 2$ болады.

Жауабы: $(2; -1), (-1; 2)$

13-мысал.

$$\begin{cases} \frac{y(xy-1)}{y^2+1} = \frac{2}{5} \\ \frac{x(xy-1)}{x^2+1} = \frac{1}{2} \end{cases} \quad (31)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. (31) жүйенің екінші теңдеуінен бірінші теңдеуін шегеріп, келесі теңдеуді аламыз.

$$\frac{x(xy-1)(y^2+1) - y(xy-1)(x^2+1)}{(x^2+1)(y^2+1)} = \frac{1}{10}, \quad \frac{(xy-1)(xy^2+x-yx^2-y)}{(x^2+1)(y^2+1)} = \frac{1}{10}$$

немесе

$$\frac{(xy-1)^2 \cdot (y-1)}{(x^2+1)(y^2+1)} = \frac{1}{10}, \quad (32)$$

(31) теңдеулер жүйесін $y^2+1 = \frac{5y(xy-1)}{2}$ және $x^2+1 = 2x(xy-1)$ теңдеулерін жазамыз. Егер x^2+1 және y^2+1 өрнектері үшін жазылғандарды (32) теңдеуге апарып қойсақ, онда $\frac{2(xy-1)^2 \cdot (y-x)}{10xy(xy-1)^2} = \frac{1}{10}$, $\frac{2(y-x)}{xy} = 1$ немесе $y = \frac{2x}{2-x}$ болады.

$y = \frac{2x}{2-x}$ өрнегін (31) жүйенің екінші теңдеуіне апарып қойсақ,

$$\begin{aligned} x \left(\frac{2x^2}{2-x} - 1 \right) &= \frac{1}{2}, \quad 2x \left(\frac{2x^2}{2-x} - 1 \right) = x^2 + 1, \quad 2x(2x^2 - 2 + x) = (x^2 + 1)(2 - x), \\ 5x^3 - 3x - 2 &= 0, \quad (5x^3 - 5) - (3x - 3) = 0, \quad (x-1)(5x^2 + 5x + 2) = 0 \end{aligned} \quad (33)$$

Егер $5x^2 + 5x + 2 > 0$ екенін ескерсек, онда (33) теңдеуден $x-1=0$ немесе $x=1$ шығады. Демек, $y = \frac{2x}{2-x}$ болғандықтан, $y_1 = 2$

Жауабы: $x_1 = 1, y_1 = 2$

14-мысал.

$$\begin{cases} x + \log_2 y = y \cdot \log_2 3 + \log_2 x, \\ x \cdot \log_2 72 + \log_2 x = 2y + \log_2 y \end{cases} \quad (34)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. Есептің шартынан $x > 0$ және $y > 0$. Логарифмнің қасиеттерін пайдаланып, (34) жүйені түрлендіреміз

$$\begin{cases} 2^x \cdot y = 3^y \cdot x, \\ 72^x \cdot x = 2^{2y} \cdot y \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} 2^x \cdot y = 3^y \cdot x, \\ 3^{2x} \cdot 2^{3x} \cdot x = 2^{2y} \cdot y \end{cases}$$

Соңғы жүйенің теңдеулерінің сол және оң жақ бөліктерін көбейтіп, $x \cdot 3^{2x} \cdot 2^{4x} = xy \cdot 3^y \cdot 2^{2y}$ теңдеуін аламыз. Өйткені $x > 0, y > 0$ онда соңғы теңдеуден $12^{2x} = 12^y$ немесе $2x = y$ тең. $y = 2x$ өрнегін $2^x \cdot y = 3^y \cdot x$ теңдеуіне апарып қоямыз және $2^x \cdot 2x = 3^{2x} \cdot x$ теңдеуінен аламыз. Ал, $x > 0$, онда $2^{x+1} = 3^{2x}$ болады. Алынған

теңдеулерді екі негізі бойынша логарифмдейміз, сонда $x+1=2x \cdot \log_2 3$ немесе $x_1 = \frac{1}{2\log_2 3 - 1}$ $y = 2^x$, олай болса, $y_1 = \frac{2}{2\log_2 3 - 1}$ тең.

Жауабы: $x_1 = \frac{1}{2\log_2 3 - 1}$, $y_1 = \frac{2}{2\log_2 3 - 1}$

15-мысал.

$$\begin{cases} x^2 + 5y^2 - 4xy + 2x - 6y + 2 = 0 \\ 3x^2 - 2y^2 + xy - 3x + 2y - 1 = 0 \end{cases} \quad (35)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. (35) жүйенің бірінші теңдеуін келесі түрде түрлендіреміз:

$$x^2 + 5y^2 - 4xy + 2x - 6y + 2 = 0, \quad x^2 + 2x(1-2y) + (1-2y)^2 - (1-2y)^2 + 5y^2 - 6y + 2 = 0,$$

$$(x-2y+1)^2 + y^2 - 2y + 1 = 0, \quad (x-2y+1)^2 + (y-1)^2 = 0$$

Осыдан (35) жүйенің бірінші теңдеуі $x-2y+1=0$ және $y-1=0$ теңдеулер

жүйесімен мәндес, түбірлері $x_1=1$ және $y_1=1$ тең.

Табылған x_1 және y_1 мәндерін (35) жүйенің екінші теңдеуіне апарып қойып, $x_1=1$ және $y_1=1$, бастапқы жүйенің түбірі болатынын анықтадық.

Жауабы: $x_1=1$, $y_1=1$

Елімізде математика пәнін оқытатын кадрлардың кәсіптік құзыреттілігін қалыптастыру – олардың пән бойынша білімін шыңдаумен қатар, жалпы интеллектуалдық ойлау кеңістігін кеңейтуді талап етеді. Математика пәні мұғалімдерінің алдында тұрған басты міндет – оқушыларды математикаға қызықтыру.

Демек, есеп шығару математиканы оқытудың ажырамас бөлігі, себебі есеп шығару математикалық ұғымдарды қалыптастырып, байытуға, оқушылардың математикалық ойлауын өрістетуге, білімдерін тәжірибеде қолдануға, табандылық, ізденгіштік, еңбек сүйгіштік қасиеттері мен шығармашылық қабілетін тәрбиелеу үшін өте маңызды. Сондықтан болашақ математика пәнінің мұғалімдерін кәсіби маман ретінде даярлауда математикадан арнайы курстарда, математика есептерін шешуге үйрету әдістемесі пәндерін оқыту барысында қиындығы жоғары (күрделі) есептерді аралас әдіс-тәсілдерімен шығартып, үйретудің мәні зор.

1. Азаров А.И., Барвенов С.А., Федосенко В.С. Математика для старшеклассников. Мн. 2003.
2. Алексеев А.Б., Климова А.А., Математика. СПб., 2004.
3. Кушнир И.А. Шедевры школьной математики. В 2т. Киев, 1995.
4. Асқарова М.А. Математика есептерін шешу практикумы. 1,2 бөлім. Алматы 2007.

СИММЕТРИЯЛЫ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕЛЕРІН ШЕШУ ӘДІСТЕРІ

(Алматы қ. Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье изучаются и приводятся нестандартные методы решения симметрических систем уравнений. Применение предлагаемых методов иллюстрируется на решении многих задач повышенной сложности. При решении сложных задач по математике используются самые разнообразные нестандартные методы. Их применение требует от учащихся несколько необычных рассуждений. Незнание и непонимание нестандартных методов существенно уменьшает область успешно решаемых задач по математике. Тем более, что такие методы не изучаются в общеобразовательный школе.

In this paper, and are non-standard methods for solving symmetric systems of equations. Application of the proposed method is illustrated in solving many problems of high complexity. When solving complex problems in mathematics using a variety of exciting ways. Their application requires students to some unusual arguments. Ignorance and misunderstanding of unconventional methods significantly reduces the area of successfully solved problems in mathematics. Moreover, that such methods are not being taught in secondary school.

Бір қатар жағдайларда айнымалылардың қосылғыштары немесе көбейткіштері симметриялы түрде берілген теңдеулер жүйелерін шешуге тура келеді. Осындай қасиеттері бар жүйелер симметриялы деп аталады. Мұндай теңдеулер жүйелерінің дербес түрлеріне мысалға келесі жүйелерді атауға болады:

$$\begin{cases} f(x) + g(x) = a, \\ f(x) + h(x) = b, \\ g(x) + h(x) = c \end{cases} \quad (1)$$

және

$$\begin{cases} f(x) \cdot g(x) = a, \\ f(x) \cdot h(x) = b, \\ g(x) \cdot h(x) = c. \end{cases} \quad (2)$$

(1) жүйесін шешу әдісі берілген жүйедегі теңдеулердің сол және оң жақ бөліктерін қосып, $f(x) + g(x) + h(x) = \frac{1}{2}(a + b + c)$ теңдеуіне келтіру максатын көздейді.

Содан кейін соңғы алынған теңдеуден (1) жүйенің теңдеулерінен кезекпен алдымен үшінші, екінші, бірінші теңдеулерін шегеріп, нәтижесінде

$$\begin{cases} f(x) = \frac{1}{2}(a + b - c), \\ g(x) = \frac{1}{2}(a - b + c), \\ h(x) = \frac{1}{2}(-a + b + c) \end{cases}$$

жүйесін аламыз.

(2) теңдеулер жүйесін шешу барысында жүйедегі теңдеулердің сол және оң жақ бөліктерін көбейту қажет. Сонда $f^2(x) \cdot g^2(x) \cdot h^2(x) = abc$ немесе $f(x) \cdot g(x) \cdot h(x) = \pm \sqrt{abc}$ теңдеуі алынады.

Мұнда $abc \geq 0$ шартының орындалуы тиіс. Алынған теңдеуді кезекпен (2) жүйенің теңдеулеріне бөліп, нәтижесінде $f(x), g(x), h(x)$ – қа қатысты екі жүйелерді аламыз:

$$\begin{cases} f(x) = \sqrt{\frac{ab}{c}}, \\ g(x) = \sqrt{\frac{ac}{b}}, \\ h(x) = \sqrt{\frac{bc}{a}} \end{cases} \quad \text{және} \quad \begin{cases} f(x) = -\sqrt{\frac{ab}{c}}, \\ g(x) = -\sqrt{\frac{ac}{b}}, \\ h(x) = -\sqrt{\frac{bc}{a}}. \end{cases}$$

$f(x), g(x), h(x)$ – ке қатысты алынған теңдеулер жүйесін шешу (1), (2) теңдеулер жүйелерін шешуге қарағанда тиімді. Бұл әдіс – симметриялы теңдеулер жүйесіндегі теңдеулердің саны еркінше берілген жағдайды жалпылайтындығын атауға болады.

Симметриялы теңдеулер жүйесінің берілу ерекшеліктеріне қарай, оларды шешудің көптеген түрлі әдістері бар. Мысалдар арқылы, есептерді шығарудың әдіс-тәсілдерін келтірейік.

1.

$$\begin{cases} xy + xz = 5, \\ xy + yz = 8, \\ xz + yz = 9 \end{cases} \quad (3)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі. Жүйедегі теңдеулердің сол және оң жақ бөліктерін қосып, $xy + xz + yz = 11$ теңдеуін аламыз. Осы теңдеуден кезекпен (3) жүйенің теңдеулерін шегерсек, $xy = 2, xz = 3, yz = 6$ теңдеулері алынады. Егер осы соңғы теңдеулерді өзара көбейтсек, онда $x^2 y^2 z^2 = 36$ немесе $xyz = \pm 6$ шығады.

Екі жағдайы болуы мүмкін. 1) Егер $xyz = 6$ және $xy = 2, xz = 3, yz = 6$ болса, онда $x_1 = 1, y_1 = 2$ және $z_1 = 3$ болады.

2) Егер $xyz = -6$ тең болса, онда $x_2 = -1, y_2 = -2$ және $z_2 = -3$ тең.

Жауабы: $x_1 = 1, y_1 = 2, z_1 = 3; x_2 = -1, y_2 = -2, z_2 = -3$.

2.

$$\begin{cases} \frac{xy}{x+y} = 15, \\ \frac{xz}{x+z} = 12, \\ \frac{yz}{y+z} = 20 \end{cases} \quad (4)$$

жүйесін шешіндер

Шешуі. Жай түрлендіру жасап (4) – ші жүйеден

$$\begin{cases} \frac{x+y}{xy} = \frac{1}{15}, \\ \frac{x+z}{xz} = \frac{1}{12}, \\ \frac{y+z}{yz} = \frac{1}{20} \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} \frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{15}, \\ \frac{1}{x} + \frac{1}{z} = \frac{1}{12}, \\ \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{20}. \end{cases}$$

жүйесіне келеміз. Осы жүйеден

$$2\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z}\right) = \frac{1}{15} + \frac{1}{12} + \frac{1}{20} = \frac{1}{5} \quad \text{немесе} \quad \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{10} \quad \text{теңдеуін аламыз. Сонда}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{20}, \frac{1}{y} = \frac{1}{10} - \frac{1}{12} = \frac{1}{60}, \frac{1}{z} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{30} \quad \text{немесе} \quad x = 20, y = 60 \quad \text{және} \quad z = 30.$$

Жауабы: $x = 20, y = 60$ және $z = 30$.

3.

$$\begin{cases} xy + x + y = 1, \\ xz + x + z = 2, \\ yz + y + z = 5 \end{cases} \quad (5)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі: Егер (5) жүйенің әрбір теңдеуінің екі жақ бөлігіне 1-де қоссақ, онда

$$\begin{cases} xy + x + y + 1 = 2, \\ xz + x + z + 1 = 3, \\ yz + y + z = 6 \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} (x+1)(y+1) = 2, \\ (x+1)(z+1) = 3, \\ (y+1)(z+1) = 6. \end{cases}$$

жүйесі шығады. Соңғы жүйенің сол және оң жақ бөліктерін көбейтсек,

$$(x+1)^2 \cdot (y+1)^2 \cdot (z+1)^2 = 36, \quad \text{немесе} \quad (x+1)(y+1)(z+1) = \pm 6. \quad \text{теңдеуін аламыз.}$$

Екі жағдайын қарастырамыз.

$$1) \quad (x+1)(y+1)(z+1) = 6 \quad \text{болсын, онда} \quad x+1 = \frac{6}{(y+1)(z+1)} = 1,$$

$$y+1 = \frac{6}{(x+1)(z+1)} = 2, \quad z+1 = \frac{6}{(x+1)(y+1)} = 3, \quad \text{немесе} \quad x_1 = 0, y_1 = 1, z_1 = 2 \quad \text{тең болады.}$$

$$2) \quad \text{Егер} \quad (x+1)(y+1)(z+1) = -6 \quad \text{болсын, онда алдыңғы жағдайндағыдай}$$

$$x_2 = -2, y_2 = -3 \quad \text{және} \quad z_2 = -4 \quad \text{тең екендігі табылады.}$$

Жауабы: $x_1 = 0, y_1 = 1; z_1 = 2; x_2 = -2, y_2 = -3, z_2 = -4$.

4.

$$\begin{cases} x^2 + xy + y^2 = 37, \\ x^2 + xz + z^2 = 28, \\ y^2 + yz + z^2 = 19 \end{cases} \quad (6)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі. $x \neq y, x \neq z, y \neq z$. Мысалы, егер $x = y$ десек, онда (6) жүйенің екінші теңдеуі үшінші теңдеуімен қайшылықта болады.

Мұндай жағдайда (6) теңдеулер жүйесі келесі теңдеулер жүйесімен мәндес.

$$\begin{cases} (x^2 + xy + y^2)(x - y) = 37(x - y), \\ (x^2 + xz + z^2)(z - x) = 28(z - x), \\ (y^2 + y + z^2)(y - z) = 19(y - z) \end{cases} \quad \text{немеес} \quad \begin{cases} x^3 - y^3 = 37(x - y), \\ z^3 - x^3 = 28(z - x), \\ y^3 - z^3 = 19(y - z). \end{cases} \quad (7)$$

Егер (7) теңдеулер жүйесіндегі сәйкесінше теңдеулердің сол және оң бөліктерін қосып, $37x - 37y + 28z - 28x + 19y - 19z = 0$ теңдеуінен $x + z = 2y$ теңдеуін аламыз.

$x + z = 2y$ теңдеуіндегі айнымалылар x, y, z , айырмасы $d \neq 0$ болатын арифметикалық прогрессия құрайды деп санайық. Бұл жағдайда $x = y - d$ және $z = y + d$ болады.

Әрі қарай, $x = y - d$ және $z = y + d$ өрнектерін сәйкесінше бастапқы берілген (6) жүйенің бірінші және үшінші теңдеуіне апарып қоямыз, сонда келесі жүйе алынады:

$$\begin{cases} (y - d)^2 + y(y - d) + y^2 = 37, \\ y^2 + y(y + d) + (y + d)^2 = 19, \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} 3y^2 - 3yd + d^2 = 37, \\ 3y^2 + 3yd + d^2 = 19, \end{cases}$$

Егер осы соңғы жүйенің бірінші теңдеуінен екінші теңдеуін шегерсек:

$$yd = -3 \quad \text{және} \quad \begin{cases} yd = -3 \\ 3y^2 + d^2 = 28 \end{cases} \quad \text{шығады.}$$

Бұдан $3y^2 + 9/y^2 = 28$, $3y^4 - 28y^2 + 9 = 0$ немесе $y^2 = 9$, $y^2 = 1/3$. Ал, $d = -3/y$ тең екендігінен, $y_1 = 3$, $d_1 = -1$; $y_2 = -3$, $d_2 = 1$; $y_3 = 1/\sqrt{3}$, $d_3 = -3\sqrt{3}$; $y_4 = -1/\sqrt{3}$, $d_4 = 3\sqrt{3}$ шығады.

Енді $x = y - d$ және $z = y + d$, өрнектерін пайдаланып, (6) жүйенің түбірлерін аламыз.

Жауабы: $x_1 = 4$, $y_1 = 3$, $z_1 = 2$; $x_2 = -4$, $y_2 = -3$; $z_2 = -2$; $x_3 = 10/\sqrt{3}$, $y_3 = 1/\sqrt{3}$; $z_3 = -8/\sqrt{3}$; $x_4 = -10/\sqrt{3}$; $y_4 = -1/\sqrt{3}$; $z_4 = 8/\sqrt{3}$.

5.

$$\begin{cases} (x^3 + 1)(y^3 + 1) = 56, \\ xy + x + y = 7. \end{cases} \quad (8)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі: (8) теңдеулер жүйесінен $x \neq -1$ және $y \neq -1$ байқауға болады. Жүйедегі теңдеулерді түрлендіріп,

$$\begin{cases} (x^3 + 1)(y^3 + 1) = 56, \\ (x + 1)(y + 1) = 8, \end{cases} \quad (9)$$

түріне келтірдік.

$x \neq -1$ және $y \neq -1$ болғандықтан, (9) жүйенің бірінші теңдеуін екінші теңдеуіне бөліп, мәндес жүйе аламыз:

$$\begin{cases} (x^2 - x + 1)(y^2 - y + 1) = 7, \\ xy + x + y = 7, \end{cases} \quad \begin{cases} xy \cdot ((xy - (x + y) + (x + y))^2 - (xy + x + y)) = 6, \\ xy + x + y = 7, \end{cases}$$

$$\begin{cases} xy(xy - (x + y)) + (x + y)^2 = 13, \\ xy + x + y = 7, \end{cases} \quad (10)$$

Жаңа айнымалы $x + y = u, xy = g$ енгізіп, (10) жүйені

$$\begin{cases} g(g - u) + u^2 = 13, \\ U + g = 7 \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} U^2 + g^2 - Ug = 13, \\ U + g = 7 \end{cases}$$

түрінде жазамыз. Соңғы теңдеулер жүйесінің түбірлері $u_1 = 3, g_1 = 4$ және $u_2 = 4, g_2 = 3$ болады.

Енді екі жүйені қарастырамыз:

$$\begin{cases} x + y = 3, \\ xy = 4. \end{cases} \quad \text{және} \quad \begin{cases} x + y = 4, \\ xy = 3 \end{cases}$$

Бірінші жүйенің түбірлері болмайды, ол екінші жүйеден $x_1 = 1, y_1 = 3$ және $x_2 = 3, y_2 = 1$. табамыз.

Жауабы: $x_1 = 1, y_1 = 3; x_2 = 3, y_2 = 1$.

Ескерту. Екі x, y айнымалылары бар симметриялы екі теңдеулер жүйесін стандарт $x + y = u, xy = g$ жаңа айнымалылар енгізу арқылы шешу тиімді.

6.

$$\begin{cases} (x^2 + 1)(y^2 + 1) = 10, \\ (x + y)(xy - 1) = 3. \end{cases} \quad (11)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі. (11) жүйесі

$$\begin{cases} (x + y)^2 + (xy - 1)^2 = 10, \\ (x + y)(xy - 1) = 3 \end{cases} \quad (12)$$

теңдеулер жүйесімен мәндес.

Жаңа $x + y = u$, және $xy - 1 = g$, жаңа айнымалылар енгізіп (12) жүйені

$$\begin{cases} U^2 + g^2 = 10, \\ Ug = 3 \end{cases}$$

түрінде жазамыз, осы жүйенің түбірлері

$$U_1 = 1, g_1 = 3; U_2 = -1, g_2 = -3; U_3 = 3, g_3 = 1; \text{ және } U_4 = -3, g_4 = -1.$$

$x + y = u$ және $xy - 1 = g$ өрнектерінен, x, y айнымалыларына қатысты төрт жүйені қарастырамыз:

$$\begin{cases} x + y = 1, \\ xy = 4 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = -1, \\ xy = -2, \end{cases} \quad \begin{cases} x + 3 = 3 \\ xy = 2 \end{cases} \quad \text{және} \quad \begin{cases} x + y = -3, \\ xy = 0. \end{cases}$$

Бірінші теңдеулер жүйесінің шешімі болмайды. Қалған жүйелерді шешіп, келесі түбірлерін табамыз:

$$x_1 = 1, y_1 = -2; x_2 = -2, y_2 = 1; x_3 = 1; y_3 = 2; x_4 = 2, y_4 = 1; x_5 = 0, y_5 = -3; x_6 = -3; y_6 = 0.$$

Жауабы: жоғарыға қараңыз.

Ескерту. (11) теңдеулер жүйесі үйлесімді болуы үшін $-\frac{1}{2} \leq \frac{(x+y) \cdot (xy-1)}{(x^2+1)(y^2+1)} \leq \frac{1}{2}$

теңсіздігінің орындалуы қажетті. Осы қос теңсіздіктің дәлелдеуін келтірейік.

Дәлелденуі. $x = \operatorname{tg} \alpha, y = \operatorname{tg} \beta$ арқылы белгімен, мұндағы $-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}$ және $-\pi/2 < \beta < \pi/2$ аралығында болсын. Бұл жағдайда

$$\frac{(x+y)(1-xy)}{(1+x^2)(1+y^2)} = \frac{(tg \alpha + tg \beta)(1-tg \alpha \cdot tg \beta)}{(1+tg^2 \alpha)(1+tg^2 \beta)} = \frac{\frac{\sin(a+\beta)}{\cos a \cdot \cos \beta} \cdot \frac{\cos(a+\beta)}{\cos a \cdot \cos \beta}}{\frac{1}{\cos^2 a} \cdot \frac{1}{\cos \beta}} = \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta) =$$

$$\frac{1}{2} \sin 2(\alpha + \beta).$$

$$\text{Ал, } -\frac{1}{2} \leq \frac{1}{2} \sin 2(\alpha + \beta) \leq \frac{1}{2}. \text{ Олай болса қос теңсіздік дәлелденді. Демек (11)}$$

теңдеулер жүйесі жоғарыдағы шартты қанағаттандырады.

7.

$$\begin{cases} x + y + z = 3, \\ x^2 + y^2 + z^2 = 5 \\ x^4 + y^4 + z^5 = 17. \end{cases} \quad (13)$$

жүйесін шешу керек.

Шешуі: (13) жүйе келесі теңдеулер жүйесімен мәндес:

$$\begin{cases} x + y = 3 - z, \\ x^2 + y^2 = 5 - z^2 \\ x^4 + y^4 = 17 - z^4 \end{cases} \quad (14)$$

(14) теңдеулер жүйесінің бірінші теңдеуін квадрат дәрежеге шығарамыз, содан кейін онан екінші теңдеуді шегереміз. Сонда $xy = z^2 - 3z + 2$ теңдеуі алынады.

Әрі қарай, (14) жүйенің екінші теңдеуін квадраттап, одан үшінші теңдеуін шегеріп, $x^2 y^2 = z^4 - 5z^2 + 4$ теңдеуін аламыз. Осы алынған екі теңдеуден айнымалы Z -ке қатысты.

$(z^2 - 3z + 2)^2 = z^2 - 5z^2 + 4$ немесе $z^3 - 3z^2 + 2z = 0$ теңдеуін жазуға болады. Бұдан $z_1 = 0, z_2 = 1, z_3 = 2$.

Табылған Z -тің мәндерін (14) жүйенің бірінші және екінші теңдеулеріне апарып қойып, x, y айнымалыларға қатысты үш теңдеулер жүйелерін аламыз:

$$\begin{cases} x + y = 3, \\ x^2 + y^2 = 5, \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 2, \\ x^2 + y^2 = 4, \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 1 \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases} \quad (15)$$

(15) теңдеулер жүйелерінің жиынтығының алты жұп түбірлері болады:

$$\begin{aligned} x_1 = 1, y_1 = 2; \quad x_2 = 2, y_2 = 1; \quad x_3 = 0, y_3 = 2; \\ x_4 = 2, y_4 = 0; \quad x_5 = 0, y_5 = 1, x_6 = 1, y_6 = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

теңдеулер жүйесін шешу барысында оның бірінші және екінші теңдеулерін квадраттау операциялары орындалғандықтан, табылған x, y, z мәндерін тексеру талап етіледі.

Бірақ, (13) жүйенің теңдеулеріндегі айнымалылардың симметриялылығына байланысты, осы жүйедегі теңдеуге тек қана $x_1 = 1, y_1 = 2, z_1 = 0$ мәндерін қойып, осы үш сан түбірі болатындығына көз жеткізуге болады.

Жауабы: $x_1 = 1, y_1 = 2, z_1 = 0; x_2 = 2, y_2 = 1, z_1 = 0; x_3 = 0, y_3 = 2, z_2 = 1; x_4 = 2, y_4 = 0, z_2 = 1; x_5 = 0, y_5 = 1, z_3 = 2; x_6 = 1, y_6 = 0, z_3 = 2$.

8.

$$\begin{cases} 2^x + 3^x = 5^y, \\ 2^y + 3^y = 5^z, \\ 2^z + 3^z = 5^x \end{cases} \quad (16)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. (16) теңдеулер жүйесін

$$\begin{aligned} y &= \log_5(2^x + 3^x), \\ z &= \log_5(2^y + 3^y), \\ x &= \log_5(2^z + 3^z) \end{aligned} \quad (17)$$

түрінде жазамыз.

$f(x) = \log_5(2^x + 3^x)$ болсын, сонда (17) теңдеулер жүйесін функционалдық теңдеулер түрінде

$$f(f(f(x))) = x. \quad (18)$$

жазуға болады.

Сондай-ақ, $y = f(x)$ функциясы бүкіл ox сан өсінде өспелі функция болады, олай болса, (18) теңдеу $f(x) = x$ теңдеуімен мәндес, яғни $\log(2^x + 3^x) = x$ немесе

$$2^x + 3^x = 5^x. \text{ Осы соңғы теңдеуді } \left(\frac{2}{5}\right)^x + \left(\frac{3}{5}\right)^x = 1 \quad (19) \text{ түрінде жазамыз.}$$

(19) теңдеудің сол жақ бөлігі үзіліссіз кемілмелі функция ал оң жақ бөлігі тұрақты, сондықтан (19) теңдеудің бірден артық түбірі болмайды, оны сұрыптау арқылы табады. $x=1$ делік. Осы мәнді (16) теңдеулер жүйесіне апарып қойып, $y_1 = 1$ және $x=1$ алдық.

Жауабы: $x = 1, y = 1, z = 1$.

9.

$$\begin{cases} \log_2 x + \log_4 y + \log_4 z = 2, \\ \log_3 y + \log_9 z + \log_9 x = 2, \\ \log_4 z + \log_{16} x + \log_{16} y = 2. \end{cases} \quad (20)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. Логарифмнің қасиеттерін пайдаланып, жүйенің әрбір теңдеуін бірдей негізге келтіреміз.

$$\begin{cases} \log_2 x + \frac{1}{2} \log_2 y + \frac{1}{2} \log_2 z = 2, \\ \log_3 y + \frac{1}{2} \log_3 z + \frac{1}{2} \log_3 x = 2, \\ \log_4 z + \frac{1}{2} \log_4 x + \frac{1}{2} \log_4 y = 2. \end{cases}$$

Енді, мұны келесі түрде:

$$\begin{cases} \log_2(x\sqrt{yz}) = 2, \\ \log_3(y\sqrt{xz}) = 2, \\ \log_4(z\sqrt{xy}) = 2, \end{cases} \quad \text{немесе} \quad \begin{cases} x\sqrt{yz} = 4, \\ y\sqrt{xz} = 9, \\ z\sqrt{xy} = 16 \end{cases} \quad (21)$$

жазамыз. (21) теңдеулер жүйесіндегі теңдеулердің сол және оң жақ бөліктерін көбейтіп $x^2 y^2 z^2 = 576$ немесе $xyz = \pm 24$ теңдігін аламыз. (21) жүйедегі айнымалы x, y, z -тің мүмкін мәндерінің облысы $x > 0, y > 0$, және $z > 0$, олай болса $xyz = 24$ тең болады.

(21) жүйедегі әрбір теңдеуді квадраттаймыз, алынған теңдеуді $xyz = 24$ -ке бөлеміз, сонда $x = 2/3, y = 27/8$, және $z = 32/3$ тең.

Жауабы: $x = 2/3, y = 27/8, z = 32/3$.

10.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + \dots + 9x_9 + 10x_{10} = 55, \\ x_2 + 2x_3 + \dots + 9x_{10} + 10x_1 = 55, \\ \text{-----} \\ x_{10} + 2x_1 + \dots + 9x_8 + 10x_9 = 55. \end{cases} \quad (22)$$

теңдеулер жүйесін шешу керек.

Шешуі. (22) жүйедегі теңдеулердің бәрін қоссақ, онда

$$x_1 + x_2 + \dots + x_{10} = 10 \quad (23)$$

теңдеуі шығады.

Егер (22) жүйедегі екінші теңдеуден бірінші теңдеуін шегерсек, $9x_1 - x_2 - \dots - x_{10} = 0$ теңдеуін аламыз. Осыдан және (23) теңдеуден $10x_1 = 10$ немесе $x_1 = 1$ болатындығы шығады.

Осылайша талқылау жасау арқылы, $x_2 = \dots = x_{10} = 1$ екендігі табылады.

Жауабы: $x_1 = x_2 = \dots = x_{10} = 1$.

11. Параметр a -ның қандай мәндерінде

$$\begin{cases} x \geq (y - a)^2, \\ y \geq (x - a)^2 \end{cases} \quad (24)$$

жүйесінің бір ғана шешімі болады?

Шешуі. x, y айнымалылары (24) жүйеде симметриялы түрде берілген, сондықтан оның жалғыз шешімін $x = c$ және $y = c$ түрінде іздеуіміз керек, мұндағы $c \geq 0$.

$x = y = c$ -ны (24) жүйенің кез келген теңсіздігіне қойсақ, сонда $c \geq (c - a)^2$ немесе $c^2 - c(2a + 1) + a^2 \leq 0$ түрінде болады. Квадрат теңсіздіктің бір ғана шешімі болуы үшін оның дискриминатын нөлге теңестіру қажет, яғни $(2a + 1)^2 - 4a^2 = 0$, $4a + 1 = 0$ немесе $a = -1/4$.

Жауабы: $a = -1/4$.

Осындай есептерді стандарт емес әдіс-тәсілдермен шығаруды оқып үйрену арқылы студенттер өздерінің кәсіби білімі мен біліктілігін дамытады. Сонымен қатар, олардың логикалық ойлауы мен стандарт емес ойлауларын да дамытуға ықпал етері сөзсіз.

КВАНТТЫҚ ОПТИКАНЫ БЕЙІНДІК МЕКТЕПТЕ ОҚИТУ ӘДІСТЕМЕСІ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *- студент)*

В работе рассмотрены особенности методики изучения раздела «Квантовая оптика», которые определяются местом этого раздела в школьном курсе физики и спецификой изучаемого в нем материала.

In the given work features of a technique of studying of section «Quantum optics» which are defined by a place of this section in a school course of physics and specificity of a material studied in it are considered.

Физиканы оқытудың жоғарғы сатысында (10-11 сыныптар), орта мектептің жаңа концепциясына сәйкес, білім берудің мазмұны бейіндік деңгейде жүзеге асып, физика – оқушылардың жан-жақты дамуымен қатар, болашақ мамандықтарын таңдай білуге жұмылдырады.

Қазір мектеп бағдарламасында кванттық физика мәселелеріне көңіл бөлуді күшейтіп отыр. Бағдарламаға мазмұны жаңартылған, «Кванттық оптика» бөлімі енгізілді. Әрі негізгі физика курсына, сапалық деңгейде болса да, атом құрылысы мен оның кванттық пайымдаулары бар. Орта мектепке кванттық оптика негіздерін енгізу – күрделі әдістемелік мәселе. Кванттық механика объектілерінің (бөлшек – толқын) көрнекілігі аз, математикалық аппараты күрделі, алғашқы идеялары мен ұғымдарының үйреншікті еместігі едәуір қиындықтар туғызады. Сондықтан, кванттық оптика мәселелерін мектеп курсына оқыту әдістемесін жасау өзекті мәселелер қатарына жатады.

Бұл жаңа бөлімнің негізгі танымдық мақсаттары – микродүние аймағында әсер ететін өзгеше заңдармен таныстыру және негізгі мектепте басталған, заттардың құрылымы туралы ұғымды қалыптастыруды аяқтау.

Кванттық оптиканы оқытудың ерекшеліктері мектептің физика курсынағы орыны мен ондағы оқытылатын материалдардың өзгешеліктеріне байланысты анықталады.

Аталған бөлім, физика курсының соңына таман, әрі сандық деңгейде тұңғыш рет қарастырылады. Бұған дейін оқушыларға, іс жүзінде бөлшектердің, зат пен өрістің қасиеттерінің дуализмі, энергияның дискреттілігі, атом ядросының қасиеттері, элементар бөлшектер туралы айтылған емес. Тек атом мен оның ядросының құрылысы туралы ең бастапқы ұғымдарды физиканың негізгі (алғашқы) бөлімінде және толығырақ химия курсына өткен. Осы жағдай оқытушыдан, оқу процесін өткен материалдарды оқушылардың терең және берік меңгеруін қамтамасыз ететіндей етіп, ұйымдастыруды талап етеді. Өткен материалдарды бекіту мен ондағы алған білімдерін есептер шығару, зертханалық жұмыстар орындау, дидактикалық материалдармен жұмыс істеу барысында пайдалана білуге үйрету үшін, ойластырылған нақты шараларды жүзеге асыру қажет. Өткен тақырыптарды жақсы түсініп, ойдағыдай меңгеруге мысалы, түрлі объектілерге байланысты де Бройль толқынының ұзындықтарын, ядроның өлшемін, оның тығыздығы мен байланыс энергиясын және т.б. шамаларды бағалай отырып есептеу, зор ықпал етеді. Қазір мектептер түгелге жуық компьютермен жабдықталғандықтан, мұндай есептеулер көп уақыт алмайды, ал олардың нәтижелері зор сенімділік туғызады.

Өткен материалды сапалы меңгеруі үшін бұрынғы алған білімдеріне сүйенгендері абзал. Мысалы, радиоактивті ыдыраудың ығысу ережелерін және ядролық реакцияларды оқып үйрену барысында, масса мен зарядтың сақталу заңына кеңінен сүйенуге болады. Атом құрылысын түсіндіруді бастамас бұрын, центрге тартқыш үдеу ұғымдарын, Ньютон және Кулон заңдарын, сонымен қатар атом құрылысы туралы физиканың негізгі бөлімінен және химия курсынан белгілі мәліметтерді қайталаған дұрыс.

Кванттық оптиканың мазмұнының ерекшеліктері, оны оқытудың әдістемесіне де, ықпалын тигізеді. Бұл бөлімді оқып үйренуде оқушылар классикалық оптиканың көптеген ұғымдарына қайшы келетін микродүниенің өзіндік қасиеттері және заңдылықтарымен танысады. Оларды ұғыну үшін оқушыларға тек жоғарғы деңгейлі абстрактылық ойлау емес, сонымен бірге дидактикалық ойлау қабілеті де қажет. Толқын – бөлшек, дискреттілік – үздіксіздік қарама-қайшылықтарын диалектикалық материализм тұрғысынан қарастырылады. Сондықтан жарықтың бір жағдайларда (интерференция, дифракция) толқын, басқа жағдайларда (фото- және Комптон эффектілері), бөлшектер ағыны қасиетіне ие болатынына оқушылардың күманы болмайды.

Кванттық оптиканы оқыту барысында микродүниенің әдеттен тыс екендігін, заңдарында парадокстар бар екендігін, алдын ала айтпаған дұрыс. Мұндай мәліметтер оқушыларды шатастырмаса, материалды ұғынуға көмегі тимейтіндігі хақ. Алдымен классикалық физика заңдарынан өзгеше, микродүние заңдарының өздік ерекшеліктерін аша отырып, бұл өзгешеліктердің табиғи екендігіне оқушыларға ұғындыру керек. Сол себепті кванттық механиканың қалыптасу тарихына бөлімді аяқтаған соң тоқталған жөн. Бұл тарих – оның әрбір даму сатысында таным процесінің шексіздігінің, ақиқаттың салыстырмалылығының тағы бір дәлелі болып табылады. Ол адамзаттың ақыл-ойы табиғатта көптеген күтпеген жаңалықтарды ашқандығын және әлі де көп ашуы ықтимал екендігіне оқушылардың көздерін жеткізуге ықпал етеді.

Кванттық физиканы ұғынуды жеңілдету үшін, оқыту процесінде түрлі көрнекіліктерді кеңінен пайдалану қажет. Алайда орта мектепте бұл бөлімді демонстрациялайтын тәжірибелер саны аса көп емес. Сондықтан, эксперименттерден бөлек, түрлі суреттер, сызбалар, графиктер, тректердің суреттері, плакаттар және диапозитивтер, диа-, кинофильмдер кеңінен қолданылады. Барлығынан бұрын іргелі тәжірибелерді (α – бөлшектердің шашырауын көрсететін Резерфорд тәжірибесін, Франк пен Герц тәжірибелерін және т.б.) суреттеу, сол сияқты элементар бөлшектерді тіркегіш құралдар, үдеткіштер, атомдық реакторлар, атомдық электр станциялары және т.б. құрылғылар мен қондырғылардың жұмыс істеу принциптерін түсіндіру қажет. Сонымен қатар, осы мақсатта компьютерлік модельдеудің берері мол.

Фотоэффект пен оның заңдары физика тарихында ерекше орын алады. Жалпы кванттық теорияның, соның ішінде жарықтың кванттық теориясының жасалуына тікелей себеп болған, басқа зерттелген құбылыстардың ішінде ең маңыздысы осы фотоэффект құбылысы. Сондықтан кванттық оптика бөлімін оқып-үйренуде фотоэффект құбылысына ерекше мән беріледі. Орта мектепте жарық кванттары туралы ұғымды алғаш фотоэффект заңдылықтарын қарастыру арқылы қалыптастырады.

Бұл заңдылықтар кванттық теория жасалғаннан едәуір бұрын, тәжірибе жүзінде тағайындалған. Құбылысты жарықтың электр – магниттік толқын ұғымы негізінде түсіндіру талпыныстарының барлығы сәтсіз аяқталды.

Жарықтың табиғаты туралы, оқушылар үшін мүлдем жаңа, кванттық ұғым енгізу күрделі әдістемелік мәселе. Жарықтың заттармен әсерлесуінің кванттық табиғаты, фотоэффект құбылысының «бетінде жатпағандығын», эксперимент нәтижелерін талдау

барысында, біртіндеп көп сатылы логикалық пайымдаулардың нәтижесінде, оқушылардың көздері жетеді.

Фотоэффект құбылысы мен оның заңдылықтарын түсінуге, ең дұрысы демонстрациялық тәжірибелердің көмегі көбірек. Әдетте, тақырып бойынша алғашқы сабақта-ақ, бірқатар тәжірибелер көрсетіледі.

Фотоэффект құбылысын оқып - үйренуде басталған фотон ұғымын қалыптастыру, курстың басқа – Комптон эффектісі, жарық қысымы, жарықтың химиялық әсері құбылыстарын қарастырғанда одан әрі жалғасын табады.

Жарық кванттары мен жарық әсерін оқып-үйрену кезінде оқытушының негізгі мақсаттарының бірі – оқушыларды фотонның қасиеттері және жарық табиғатының екі жақтығымен таныстыру. Фотоэффект пен Комптон құбылысын оқып – үйренгеннен кейін фотон туралы оқушылардың алған білімін қорытындылап, оның корпускулалық – толқындық дуализмін талқылайды. Бұл сабаққа дайындалғанда оқушылар осыған дейін өткен материалмен бірге, «Электр динамикасы» бөліміндегі электр - магниттік толқындар туралы материалды да, қайталайды.

Жарық қасиеттерінің екі жақтылық сипатында айқын көрінетін заңдылық бар. Аз жиіліктерде (мысалы, инфрақызыл жарықта) жеке фотонның энергиясы мардымсыз болып, мұндай жиіліктер диапазонында оның корпускулалық сипаты әлсіз байқалады, ал сәулеленудің толқындық сипаты әлде қайда басым болады. Мұндай сәулеленудің толқындық қасиеттерін қарапайым құралдардың көмегімен бақылауға болады, ал оның фотохимиялық әсерлерін аңғару қиынырақ. Жоғары жиіліктерде (жеке фотонның энергиясы салыстырмалы түрде үлкен) жарықтың корпускулалық қасиеттерін аңғару оңай. Көрінерлік жарықта толқындық және корпускулалық қасиеттері бірдей шамада аңғарылады. Жарықтың шағылуы, сынуы мен қысымын, толқындық та, корпускулалық та пайымдауларымен түсіндіруге болады.

Кейбір жағдайларда, кәдімгі толқындық құбылыстарда, жарықтың кванттық қасиеттері байқалып қалады. Мысалы, әлсіз жарық ағындарында интерференциялық өрістің кванттық флуктуацияларын зерттеген С.И. Вавиловтың белгілі тәжірибелерінде, осындай қасиеттер бақыланған. С.И. Вавилов өзі бақылаған жарық ағындарының флуктуациясын, сәулеленудің кванттық қасиеттерінің маңызды дәлелдері деп қарастырды.

Осы айтылғандарға оқушылардың көзі толығырақ жету үшін, оларға толқындардың оптикалық диапазонындағы фотондардың жиіліктерін, импульсын, энергиясын анықтауды ұсыну керек. Алынған нәтижелерді талдау электр – магниттік шкала туралы, не себепті қысқа толқындар аймағында корпускулалық қасиет басым, ал толқындық - әлсіз бақыланатындығын оқушылар жақсы ұғынып, осы мәселелер туралы нақты түсініктер қалыптастыруға мүмкіндік жасайды. Мысалы үшін, қуаттары бірдей екі жарық көзінен шығатын сәулеленулерді салыстырса, онда рентген сәулесінің фотонының энергиясы көрінерлік жарық фотоны энергиясынан әлде неше есе үлкен болатынын және қарқындылықтары бірдей инфрақызыл жарығы фотондарының тығыздығы рентген сәулесіне қарағанда 1000 - 100 000 есе көп екендігіне көз жеткізеді.

Оқушыларға, түрлі сәулеленулер қандай, қалай әсер беруі мүмкін екендіктерін болжап айтуды ұсынған пайдалы.

Жарықтың дуализмін айқын аңғару үшін, материяның дискреттілігінің диалектикалық және континуалдық (үздіксіздік) бірлігін сипаттайтын негізгі физикалық шамалар көрсетілген кестені толтыру пайдалы екендігін айта кеткен жөн. Түсіндіру кезінде екі топты да, біріктіретін формулаларға ерекше мән береді.

Жарықтың толқындық қасиеттерін сипаттайтын, физикалық шамалар	Жарықтың кванттық қасиеттерін сипаттауға арналған, физикалық шамалар	Физикалық шамалардың екі тобын да, біріктіретін формулалар
Жиілік, ν Период, T Толқын ұзындығы, $\lambda = cT$	Фотонның массасы, m Фотонның жылдамдығы, c Фотонның импульсы, $p = mc$ Фотонның энергиясы, $\varepsilon = mc^2$	$m = \frac{h\nu}{c^2}$ $p = \frac{h\nu}{c}$ $\lambda = \frac{h}{mc}$ $\varepsilon = h\nu$

Бөлімнің екінші танымдық мақсаты – заттардың құрылымы туралы осы заманғы пайымдаудың мәнін ашу. Физиканың негізгі курсына заттардың құрылымын негізінен молекулалық деңгейде қарастырған. Молекула-кинетикалық теория заттардың құрылымы мен қасиеттерін – газдарда сандық деңгейде, сұйықтар мен қатты денелерде сапалық деңгейде түсіндіреді. Оқушылар физиканың негізгі курсына атомның құрылысы туралы, электрлену, электр тогы сияқты құбылыстарды түсінуге жеткілікті, ең қарапайым мәліметтер алады. Біз қарастырып отырған бөлімде, заттардың құрылысын атомдық және субатомдық деңгейде таныстырады. Алдымен олар атом құрылысын Резерфорд – Бор бойынша оқып – үйренеді, микробөлшектердің қасиеттерінің дуализмін айқындаған соң, атом құрылысының осы заманғы пайымдауымен де танысады.

Бұл бөлімде атом ядросының құрамы мен қасиеттеріне (өлшемі, заряды, массасы, тығыздығы, байланыс энергиясы, меншікті байланыс энергиясы және т.б.) жеткілікті назар аударады. Бөлімнің соңында оқушыларды элементар бөлшектердің негізгі сипаттамаларымен және қасиеттерімен таныстырады, олардың осы заманғы сұрыпталуы, олардың заттар құрылымындағы рөлі мен өзара әсерлесуді жеткізуі туралы бастапқы ұғымдар беріледі. Ядролық физиканың кейбір мәліметтері, физиканың негізгі курсына да өтіледі.

Сонымен бірге «Кванттық оптика» бөлімі, политехникалық білімнің де, маңызды мәселелері де, шешіледі: оқушыларды фотоэлементтердің құрылысымен және жұмыс принципімен, оларды техникада қолдану мысалдарымен, спектрлік талдаудың физикалық негіздерімен, ядролық реактордың жұмыс принципімен және ядролық энергияны бейбіт мақсатта пайдалану, радиоактивтік изотоптарды өндірісте, ғылым мен медицинада қолданумен таныстырады.

Бұл бөлімді оқыту барысында оқытушы үнемі оқушылардың дүниеге ғылыми көзқарастарын қалыптастыру мақсатында жұмыс жүргізу қажет. Дүниеге ғылыми көзқарас қалыптастыру үшін, тікелей сезім мүшелерімен қабылдай алмайтын объектілер – элементар бөлшектер болатынына оқушылардың көзін жеткізу керек. Элементар бөлшектердің нақты бар екендігін, олардың сипаттамаларын тәжірибе жүзінде өлшеу, ядролық реакциялар мен бөлшектердің түрленуін олардың қасиеттері арқылы болжау және теориялық болжанған процестерді тәжірибе жүзінде жүзеге асырып қана қоймай, әрі олардың нәтижелерін іс жүзінде қолдану арқылы дәлелдейді. Элементар бөлшектермен танысу, материяның сарқылмастық ұстанымының анық дәлелі екендігін, материалдық объектілер мен олардың қасиеттері алуан түрлі, элементар бөлшектер «қарапайым» емес, түрлі қасиеттері бар және олар өзара бір – біріне ауыса алатындығын көрсетеді.

Жарық пен элементар бөлшектердің қасиеттерінің дуализмі, элементар бөлшектердің өзара бір – біріне ауыса алуы, дүниенің материалдық бірлігі және үздікті мен үздіксіздіктің диалектикалық байланысын ашып көрсетуге көмектеседі, ал барлық ядролық процестердің негізгі сақталу заңдарына бағынуы, материя мен қозғалыстың жоғалмайтындығы мен жоқтан пайда болмайтындығы ұстанымдарының жақсы суреттемесі болып табылады.

Мектеп физика курсының соңғы бөлімі, оқушыларды тәрбиелеу мен дамуына үлкен мүмкіндіктер береді. Ойлау қабілеттерін арттыру үшін, бұл бөлімде салыстыру, жүйелеу және саралау тәсілдерін қолдануға болады. Салыстыру нәтижелерін жүйелеуші кестелерге енгізіп, сәйкес мәселелер бойынша оқушылардың алған білім дәрежесін бағалауға болады. Бөлімді оқып – үйренуді аяқтаған соң, заттардың құрылымы туралы алған барлық білімдерін жинақтаған өте пайдалы.

Бөлімнің материалдары өз бетінше жұмыс жасауға көп мүмкіндіктер ашады. Менделеевтің периодтық жүйесі бойынша, оқушыларға өз беттерінше, кейбір элементтердің ядролық құрамын анықтауды тапсыру, сол мәліметтерді пайдаланып, массалар ақауын, байланыс энергиясын, меншікті байланыс энергиясын т.б. параметрлерін есептеуді тапсырған дұрыс. Микродүниенің әртүрлі параметрлерді бағалай есептеу, мектепте, үйде өз бетімен табысты жұмыс жасаудың кілті, онда алынған нәтижелер ойлау қабілеттерін арттыратын тамаша мүмкіндік. Осы мақсатқа, бөлімдегі есептердің де берері мол. Есептер, алынған мәліметтерді талдауға негізделген: ядролардың байланыс энергиясын басқа жүйелердің байланыс энергияларымен салыстырған пайдалы болады. Мысалы, альфа бөлшектердің кинетикалық энергиясымен молекулалардың жылулық қозғалыс энергиясымен; ядролық заттың тығыздығымен басқа белгілі түрлі заттардың тығыздығын т.б. салыстырса, салыстырмалы талдаулардың нәтижелері микродүниедегі шамалар ретін түсініп, оларды есте қалдыру мүмкіндіктерін арттырады.

Физика ғылымының негіздерін меңгергенде ғана, білім беру мен оқушылардың дамуын, оларды еңбекке баулу мәселелерін шешуге болады.

Қорыта келгенде:

а) оқушыларды физиканың ғылыми-техникалық прогресс қарқынының үдей түсуіндегі рөлін түсіндіру, ғылым мен техниканың жетістіктері және олардың болашақтағы дамуын ашып көрсету, отандық және шет ел ғалымдарының физика мен техниканың дамуына қосқан үлестерімен таныстыру негізінде тәрбиелеу;

ә) осы заманғы әлемнің ғылыми бейнесінде физика ғылымының эксперименттік фактілері, ұғымдары, заңдары, теориялары, әдістері; техника, атом энергетикасы, өндіріс пен жаңа материалдарды өңдеу технологиялары, техника мен өндіріс технологиясында физика заңдылықтарын қолдану туралы білімдерін қалыптастыру;

б) өз беттерімен білім алу және оны қолдана білу, физикалық құбылыстарды бақылай және түсіндіре білу, сонымен қатар оқулықтармен, анықтамалық және хрестоматикалық әдебиеттерді, сондай-ақ интернет ресурстарын пайдалана білу біліктерін қалыптастыру;

в) құрал-саймандар және аспаптармен жұмыс істей білу, эксперимент нәтижелерін өңдеп және солардың негізінде қорытынды жасай білу, қауіпсіздік техникасын сақтай білу сияқты эксперименттік іскерліктерді қалыптастыру;

г) таным процесінің диалектикалық сипатын, дүниенің материалдық біртұтастығын, материя мен қозғалыстың ажырамас бірлігін, физикалық құбылыстардың диалектикалық сипатын, себеп-салдар байланыстарын, физика заңдары мен принциптерінің объективтілігін ұғындыру;

д) физика мен техникаға танымдық қызығушылықтарын, сүйіспеншіліктері мен шығармашылық қабілеттерін арттыру; білім меңгеруде себептілік сезімдерін

қалыптастыру; физиканы оқытуды өмірмен тығыз байланыстыру негізінде болашақ мамандық таңдай білуге дайындау т.б. жолдары қарастырылып, әдістемелері жасалды.

1. Ванеев А.А., Дубицкая Э.Г., Ярунина Е.Ф. Преподавание физики в 10 классе средней школы // М.: «Просвещение». – 1978.
2. Вольштейн С.Л., Качинский А.М. Уроки физики в 10 классе // Минск: Народная асвета. – 1980.
3. Глазунов А.Т., Нурминский И.И., Пинский А.А. Методика преподавания физики в средней школе // М.: Просвещение. – 1989.
4. Интернет ресурстары: www.libedu.ru/l_b/butikov_e_i_/optika.html,
de.ifmo.ru/bk_netra/select.php, www.physbook.ru, sapr.narod.ru/elektron_uchebnik.html, <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/9eb9e92a-5f1d-6a64-2389-140a65410171/?interface=pupil>,
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/9d6c6569-7c98-4bc1-b1f3-5c1c0fae9f17/?interface=pupil&class=51>.
5. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физики в школе (частные вопросы) // М., «АКАДЕМА». – 2000.
6. Құдайкулов М.А., Жаңабергенов Қ. Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі // Алматы: Рауан. – 1998.
7. Методика преподавания физики в средней школе. Под. ред. С.Е.Каменецкого, Л.Н.Ивановой // М.: Просвещение. – 1987.
8. Покровский А.А. Орта мектептегі физикадан демонстрациялық эксперимент (1,2 бөлім) // Алматы: Мектеп. – 1982.
9. Рябоволов Г.И., Огородникова Е.И., Самойленко П.И. Планирование учебного процесса по физике // М.: Высшая школа. – 1984.
10. Современный урок физики. Под. ред. В.Г.Разумовского, Л.С.Хижняковой // М.: Просвещение. – 1982.
11. Яковлев Н.М., Методика и техника урока в школе // М.: Педагогика. – 1985.

УДК 378.1:53:51(574)

М.Т. Бекжігітова

БОЛАШАҚ ФИЗИКА ПӘНІ МҰҒАЛІМДЕРІН КӘСІПТІК ДАЙЫНДАУДАҒЫ «ЭЛЕМЕНТАР МАТЕМАТИКА» КУРСЫНЫҢ РӨЛІ

(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ)

В статье рассмотрена проблема обучения курсу Элементарной математики в высших учебных заведениях. Рассказывается об исторических периодах обучения курсу «Элементарной математики». Рассмотрены разные учебные программы по этому курсу. Излагается о нынешнем состоянии преподавания курса «Элементарной математики» в педагогических университетах по специальности «Математика» и «Физика». Показана роль курса ««Элементарной математики»» в профессиональной подготовке будущих учителей физиков.

The article discusses the problem of teaching the course in elementary mathematics institutions of higher education. Describes the in historical periods of training courses in elementary mathematic. Considered different curriculum for this course. Describes the currend status of teaching a course in elementary mathematics teaching university with a degree in mathematics and physics. Discusses the role of elementary mathematics course in the training of future teachers of physics.

Элементар математика туралы айтылған пікірлерде көбінесе оның мектеп математикасында оқытылатын бөлімдерден тұратыны жайлы сөз болады. Қазіргі кезде мектеп бағдарламасына жоғары математика элементтері мықтап енгендіктен бұл пікірдің дұрыс еместігі айтылып, жоғары оқу орындарында оқытылатын «Элементар математика» курсы «Мектеп математикасы» курсы деп өзгерту туралы ұсыныстар түсуде. «Элементар» сөзі латынша «бастапқы», «негізгі» деген мағынаны білдіреді.

Педагогикалық жоғарғы оқу орындарындағы «Математика» мамандығы бойынша білім алушылар оқып үйренетін «Элементар математика» курсы (ЭМ) жалпы орта білім беретін мектептерде оқытылатын мектеп математикасының бөлімдерін қамтиды яғни, математикалық-логикалық құрылымы жағынан мектеп математика курсына ұқсас. Демек, мектеп математикасында оқытылатын математиканың арифметика, алгебра, геометрия деп аталатын негізгі бөлімдері ЭМ курсының мазмұнын құрайды. Бірақ мектеп курсымен салыстырғанда математикалық ұғымдар бұл курста кең және терең түрде беріледі.

ЭМ курсы педагогикалық жоғары оқу орындарында оқытудың міндеттері:

- студенттердің мектеп математика курсының бағдарламасын еркін меңгеруін, қамтамасыз ету, мектеп курсы бойынша студенттердің біліміндегі олқылықтарды жою;

- студенттердің мектеп курсындағы есептерді, қиындығы жоғары есептерді шешу іскерліктерін берік қалыптастыру;

- мектеп математика курсының бағдарламасынан тыс қосымша мағлұматтар беру;

- жоғары математикадағы әдістер, фактілер, идеялар негізінде мектеп математика курсының іргелі ұғымдарын (сан, функция, фигура, шама, түрлендіру және т.б.) беру;

ЭМ курсы бойынша сабақтарды өткізудің қиындығының бірі оқу үрдісінің арнайы әдістемелік әдебиетпен жеткіліксіз қамтамасыз етілмеуі болып табылады. Қазіргі кезде көптеген оқу құралдары оқушылар мен мұғалімдерге арналған, студенттерге арналған қазақ тіліндегі есептер жүйесімен қамтамасыз ететін оқу құралдары аз. Жоғары оқу орындарындағы математика есептерін шешу практикумының есептері бар оқу құралдарындағы теориялық мағлұматтар қандай да бір жинақталған білімді (формула, геометриялық фактілер, есептер шешудің әдістемесін) хабарлайды және өз бетінше шешуге арналған есептерден құралады.

Элементар математиканы оқытудың негізгі формасы - студенттердің практикалық іскерліктерін ұштайтын теория мен практиканың байланысын жүзеге асыратын практикалық сабақтар болып табылады.

Әдістемелік зерттеулермен танысу барысында еліміздегі педагогикалық кадрларды дайындау жүйесіне ЭМ курсы енгізу мәселесі көп жылдар бойы оқытушылар, әдіскер ғалымдар және т.б. арасында талас тудырып келгені айқындалды.

Математиканың іргетасын құрайтын ЭМ курсы 1937 жылы ССРО Ғылым Академиясының ұсынысымен жоғары педагогикалық оқу орындарының бағдарламасына енеді. Осыдан ЭМ курсы Жоғары педагогикалық оқу орындарында оқытудың бірінші кезеңі басталды.

Бірінші кезеңдегі (1937-1970) ЭМ курсының мақсаты студенттердің мектепте алған білімдерін кеңейту және тереңдету болып табылды, бұл кезеңде есеп шығаруға аз көңіл бөлінді.

Екінші кезеңде (1970-1989) ЭМ курсының теориялық мазмұнынан бас тартып, оны «Математика есептерін шешудің практикумы» («МЕШП») деп өзгерткен. Көптеген зерттеушілер осы кезеңдегі бұл өзгерістің физика-математика факультетінің студенттерінің кәсіптік дайындығының төмен-деуіне әсер еткенін өз еңбектерінде атап көрсетеді. Бұл кезеңде оны «Математика есептерін шешудің практикумы» курсы

бойынша дәрістер жүргізілмеді, соның салдарынан мектеп курсының кейбір маңызды сұрақтары (функциялардың графигін түрлендіру, тендеулер мен теңсіздіктердің мәндестігі, геометрияның кейбір материалдары және т.б.) жоғары оқу орнында оқытылатын бірде-бір пәнге кіргізілмей қалды. «Математика есептерін шешудің практикумы» курсы бойынша практикалық сабақтар төртінші немесе бесінші семестрде жүргізілді, оқу құралы ретінде математиканың әртүрлі тараулары бойынша жүйеге келтірілген есептер жинағы қолданылды, сабақтарда есеп шығарудың жалпы әдіс-тәсілдеріне аз көңіл бөлінді, оның материалдарының мектеп курсымен байланысы жеткіліксіз болды, мектеп оқулықтарын оқып үйренуге аз көңіл бөлінді, оқу үрдісінде студенттерді оқытудың белсенді формалары аз қолданылды.

Зерттеу көздеріне сүйенсек, 1988 жылы СССР Ғылым Академиясының математика бөлімінің бюро отырысында академик С.П. Новиков «СССР-дағы педагогикалық жоғары оқу орындарындағы математикалық білімнің жай-күйі» тақырыбында жасаған баяндамасында «мектеп математикасын тереңірек оқытатын курс енгізу» керектігі жөнінде атап өткендігін, кейін осы мәселенің баспасөз бетінде көп талқыға түскенін байқаймыз. Сөйтіп, ЭМ курсын оқытудың үшінші кезеңі бастау алды. Алдыңғы қатарлы математик мамандар (И.К. Андронов, Е.Б. Арутюнян, Б.М. Брадис, И.А. Гибшен, Г.Ф. Дорофеев, В.И. Левин, Г.Г. Левитас, Н.В. Батьканова, Л.Г. Куликова, Л.Н. Евелина, О.И. Мартынюк, В.П. Рабинович, К.И. Ткаченко, О.И. Федяев және т.б.) ЭМ курсының бағдарламасын жасады.

Үшінші кезеңде (1989 жылдан бастап қазіргі кезеңге дейін) де ЭМ курсының әлі толық қалыптаспағанын байқаймыз. Қазіргі кезде ЭМ курсын оқы-туға арналған типтік бағдарламалар жасалып, аталған курсты әдістемелік жағынан қамтамасыз ету жетілдірілуде, студенттердің осы курс бойынша білім алуын ұйымдастыруға қажетті оқу құралдары, дидактикалық мате-риалдар және т.б. дайындалуда. ЭМ курсы мен онымен байланысты «Математикалық есептерді шешудің практикумы» курсын жетілдіру жөнін-дегі сұрақтарға көптеген диссертациялық жұмыстар арналған: Ф.С. Авдеев, Н.И. Батьканова, Л.Н. Евелин, В.А. Рабинович, Л.Г. Куликова, К.И. Ткаченко, О.И. Мартынюк, О.Е. Федяев, А.В. Антоновская, Е.В. Марина, В.С.Дуванова, В.В. Крылов, А.Р. Кабулова және т.б.

Егер математикалық талдау, алгебра және геометрия пәндерінде мектеп курсында енгізілген барлық ұғымдардың ғылыми негіздері беріліп, есептерді шешу үрдісі оқылатын ұғымдардың қандай да бір жағын талдауға бағытталса ал ЭМ курсының практикалық сабақтарында ең алдымен есеп шығаруға көңіл аударылады.

ЭМ курсы бастапқыда студенттің мектеп математикасындағы есептерді шешу іскерлігін жетілдіруге арналды. Сосын оның дамуының екі бағыты анықталды. Оның бірінші бағыты математикалық есептерді шешуге қажетті теориялық білімді жүйелеуге және жалпылауға бағытталды.

Екіншісі математикалық есептерді шешудің әдістемелік жағын (есепті шешуді іздеу тәсілдері, бір есепті әртүрлі тәсілмен шешу, әдістемелік тұрғыдан тиімді есептер жүйесін жасау) күшейтуге бағытталды.

Мемлекеттік стандарт бойынша ЭМ курсы пәндік курстарға (пәндік білім құрайтын блокқа) кіреді, сонымен қатар пәндік курстарды психологиялық-педагогикалық пәндермен (білім берудің жолдарын анықтайтын блок) байланыстырады.

ЭМ курсы бойынша барлық педагогикалық жоғары оқу орындары үшін ортақ, орындалуы міндетті бағдарлама жоқ, әрбір жоғары педагогикалық оқу орнының ЭМ курсының бағдарламасын жасауға құқығы бар.

Элементар математика курсын оқытудың алғашқы кезеңінде 1936 жылы А.И. Гибш, Я.С. Дубнов, В.И. Гливенко ұсынған бағдарлама бойынша [17] ЭМ курсы

бірінші және екінші семестрде оқылатын жалпы курстан (1-курс) және 5,6,7,8 семестрде оқылатын арнайы («МЕШП») курстардан тұрады.

Бұл бағдарлама бойынша ЭМ курсының жалпы курсы математиканың төрт бөлімін қамтиды: алгебра, геометрия, тригонометрия, есептеу техника сының мағлұматтары. Геометрия төрт бөлімнен тұрады:

- 1) кеңістіктегі түзулер мен жазықтықтар;
- 2) үшжақты және көпжақты бұрыштар. Дұрыс көпжақтар.
- 3) көпжақтар мен айналу денелерінің қасиеттері, олардың қималары;
- 4) денелердің конгурэнттілігі және ұқсастығы.

Бесінші семестрде салуға арналған есептердің теориялық және практикалық әдістері, алтыншы семестрде теңдеулердің, теңбе-теңдіктердің, сандар теориясының элементтері бар теориялық арифметика оқытылады.

Ал жетінші және сегізінші семестрде геометрия және алгебра, геометрия негіздері оқытылады.

1945 жылы педагогикалық жоғары білім беру жүйесінде ұсынылған бағдарлама төрт бөлімнен тұрады: арифметика, алгебра және геометрия, тригонометрия.

1950 жылы ұсынылған бағдарламаны И.К. Андронов және В.М. Брадис ұсынды. Бұл бағдарлама алты бөлімнен тұрады:

1. Дәл және жуық есептеулер; 2. Сандар туралы ілім; 3. Жазықтықтағы салулар; 4. Стереометрияның кейбір сұрақтары; 5. Теңбе-тең түрлендірулер; 6. Элементар функциялар. Бұл бағдарламаның ерекшелігі алғашқы бес семестрдің әрқайсысында бағдарламаның бір ғана бөлімі оқытылады, ал 6-7 семестрде бағдарламаны алтыншы бөлімі қарастырылады. Біздің ойымызша бағдарлама болашақ физика мұғалімінің математикалық дайындығын қалыптастыру міндетін жүзеге асыруға толық мүмкіндік береді.

Г.В. Дорофеев ЭМ курсы бойынша бағдарлама құрғанда мектеп курсы бойынша студенттердің біліміндегі олқылықтарды жоюды басты міндет етіп қойды, бірақ бағдарламаның әрбір бөлімін оқып үйренуге қажетті сағат санын көрсетпеген. Бағдарламаны жалпы математикалық фактілер құрайды, бір семестрдегі бағдарлама математиканың бірнеше тақырыптарын қамтиды, оқытудың алғашқы сатысында стереометрияны оқып үйрену қарастырылмайды.

А.Г. Мордкович ЭМ курсын оқып үйренуге арналған бағдарламада мектеп математика курсының есептерін шешудегі іскерліктер мен дағдыларды қалыптастыруды басты назарда ұстады.

Г.В. Потапова, С.Г. Щелкова ұсынған бағдарламада мектеп математи-касының тақырыптарын оқытудың әдістемелік аспектісіне басты назар ауда-рылады, сондықтан бағдарламада мектеп математикасымен тығыз байланыс-ты тақырыптарға көбірек көңіл бөлінген, курс 2-4 курс студенттеріне арнал-ған. Бағдарламаны оқып үйренуге барлығы 512 сағат бөлінген, әрбір семестр-ге, әрбір тақырыпқа сәйкес сағат саны көрсетілген.

Бағдарламалар «Математика» мамандығы бойынша білім алып жатқан студенттерге арналған, «Физика» мамандығы студенттері үшін жеке бағдарлама берілмеген.

Қазіргі кезде болашақ мұғалімдерді даярлайтын жоғары оқу орындарында «Элементар математика» курсы болашақ физика мұғалімін дайындауға арналған міндетті пәндер қатарынан алынып тасталған. Мұның өзі болашақ физика пәні мұғалімдерінің математиканың элементар фактілері мен ұғымдарын, теорияларды, есептерді физикада қолданудың қыр-сырын жеткілікті меңгермеуіне, яғни пәнаралық байланысты қарастыруда бірқатар қиындықтарға әкеледі. Себебі, пәнаралық байланыс мәселесі физиканы оқыту әдістемесінің ең өзекті мәселелерінің бірі.

ЭМ курсын оқытуда кәсіптік бағдар принциптерін басшылыққа ала отырып, өтілетін тақырыптардың әрқайсысын студенттің болашақ кәсібімен байланыстырып қарастыру керек. Біздің ойымызша болашақ физика мұғалімдерін дайындауда осы міндетті жүзеге асыру үшін ЭМ курсының мазмұнын мектеп физика курсымен пәнаралық байланыста қарастыруды басшылыққа алу керек.

ЭМ курсы болашақ физика мұғалімдерін дайындау ісінде де өзіндік оқу пәні ретінде қажет. Бұл курсты өту барысында студенттер мектеп математика курсын жан-жақты қарастыра отырып, пәнаралық есептерді шығару барысында элементар математиканың физика курсымен байланысына назар аударады. Сонымен қатар болашақта өз кәсіптерінде, яғни физика пәнін оқыту кезінде оқушыларды қажетті математикалық біліммен қамтамасыз ете отырып, пәнаралық тапсырмаларды орындауға, есеп шығаруға баулуға үйренеді.

Физик студенттердің пәнаралық есептерді шешудің түрлі әдістерін меңгеруіне бағытталған жүйелі, жоспарлы жұмыстары логикалық іздеу зерттеу қабілетінің дамуына әсер етеді. Есепте баяндалған құбылыстарды математикалық модельдеу арқылы есептің мазмұнына қарай қолданылған әдістің ерекшелігін, артықшылығын, кемшілігін түсінуге мүмкіндік алады. Мұның бәрі студенттердің болашақ қызметіндегі іс-әрекетін ұйымдастыруына әдістемелік көмек болып табылады.

ЭМ курсының барлық бөлімдері бойынша оқу құралдары және есептер жинағы кәсіптік педагогикалық оқытудың негізгі мақсатына жетуге бағытталуы керек.

Сонымен ЭМ курсы болашақ физика мұғалімдерін дайындау ісінде өзіндік оқу пәні ретінде қажет. Бұл курсты өту барысында студенттер тек өздері пәнаралық есептерді шығарып қоймайды, сонымен қатар оқушыларды физика пәнін оқыту кезінде қажетті математикалық біліммен қамтамасыз етіп, пәнаралық тапсырмаларды орындауға, есеп шығаруға баулуға үйренеді.

Болашақ физика пәні мұғалімдеріне 1-курста оқытылуы тиіс «Элементар математика» (ЭМ) курсы студенттердің мектеп бағдарламасы бойынша алған білімдерін жүйелеп, жоғары оқу орындарында оқытылатын математикалық курстарды оқып-үйренуге, өне-бойы математикамен өрнектелген физика заңдарын терең түсініп, пәндік-теориялық құзіреттілікке қол жеткізуге дайындық жасайды, 1-курстан бастап-ақ мектептегі оқу процесіне тікелей араласуына мүмкіндік туғызады; үшіншіден студенттер тұжырымдалған математикалық пікірді көрнекі түрде сипатайтын мысалдарды таңдау, алған білімдерін физикада және практикада қолдана білу іскерліктеріне ие болады. Ол үшін практикалық сабақтар мен студенттердің өзіндік жұмыстарын ұйымдастыруда пәнаралық физикалық мазмұнды есептерге көңіл бөлу керек.

Қорыта айтқанда жоғары педагогикалық оқу орындарындағы математикалық, физикалық курстарды оқып үйренуге 1-курс студенттерінің математикалық дайындығы жеткіліксіз болатынын тәжірибе көрсетіп отыр. Сондықтан физика мұғалімін дайындаудағы аса маңызды міндеттердің бірі мектеп математика курсының негіздерін жалпылау және жүйелеу болып табылады. Бұл ең алдымен жоғары оқу орындарында білім алуды бастаған студенттің математикалық біліміндегі олқылықтарды жоюға мүмкіндік береді. Осы міндетті табысты шешуде ЭМ курсының маңызды рөл атқаратыны сөзсіз. Бұл курс жоғары педагогикалық оқу орындарында оқытылатын математикалық пәндердің қатарынан ерекше орын алуы тиіс.

1. Антоновская В.В. Реализация профессионально-педагогической направленности обучения элементарной математике в педвузе. Стереометрия. Дис....канд. пед. Наук. Орел, 2004.-199с.

2. Рабочая программа по дисциплине «Элементарная математика». ГОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург, 2007.-18с. // Составители Г.П. Потапова, С.Г. Щелкова.
3. Типтік оқу бағдарламасы. Жоғары кәсіптік білім. Элементарлық математика. 050110-«Физика» мамандығы бойынша. Құрастырған Джанабердиева С.А. –«Математика теориясы мен оқыту әдістемесі» кафедрасының оқытушысы, Абай атындағы ҚАЗҰПУ, Алматы, 2006ж.
4. Типовая учебная программа. Образование высшее профессиональное. Элементарная математика. 050111-по специальности «Физика». Составители Цхай Т.А., Шалбаев Е.Б., кафедра «Теории и методики обучения математики», Каз.НПУ им Абая. Алматы, 2006.

ӘОЖ: 37013.2:519.673:005.591

С.Т. Бекжігітова

МАТЕМАТИКАЛЫҚ АМАЛДАР ҚОЛДАНУҒА МАШЫҚТАНУДА ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ РОЛІ

(Шымкент қ., Қ.А.Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті)

В статье рассматриваются возможности повышения интереса и активности ученика с использованием видео-мультимедийных технологий при решении математических задач. При освоении математических задач учениками инновационная технология имеет важную роль. Предлагается использование видео-мультимедийных способов при углубленном изучении математики. Отмечается, что использование мультимедийных технологий повышает интерес учащихся к самостоятельным решениям различных задач. Также отмечается, что эффект видео – мультимедийных технологий проявляется не только при изучении математики, но и при сдаче тестовых задач.

In article possibilities to raise activity interest of the pupil with using video multimedia technology are considered at the decision of mathematical problems. At development of mathematical problems by pupils the innovative technology has an important role. Use of video multimedia of ways is offered at deep mathematics studying. It is noticed that to use multimedia raises ways interest pupils to separate to decisions of various problems. Also it is noticed that the effect of video – is shown multimedia ways not only at mathematics studying, but also at delivery of test problems.

XXI ғасыр – білімділер ғасыры. Бүгінгі таңда Республикамыздың болашақ азаматтарының білім алуы, мемлекет дамуындағы өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Көпжылдық тәжірибе Қазақстандық білімді жетілдірудің қажеттілігін, оның білім сапасын арттыруға ықпал ететінін байқатады.

Соңғы жылдары математиканы және білім беруді компьютерлендіруде ақпараттық технология пайдалану туралы мәселеге баса назар аударылуда. Қазіргі ақпараттық құралдар - бұл тек спутниктік және кабельдік телевидение, бейне және дыбыстық жүйелер, электрондық ойындар емес, сонымен бірге оқытудың жаңа жүйесі, ерекшелігі және тәсілін атқаратын негізгі бағыты болып табылады (И.Г.Гальперин).

Біздің мақсатымыз білім берудің қазіргі заман талабына сай математика сабағында оқушылардың қабілеттері, бейімділіктерін шыңдай түсуге машықтандыру болып табылады.

Оқушылар математикалық есеп шығару барысында дұрыс ойлау мәдениетін қалыптастырады, дамытады және оны шындай түседі. Математикалық есептерді деңгей-деңгейге бөліп оқушылардың меңгеру дәрежесін арттыруда инновациялық технологиялардың берері мол. Атап айтқанда бейне-мультимедиялық оқыту әдісін қолданған оқушылардың сабақтан тыс уақытта өз бетінше және кейбір ата-аналардың қатысуымен дайын бейне- мультимедиялық есептерді пайдаланып, машықтануы оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырады және оқушылардың математикалық есептерді шығара білуге үйретіп, оқушылардың өз бетінше есепті шығара білуге, және өзін-өзі сенуге баулиды. Бейне–мультимедиялық әдісті қолданып математиканы тереңдете оқыту барысында есепті шығарудың жолын үйретуді ұсынамыз.

Арифметикалық амалдарды қолдану, жақшаларды орындау, ең үлкен ортақ бөлгіш, ең кіші ортақ еселік, периодты бөлшектер, периодты ондық бөлшекті жай бөлшекке айналдыру, бұрыс бөлшекті дұрыс бөлшекке айналдыруды оқушыларға үйрету, машықтандыру кезінде бейне-мультимедиялық оқу материалдарын пайдаланған қажетті жетістікке жетудің бір әдісі деп түсінемін. Мысалы үшін мына есептерді алдын ала бейне-мультимедиялық құралдар көмегімен дайындап оқушыларға ұсынылған тиімді деп сенемін.

$$1. \frac{0.1(6) + 0.(3)}{0.(3) + 1.1(6)} \cdot x = 10$$

Таза периодтық бөлшекті жай бөлшекке айналдыру үшін оны периодымен алып одан периодқа дейінгі санды алып тастаймыз, бұдан шыққан айырманы бөлшектің алымы етіп жазамыз, бөлімге периодта қанша цифр болса 9 цифрын сонша рет жазып үтір мен периодтың арасында неше цифр болса, сонша нөлді тіркеп жазамыз.

$$\text{Шешуі: } 0.1(6) \frac{16-1}{90} = \frac{15}{90} = \frac{1}{6}$$

$$0.(3) = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$1.1(6) \frac{116-11}{90} = \frac{105}{90} = 1 \frac{15}{90} = \frac{7}{6}$$

Онда ережені пайдаланып отырғаннан соң алдыңғы теңдеуге мәндес теңдеу аламыз.

$$\frac{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}}{\frac{1}{3} + \frac{7}{6}} \cdot x = 10$$

Теңдеудегі бөлшектің алымындағы қосынды бөлшек сандарды қосындысы түрінде берілген ортақ бөлім беріп ықшамдаймыз.

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

Теңдеудегі бөлшектің бөліміндегі қосындыға бөлшек сандардың қосындысы түрінде берілген ортақ бөлім беріп ықшамдаймыз.

$$\frac{1}{3} + \frac{7}{6} = \frac{2+7}{6} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \text{ орнына қойып бөлшекті бөлшекке бөлеміз}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}} \cdot x = 10 \quad \left(\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}} \text{ бөлшекті бөлшекке бөл } \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \right)$$

$$\frac{1}{3} \cdot x = 10 \quad \left(\text{белгісіз } x - \text{ке } \frac{1}{3} \text{ көбейтіліп тұр онда } x=30 \right)$$

Жауабы: 30

$$2. \text{Есептеңіз } \frac{0.725 + 0.6 + \frac{7}{40} + \frac{11}{20}}{0.128 \cdot 6\frac{1}{4} - 0.0345 \div \frac{3}{25}} \cdot 0.25$$

Біз бұл есепті шешу барысында мультимедияның мүмкіндіктерін пайдаланамыз. Алымындағы амалдардың орындау реті.

1) $0.725 + 0.6$ (1.325 қосу барысында бұл қосынды ерекшеленіп шешіледі, шарт шешіледі 1.325)

$$2) \frac{7}{40} + \frac{11}{20} \quad \text{ерекшеленіп шешілуі ортақ бөлімін тауып}$$

$$\frac{7 + 22}{40} = \frac{29}{40} = 0.725$$

3) $1.325 + 0.725$ (дисплей бетінде ерекшеленіп, өшіп жанып тұруы тиіс.)
Бөліміндегі амалдарды орындау реті төмендегі ретпен жүргізіледі.

$$4) 0.128 \cdot 6\frac{1}{4} \text{ мына } 6\frac{1}{4} \text{ бұрыс бөлшек екенін ескеріп дұрыс бөлшекке келтіріп}$$

$$\text{ережесін еске алып } 0.128 \cdot 6.25 = 0.8 \quad 6\frac{1}{4} = \frac{6 \cdot 4 + 1}{4} = \frac{24 + 1}{4} = \frac{25}{4}$$

$$5) 0.0345 \div \frac{3}{25} = 0.0345 \cdot 0.12 = 0.2875 \quad (\text{ерекшеленуі тиіс})$$

$$6) 0.8 - 0.2875 = 0.5125$$

Есептеп табылған шамалар алғашқы өрнекке мәндес өрнек аламыз.

$$7) \frac{2.05}{0.5125} \cdot 0.25$$

$$7.а) 2.05 \cdot 0.25 = 0.5125$$

$$7.б) \frac{0.5125}{0.5125} = 1$$

Жауабы 1.

Бұл есепті шешу барысында оқушылардың жадындағы ережелерді жаңғырту үшін жаңа оқытудың техникалық құралдарын пайдаланған оқушылардың машықтануына жағдай жасалады.

Есеп шығару кезінде амалдарды біртіндеп орындаған жөн. Оқушылар арифметикалық есептерді әбден машықтанғаннан соң комплексті түрде шешіледі.

$$3. \text{Есептейміз } \frac{\left[2\frac{38}{45} - \frac{1}{15} \right] 13\frac{8}{9} + 3\frac{3}{65} \cdot 0.26...}{(18.5 - 13.777...) \cdot \frac{1}{85}} \cdot 5$$

Бұл есепті шешу кезінде оқушылар күрделі есеп екенін байқауы қажет. Есептің шығарылуының бейне-мультимедиялық вариантын қолданған оқушы есепті шығаруға машықтануға болатындығына көз жеткіземіз.

А) Бұрыс бөлшектер $2\frac{38}{45}, 13\frac{8}{9}, 3\frac{3}{65}$ -ді дұрыс бөлшекке келтірудің ережесін пайдаланып дұрыс бөлшекке келтіруге машықтануы қажет.

$$2\frac{38}{45} = \frac{2 \cdot 45 + 38}{45} \quad 13\frac{8}{9} = \frac{13 \cdot 9 + 8}{9}, \quad 3\frac{3}{65} = \frac{3 \cdot 65 + 3}{65}$$

Б) Аралас периодты бөлшектерді жай бөлшекке айналдыру ережесін пайдаланамыз. $0.25\dots$, $13.777\dots$

$$0.25 = \frac{25}{99}$$

$$13.77 = 13\frac{7}{9}$$

Жоғарыдағы ережелерді пайдалана отырып нәтижелерді алғашқы өрнектің мәндес өрнегін аламыз.

$$\frac{\left[2\frac{38}{45} - \frac{1}{15}\right] \div 13\frac{8}{9} + 3\frac{3}{65} \cdot \frac{26}{99}}{\left[18\frac{1}{2} - 13\frac{7}{9}\right] \cdot \frac{1}{85}} \cdot 0.5$$

Дисплейде ерекшеленіп тұрды, басқа түспен беріледі немесе өшіп жанып тұруы қажет Есептің барысы.

1. Алымындағы амалдарды орындаймыз.

1. а) Үлкен жақшаның ішіндегі амалдарды орындаймыз.

$$2\frac{38}{45} - \frac{1}{15} = \frac{128}{45} - \frac{1}{15} = \frac{128 - 3}{45} = \frac{25}{9} \quad (\text{дисплейде ерекшеленеді})$$

$$1.6) \frac{25}{9} \div 13\frac{8}{9} = \frac{13 \cdot 9 + 8}{9} = \frac{25}{9} \div \frac{125}{9} = \frac{25}{9} \cdot \frac{9}{25} = \frac{1}{5}$$

$$1.в) 3\frac{3}{65} \cdot \frac{26}{99} = \frac{3 \cdot 65 + 3}{65} \cdot \frac{26}{99} = \frac{198}{65} \cdot \frac{26}{99} = \frac{52}{65}$$

$$1.г) \frac{1}{5} + \frac{53}{65} = \frac{13 + 52}{65} = \frac{65}{65} = 1$$

2. Бөлімін есептесек:

$$2.а) 18\frac{1}{2} - 13\frac{7}{9} = \frac{37}{2} - \frac{124}{9} = \frac{9 \cdot 37 - 2 \cdot 124}{18} = \frac{85}{18}$$

$$2.б) \frac{0.5}{18} \cdot \frac{1}{85} = \frac{1}{18}$$

Бөлшектің алымын бөліміне бөлсек

$$3. \frac{1}{1} = 18$$

$$4. 18 \cdot 0.5 = 9$$

Жауабы : 9

Заман талабына сай жас ұрпаққа сапалы білім беруде бейне-мультимедиялық әдістерді математика сабағында пайдалану – оқытудың жаңа технологиясының бір түрі ретінде қарастыруға болады. Тесттік тапсырмаларды машықтану барысында оқушылардың өз бетінше математикаға қызығушылығы артады.

1. Т. Тасболатов. Жоғары оқу орындарына түсушілерге арналған әдістемелік құрал. Математика пәнін тест тапсырмалары. -Алматы, « РТО» 1999ж.
2. Б.Б. Шалбаев. С.Т.Бекжігітова. Арифметикалық амалдарды қолдануға арналған бейне-мультимедиялық электронды курс.-Шымкент, «ХҚТУ». 2010ж.

ТАҚ ЖӘЙ РЕТІ ЦИКЛДЫҚ АБСОЛЮТ АБЕЛЬДІК ӨРІСТЕРДІ САНАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ КЕЙБІР ҚОЛДАНУЛАРЫ

(г. Алматы, КазНПУ им. Абая)

В работе даются конструктивные описания базиса циклических полей простой степени. Производится подсчет примитивных характеров нечетного простого порядка с заданным ведущим модулем. Производится подсчет абсолютно абелевых циклических полей нечетной простой степени с заданным ведущим дивизором. элементарно абелевых полей. Даются некоторые приложения к арифметике кубических циклических полей. Даются некоторые приложения к арифметике циклических полей пятой степени.

Constructive descriptions of basis of cyclic fields of simple degree are given in this work. Calculation of primitive characters of an odd simple order with the set leading module is made. Calculation absolutely Abelian cyclic fields of odd simple degree with the set leader divisor is made. Elementary Abelian water It is given some appendices to arithmetics of cubic cyclic fields. It is given some appendices to arithmetics of cyclic fields of the fifth degree.

Бұл жұмыста берілген жетекші модулі бойынша реті тақ жай сан болатын барлық примитивті характерлердің саны есептеледі және берілген жетекші дивизоры бойынша тақ жай дәрежелі барлық циклдық абсолют абельдік өрістердің саны есептеледі. Үш және бес дәрежелі циклдық абсолют абельдік өрістердің арифметикасын зертеуге қолданылулары беріледі.

Егер $p > 2$ тақ жай сан болса, онда p реті $\chi \in X(f)$, $f = F(\chi)$, $|\chi| = p$ примитивті Дирихле характері табылуы үшін $\chi \in X(f)$ характерінің жетекші модулінің канондық жіктелуі $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$, $a_0 = 0$ немесе $a_0 = 2$, $p_i \equiv 1 \pmod{p}$, $i = 1, 2, \dots, k$ болуы қажетті және жеткілікті. $\chi \in X(f)$ характерінің канондық жіктелуі $\chi = \chi_0 \chi_1 \dots \chi_k$, $\chi_i \in X(p_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$, $p_0 = p^2$ болады. Ал $f = F(\chi)$, $|\chi| = p$, болғандықтан $f = F(\chi) = F(\chi_0)F(\chi_1) \dots F(\chi_k)$, $F(\chi_i) = p_i$, $|\chi_i| = p$, Ескерте кететін бір жәй, p модулі бойынша реті p -ге тең $\chi \in X(p)$ характері табылмайды, себебі $|X(p)| = \phi(p) = p - 1$.

Сөйлем. Егер $p > 2$ тақ жай сан болса, онда $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$ модулі бойынша p ретті барлық $\chi \in X(f)$, примитивтік характерлердің саны $N_p(f) = (p-1)^{k+\frac{a_0}{2}}$ болады, яғни $a_0 = 0$ болғанда $N_p(f) = \phi(p)^k$ формуласы арқылы, ал $a_0 = 2$, болғанда $N_p(f) = \phi(p)^{k+1}$ формуласы арқылы өрнектеледі.

Дәлелдеу. f санының канондық жіктелуі $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$, $p, p_1, p_2, \dots, p_k$ - қос-қосынан әртүрлі жай сандар дейік. $f = F(\chi)$ модулі бойынша $|\chi| = p$ ретті $\chi \in X(f)$ примитивтік характердің канондық жіктелуі $\chi = \chi_0 \chi_1 \dots \chi_k$, $\chi_i \in X(p_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$, $p_0 = p^2$ болады. Ал $f = F(\chi)$, $|\chi| = p$, $f = F(\chi) = F(\chi_0)F(\chi_1) \dots F(\chi_k)$, $F(\chi_i) = p_i$, $|\chi_i| = p$, $X(p_i)$ циклдық группалар болғандықтан $|\chi_i| = p$ ретті $\chi_i \in X(p_i)$ примитивных характерлерінің саны сәйкес түрде $\phi(p)$ болады.

X_p арқылы $\chi \in X$, $|\chi| = p$ ретті барлық примитивтік Дирихле характерлерінің жиынын белгілейік. P_p арқылы p дәрежелі барлық циклдық абсолют абелдік өрістердің жиынын белгілейік.

Анықтама. Егер $\chi, \lambda \in X_p$ Дирихле характерлерінің жетекші модулдері тең $f = F(\chi) = F(\lambda)$ және $X(f)$ группасының бірдей ішкі группаларын тудырса $(\chi) = (\lambda)$, онда оларды эквивалент характерлер дейді және $\chi \sim \lambda$ арқылы белгілейді.

Егер $\chi \in X_p$ Дирихле характерлерінің жетекші модулі $F(\chi) = f$ болса, онда $\tau(\chi^i) = \sum_{g \in U(f)} \chi^i(g) \zeta_f^g$, $i = 0, 1, 2, \dots, p^l - 1$, арқылы Гаусс қосындыларын, $\theta(\chi)$ арқылы $\theta(\chi) = \sum_{i=0}^{p^l-1} \tau(\chi^i)$ қосындысын белгілейік. Егер $\chi, \lambda \in X_{p^l}$ үшін $\chi \sim \lambda$ болса, онда $\theta(\chi) = \theta(\lambda)$ теңдігі орындалатындығын байқау оңай.

Теорема. Егер $p > 2$ тақ жай сан болса, онда $\psi: X_{p^l} / \sim \rightarrow P_{p^l}$, $\chi \in X_{p^l}$, $\psi(\chi) = Q(\theta(\chi))$, $f = F(\chi)$, $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$, формуласы арқылы анықталған бейнелеу, биективтік бейнелеу және $\chi \in X_{p^l}$ характерінің жетекші модулі $Q(\theta(\chi)) \in X_{p^l}$ өрісінің жетекші дивизорына тең $F(\chi) = F(Q(\theta(\chi)))$, ал $Q(\theta(\chi))$ базисі $1, \theta(\chi), (\theta(\chi))^2, \dots, (\theta(\chi))^{p-1}$ болатын p дәрежелі циклдық абсолют абелдік өріс болады. Сонымен қатар, жетекші модулі $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$ болатын барлық p дәрежелі циклдық абсолют абелдік өрістердің саны $N_p^*(f) = \frac{N_p(f)}{\varphi(p)} = (p-1)^{\frac{k+a_0}{2}-1}$ формуласы арқылы өрнектеледі.

Дәлелдеу. f санының канондық жіктелуі $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$, $p, p_1, p_2, \dots, p_k$ - қос-қосынан әртүрлі жай сандар дейік. $f = F(\chi)$ модулі бойынша $|\chi| = p$ ретті $\chi \in X(f)$ примитивтік характердің канондық жіктелуі $\chi = \chi_0 \chi_1 \dots \chi_k$, $\chi_i \in X(p_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$, $p_0 = p^2$ болады. $U(f) = (g_0) \dots (g_s) = \{g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s} \mid (t_0, \dots, t_s) \in Z_{\varphi(p_0)} \oplus \dots \oplus Z_{\varphi(p_s)}\}$, $\chi_i(g_i) = \zeta_{p^i}^{q_i}$, $(q_i, p^i) = 1$, дейік. Онда $g = g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s} \in U(f)$ үшін $\chi(g) = \chi_0 \dots \chi_s(g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s}) = \chi_0(g_0)^{t_0} \dots \chi_s(g_s)^{t_s} = \zeta_{p^l}^{p^{l-l_0} q_0 t_0 + \dots + p^{l-l_s} q_s t_s}$. болғандықтан

$\theta(\chi) = \sum_{t \in \text{Ker } \chi} \zeta_f^t = \sum_{\substack{p^{l-l_0} q_0 t_0 + \dots + p^{l-l_s} q_s t_s \equiv 0 \pmod{p^l} \\ 0 \leq t_i \leq \varphi(p_i) - 1}} \zeta_f^{g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s}}$ болады. Ал $(q_0 p^{l-l_0}, \dots, q_s p^{l-l_s}) \neq 0$, болғандықтан

$p^{l-l_0} q_0 t_0 + \dots + p^{l-l_s} q_s t_s \equiv 0 \pmod{p^l}$ салыстыруының $(p^l)^s$, $(t_0, t_1, \dots, t_s)$, $0 \leq t_i \leq p^l - 1$ шешімдері болады. Сондықтан оның $0 \leq t_i + u_i p^l \leq \varphi(p_i) - 1$, шарттарын қанағаттандыратын $(t_0 + u_0 p^l, \dots, t_s + u_s p^l)$, түріндегі шешімдерінің саны

$\prod_{i=0}^k \frac{\varphi(p^i)}{p^{l_i}} = \frac{\varphi(f)}{p^{l(s+1)}}$ болады. Сонымен $\theta(\chi) \in Q(\zeta_f)$ қосындысы ықшамдалған түрде $\frac{(p^l)^s \varphi(f)}{p^{l(s+1)}} = \frac{\varphi(f)}{p^l}$ қосылғыштан тұрады. $Q(\zeta_f)$ өрісінің Галуа сәйкестігінде $U(f)$

группасының $\text{Ker } \chi$ ішкі группасына $Q(\theta(\chi))$ өрісі сәйкес келеді. $\tau(\chi^i) = \sum_{g \in U(f)} \chi^i(g) \zeta_f^g$,

$i = 0, 1, 2, \dots, p^l - 1$, Гаусс қосындылары мен $g^j(\theta(\chi))$, $j = 0, 1, 2, \dots, p^l - 1$, қосындылары үшін

$$g^j(\theta(\chi)) = \frac{1}{p^l} \sum_{i=1}^{p^l-1} \zeta_{p^l}^{-qij} \tau(\chi^i), \quad \chi(g) = \chi_0 \dots \chi_s (g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s}) = \chi_0 (g_0)^{t_0} \dots \chi_s (g_s)^{t_s} = \zeta_{p^l}^{p^{l-t_0} q_0 t_0 + \dots + p^{l-t_s} q_s t_s}.$$

болғандықтан $\theta(\chi) = \sum_{t \in \text{Ker} \chi} \zeta_f^t = \sum_{\substack{p^{l-t_0} q_0 t_0 + \dots + p^{l-t_s} q_s t_s \equiv 0 \pmod{p^l}}} \zeta_f^{g_0^{t_0} \dots g_s^{t_s}}$ болады. $Q(\zeta_f)$ өрісінің Галуа

сәйкестігінде $U(f)$ группасының $\text{Ker} \chi$ ішкі группасына $Q(\theta(\chi))$ өрісі сәйкес келеді.

$$\tau(\chi^i) = \sum_{g \in U(f)} \chi^i(g) \zeta_f^g, \quad i = 0, 1, 2, \dots, p^l - 1, \quad \text{Гаусс қосындылары мен } g^j(\theta(\chi)),$$

$j = 0, 1, 2, \dots, p^l - 1$, қосындылары үшін

$$g^j(\theta(\chi)) = \frac{1}{p^l} \sum_{i=1}^{p^l-1} \zeta_{p^l}^{-qij} \tau(\chi^i), \quad \tau(\chi^i) = \sum_{j=0}^{p^l-1} \zeta_{p^l}^{qij} g^j(\theta(\chi)),$$

формулалары орындалады. $\sum_{j=1}^{p^l-1} \chi_{p^l}^{qij} g^j(\theta(\chi)) = \sum_{k=0}^{p^l-1} \left(\frac{1}{p^l} \sum_{i=0}^{p^l-1} \chi_{p^l}^{(i-k)jq} \right) \tau(\chi^k) = \sum_{\substack{i=0 \\ k \equiv i \pmod{p^l}}}^{p^l-1} \tau(\chi^k) = \tau(\chi^i)$

$$\text{формуласын ескерсек, } \det(g^{j+k}(\theta(\chi)))^2 = \left(\prod_{i=0}^{p^l-1} \tau(\chi^i) \right)^2 = \prod_{i=1}^{p^l-1} \chi^i (-1) |g(\chi^i)|^2 = \prod_{i=1}^{p^l-1} F(\chi^i) = D.$$

Сонымен, егер $\chi \in X_p$ характерінің жетекші модулі $F(\chi) = f$, p тақ жай саны болса, онда $1, \theta(\chi), (\theta(\chi))^2, \dots, (\theta(\chi))^{p-1}$, $Q(\theta(\chi))$ өрісінің бүтін базисі болады екен. Реті p тақ жай санына тең $\chi \in X_p$ характеріне эквивалент характерлердің саны $\varphi(p)$ болғандықтан, жетекші модулі $f = p^{a_0} p_1 p_2 \dots p_k$ болатын барлық p дәрежелі циклдық абсолют абелдік өрістердің саны $N_p^*(f) = \frac{N_p(f)}{\varphi(p)} = (p-1)^{k + \frac{a_0-1}{2}}$ болады.

Бұл мәселелерді мысалмен түсіндіре кетейік.

1-мысал. $f = 7$ модулі бойынша эквиваленттік дәлдікке дейін реті 3-ке тең дәл $(p-1)^{k + \frac{e_0-1}{2}} = (3-1)^0 = 1$, $\chi \in X(f)$ примитивтік характер табылады. $U(f) = (\bar{3})$, $X(f) = (\lambda)$, $\lambda(3) = \zeta_6$, $\chi = \lambda^2$, $\chi(3) = \zeta_3$, $|\chi| = 3$, $F(\chi) = 7$, $\theta_0 = \theta(\chi) = \zeta_7 + \zeta_7^{-1} = 2 \cos \frac{2\pi}{7}$, $\theta_1 = \zeta_7^2 + \zeta_7^{-2} = 2 \cos \frac{4\pi}{7}$, $\theta_2 = \zeta_7^3 + \zeta_7^{-3} = 2 \cos \frac{6\pi}{7}$.

$Q(\theta_0)$ өрісінің $\theta_0 = \theta(\chi) = \zeta_7 + \zeta_7^{-1} = 2 \cos \frac{2\pi}{7}$ санының минимал көпмүшесі

$$p(x) = x^3 - \mu(f)x^2 + \frac{\mu(f)^2 - f}{3}x - \frac{fA + (1-3f)\mu(f)}{27} = x^3 + x^2 - 2x - 1 \text{ болады.}$$

2-мысал. $f = 9$ модулі бойынша эквиваленттік дәлдікке дейін реті 3-ке тең дәл $(p-1)^{k + \frac{e_0-1}{2}} = (3-1)^0 = 1$, $\chi \in X(f)$ примитивтік характер табылады. $U(9) = (\bar{2})$, $X(9) = (\lambda)$, $\lambda(2) = \zeta_6$, $\chi = \lambda^2$, $\chi(3) = \zeta_3$, $\theta_0 = \theta(\chi) = \zeta_9 + \zeta_9^{-1} = 2 \cos \frac{2\pi}{9}$,

$$\theta_1 = \zeta_9^2 + \zeta_7^{-2} = 2 \cos \frac{4\pi}{9}, \quad \theta_2 = \zeta_7^4 + \zeta_7^{-4} = 2 \cos \frac{8\pi}{9}. \quad Q(\theta_0) \text{ өрісінің } \theta_0 = 2 \cos \frac{2\pi}{9} \text{ санының}$$

минимал көпмүшесі $p(x) = x^3 - 3x + 1$, болады.

3-мысал. 63 модулі бойынша қалыңдылар сақинасының қайтымды элементтер группасы $U(63)$ -тің, өзінің ішкі группаларының тура көбейтіндісіне эффективті түрде жіктелуі $U(63) = (\overline{29})(\overline{10})$, ал $U(63)$ группасының характерлер группасының, өзінің ішкі группаларының тура көбейтіндісіне эффективті түрде жіктелуі, $X(63) = (\lambda_0)(\lambda_1)$, $\lambda_0^{a_0} \lambda_1^{a_1} (g_0^{t_0} g_1^{t_1}) = \zeta_{\varphi(9)}^{a_0 t_0} \zeta_{\varphi(7)}^{a_1 t_1}$ болады. $f = 3^2 7 = 63$, модулі бойынша эквиваленттік дәлдікке

дейін реті 3-ке тең дәл $(p-1)^{k+\frac{e_0}{2}-1} = (3-1)^1 = 2$ примитивтік характер табылады, олар

$$\chi = \lambda_0 \lambda_1, \quad \chi' = \lambda_0 \lambda_1^2, \quad \chi(29) = \zeta_3, \quad \chi(10) = \zeta_3, \quad \chi'(29) = \zeta_3, \quad \chi'(10) = \zeta_3^2.$$

$$\theta_0 = \theta_0(\chi) = \frac{1}{3}(\tau(\chi) + \tau(\chi^2)), \quad 10(\theta_0) = \theta_1 = \frac{\zeta_3 \tau(\chi) + \zeta_3^2 \tau(\chi^2)}{3},$$

$$10^2(\theta_0) = \theta_2 = \frac{\zeta_3^2 \tau(\chi) + \zeta_3 \tau(\chi^2)}{3}.$$

$$\theta_0 = 2 \left(\cos \frac{2\pi}{63} + \cos \frac{4\pi}{63} + \cos \frac{8\pi}{63} + \cos \frac{16\pi}{63} + \cos \frac{32\pi}{63} + \cos \frac{62\pi}{63} \right),$$

$$\theta_1 = 2 \left(\cos \frac{10\pi}{63} + \cos \frac{20\pi}{63} + \cos \frac{34\pi}{63} + \cos \frac{40\pi}{63} + \cos \frac{46\pi}{63} + \cos \frac{58\pi}{63} \right),$$

$$\theta_2 = 2 \left(\cos \frac{22\pi}{63} + \cos \frac{26\pi}{63} + \cos \frac{38\pi}{63} + \cos \frac{44\pi}{63} + \cos \frac{50\pi}{63} + \cos \frac{52\pi}{63} \right). \quad Q(\theta_0) \text{ өрісінің } \theta_0$$

$$\theta'_0 = \theta'_0(\chi) = \frac{1}{3}(\tau(\chi') + \tau(\chi'^2))$$

санының минимал көпмүшесі $p(x) = x^3 - 7x - 28$, болады.

$$10(\theta'_0) = \theta'_1 = \frac{\zeta_3 \tau(\chi') + \zeta_3^2 \tau(\chi'^2)}{3}, \quad 10^2(\theta'_0) = \theta'_2 = \frac{\zeta_3^2 \tau(\chi') + \zeta_3 \tau(\chi'^2)}{3}.$$

$$\theta'_0 = 2 \left(\cos \frac{2\pi}{63} + \cos \frac{10\pi}{63} + \cos \frac{16\pi}{63} + \cos \frac{22\pi}{63} + \cos \frac{46\pi}{63} + \cos \frac{50\pi}{63} \right),$$

$$\theta'_1 = 2 \left(\cos \frac{4\pi}{63} + \cos \frac{20\pi}{63} + \cos \frac{26\pi}{63} + \cos \frac{32\pi}{63} + \cos \frac{34\pi}{63} + \cos \frac{44\pi}{63} \right),$$

$$\theta'_2 = 2 \left(\cos \frac{8\pi}{63} + \cos \frac{38\pi}{63} + \cos \frac{40\pi}{63} + \cos \frac{52\pi}{63} + \cos \frac{58\pi}{63} + \cos \frac{62\pi}{63} \right). \quad Q(\theta_0) \text{ өрісінің}$$

фундаменталь базисі $1, \theta'_0, \theta'_1$, дискриминанты $D = \Delta(1, \theta'_0, \theta'_1) = 63^2$, болады. Ал, $J(\chi', \chi') = -9 - 3\zeta_3$, $J(\chi'^2, \chi'^2) = -6 + 3\zeta_3$, $A = -15$, θ'_0 санының минимал көпмүшесі $p(x) = x^3 - 7x + 35$, болады.

4-мысал. $f = 11$, модулі бойынша эквиваленттік дәлдікке дейін реті 5-ке тең дәл

$(p-1)^{k+\frac{e_0}{2}-1} = (3-1)^0 = 1$, $\chi \in X(11)$ примитивтік характер табылады.

$$U(11) = (\overline{2}) = \{2^0 = 1, 2^1 = 2, 2^2 = 4, 2^3 = 8, 2^4 = 5, 2^5 = 10, 2^6 = 9, 2^7 = 7, 2^8 = 3, 2^9 = 6\}, \quad X(11) = (\lambda),$$

$$\lambda(2) = \zeta_{10}, \quad \chi = \lambda^2, \quad \chi(2) = \zeta_5, \quad \theta(\chi) = \sum_{\substack{t \equiv 0 \pmod{5} \\ 0 \leq t_1 \leq 10}} \zeta_{11}^{2^t} = \zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1}, \quad \theta_j = 2^j(\theta(\chi)) = \sum_{t \in \text{Ker} \chi} \zeta_f^{t 2^j},$$

$$\theta_0 = \zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1}, \quad \theta_1 = \zeta_{11}^2 + \zeta_{11}^{-2}, \quad \theta_2 = \zeta_{11}^4 + \zeta_{11}^{-4}, \quad \theta_3 = \zeta_{11}^3 + \zeta_{11}^{-3}, \quad \theta_4 = \zeta_{11}^5 + \zeta_{11}^{-5},$$

$$\text{Ker } \chi = U(11) = (\bar{2}) = \{2^t | \chi(2^t) = \zeta_5^t = 1\} = \{2^0 = 1, 2^5 = -1\} = \{1, -1\}$$

$$(\tau(\chi^0), \tau(\chi^1), \tau(\chi^2), \tau(\chi^3), \tau(\chi^4)) = (\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_2, \theta_2) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \zeta_5^1 & \zeta_5^2 & \zeta_5^3 & \zeta_5^4 \\ 1 & \zeta_5^2 & \zeta_5^4 & \zeta_5^1 & \zeta_5^3 \\ 1 & \zeta_5^3 & \zeta_5^1 & \zeta_5^4 & \zeta_5^2 \\ 1 & \zeta_5^4 & \zeta_5^3 & \zeta_5^2 & \zeta_5^1 \end{pmatrix},$$

$$(5\theta_0, 5\theta_1, 5\theta_2, 5\theta_3, 5\theta_4) = (\tau(\chi^0), \tau(\chi^1), \tau(\chi^2), \tau(\chi^3), \tau(\chi^4)) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \zeta_5^4 & \zeta_5^3 & \zeta_5^2 & \zeta_5^1 \\ 1 & \zeta_5^3 & \zeta_5^1 & \zeta_5^4 & \zeta_5^2 \\ 1 & \zeta_5^2 & \zeta_5^4 & \zeta_5^1 & \zeta_5^3 \\ 1 & \zeta_5^4 & \zeta_5^2 & \zeta_5^3 & \zeta_5^4 \end{pmatrix}$$

$$\theta_0^5 = (\zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1})^5 = (\zeta_{11}^5 + \zeta_{11}^{-5}) + C_5^1(\zeta_{11}^3 + \zeta_{11}^{-3}) + C_5^2(\zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1}) = \theta_2 + 5\theta_3 + 10\theta_0,$$

$$\theta^5 = \theta_4 + 5\theta_3 + 10\theta = -1 - \theta_2 + 4\theta_3 + 9\theta = -1 - (\theta^4 - 4\theta^2 + 2) + 4(\theta^3 - 3\theta) + 9\theta,$$

$\theta^5 = -\theta^4 + 4\theta^3 + 3\theta^2 - 3\theta - 1$, онда $\theta_0 = \zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1}$ саны дискриминанты $D = 11^4$ -ге тең $Q(\theta(\chi)) \in M_3(f)$ бес дәрежелі циклдык абсолют абельдік өрісін туғызады және оның минимал көпмүшесі $p(x) = x^5 + x^4 - 4x^3 - 3x^2 + 3x + 1$ болады. $p(x) \in \mathbb{Z}[x]$ көпмүшесінің барлық түбірлері $\theta_0 = \zeta_{11} + \zeta_{11}^{-1}$, $\theta_1 = \zeta_{11}^2 + \zeta_{11}^{-2}$, $\theta_2 = \zeta_{11}^4 + \zeta_{11}^{-4}$, $\theta_3 = \zeta_{11}^3 + \zeta_{11}^{-3}$, $\theta_4 = \zeta_{11}^5 + \zeta_{11}^{-5}$.

5-мысал. $f = 25$, модулі бойынша эквиваленттік дәлдікке дейін реті 5-ке тең дәл 1, $\chi \in X(25)$ примитивтік характер табылады. $U(25) = (\bar{2})$,

$$U(25) = \left\{ \begin{array}{l} 1, 2^1 = 2, 2^2 = 4, 2^3 = 8, 2^4 = 16, 2^5 = 7, 2^6 = 14, 2^7 = 3, 2^8 = 6, 2^9 = 12, 2^{10} = 24, \\ 2^{11} = 23, 2^{12} = 21, 2^{13} = 17, 2^{14} = 9, 2^{15} = 18, 2^{16} = 11, 2^{17} = 22, 2^{18} = 19, 2^{19} = 13 \end{array} \right\},$$

$$X(25) = (\lambda), \quad \lambda(2) = \zeta_{20}, \quad \chi = \lambda^4, \quad \chi(2) = \zeta_5, \quad \theta(\chi) = \sum_{\substack{t \equiv 0 \pmod{5} \\ 0 \leq t_1 \leq 10}} \zeta_{25}^{2^t} = \zeta_{25} + \zeta_{25}^{-1} + \zeta_{25}^7 + \zeta_{25}^{-7},$$

$$\theta_j = 2^j(\theta(\chi)) = \sum_{t \in \text{Ker } \chi} \zeta_{25}^{t2^j}, \quad \theta_j = \zeta_{25}^{2^j} + \zeta_{25}^{-2^j} + \zeta_{25}^{7 \cdot 2^j} + \zeta_{25}^{-7 \cdot 2^j},$$

$$\text{Ker } \chi = U(25) = (\bar{2}) = \{2^t | \chi(2^t) = \zeta_5^t = 1\} = \{2^0 = 1, 2^5 = 7, 2^{10} = -1, 2^{15} = -7\}, \quad Q(\theta_0) \text{ өрісінің}$$

фундаменталь базисі $1, \theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ болады. $\theta_0 \cdot 1 = \theta_0$, $\theta_0 \cdot \theta_0 = 4 + \theta_1$, $\theta_0 \cdot \theta_1 = -1 - \theta_1 - \theta_3$, $\theta_0 \cdot \theta_2 = -1 + \theta_1 + 2\theta_2$, $\theta_0 \cdot \theta_3 = -1 + \theta_0 - \theta_1 - \theta_2 - \theta_3$. болғандықтан, $\theta_0 : Q(\theta_0) \rightarrow Q(\theta_0)$ сызықтық операторының $1, \theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ базисіндегі матрицасы

$$A = A_{\theta_0} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

яғни $(\theta_0 \cdot 1, \theta_0 \cdot \theta_0, \theta_0 \cdot \theta_1, \theta_0 \cdot \theta_2, \theta_0 \cdot \theta_3) = (1, \theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3)$ $\begin{pmatrix} 0 & 4 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ Онда

$\theta_0 = \zeta_{25} + \zeta_{25}^{-1} + \zeta_{25}^7 + \zeta_{25}^{-7}$ санының минимал көпмүшесі
 $p(x) = |xE - A| = x^5 - 8x^3 + 8x^2 + 9x - 11$ болады. $p(x) \in Z[x]$ көпмүшесінің барлық
 түбірлері $\theta_0 = \zeta_{25} + \zeta_{25}^{-1} + \zeta_{25}^7 + \zeta_{25}^{-7}$, $\theta_1 = \zeta_{25}^2 + \zeta_{25}^{-2} + \zeta_{25}^{11} + \zeta_{25}^{-11}$,
 $\theta_2 = \zeta_{25}^4 + \zeta_{25}^{-4} + \zeta_{25}^3 + \zeta_{25}^{-3}$, $\theta_3 = \zeta_{25}^8 + \zeta_{25}^{-8} + \zeta_{25}^6 + \zeta_{25}^{-6}$, $\theta_4 = \zeta_{25}^9 + \zeta_{25}^{-9} + \zeta_{25}^{12} + \zeta_{25}^{-12}$,
 болады.

1. Болен А. Конструктивная реализация теоремы Кронекера-Вебера и ее приложения. Алматы, 2008, Материалы 12-ой межвузовской конференции по математике и механике.

УДК 517.928.4:517.929.4

Ж.К. Дюсембина

МОДИФИКАЦИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В СОСТОЯНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАВНОВЕСИЯ

(г.Алматы, Алматинский технологический университет)

Экологиялық жүйенің популяциялық динамикасының шектелген уақыт аралығындағы орнықтылығы зерттелген. Экологиялық және биомедициналық жүйелерді зерттеудің сызықты және квазисызықты басқару жүйелері айқындалмаған түрде алынған.

The object of research is as applied tasks of the system analyses and automatic control, primary difference of functioning on a final interval of time, ecological systems of respiratory hemostat.

Математические методы в исследования вопросов динамики численности биологических популяций занимает центральное место в задачах экологии и популяционной генетики. Многих исследователей привлекают проблемы взаимодействия человека и биосферы с современных условиях, когда возможности человека влиять на изменение процессов в биосфере стали сравнимы с энергией естественного происхождения.

Необходимость решения экологических проблем требует от математиков разработки специальных методов построения и исследования математических моделей экологических процессов. В статье поставлена задача перевода экологической системы на новый режим, при котором поддерживалась бы заданная численность популяций [1].

Рассмотрим функцию Ляпунова для консервативной системы в виде:

$$V(N) = \sum_{j=1}^n [N_i - \bar{N}_i^* \ln N_i]. \quad (1)$$

Производная этой функции вдоль траектории системы имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial V}{\partial N_i} \dot{N}_i = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{\bar{N}_i^*}{N_i}\right) \dot{N}_i = \sum_{i=1}^n \frac{(N_i - \bar{N}_i^*)}{N_i} N_i \left[\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (N_j^* - N_j) + c_i \right] = \\ &= \sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N}_i^*) \left[\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (N_j^* - N_j) + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (\bar{N}_j^* - N_j) \right] = - \sum_{i,j=1}^n \gamma_{ij} (N_i - \bar{N}_i^*) (N_j - \bar{N}_j^*) \end{aligned} \quad (2)$$

и предположим, что величина γ_{ij} образуют антисимметрическую матрицу, т.е. $\gamma_{ij} = -\gamma_{ji}$, $i \neq j$, $\gamma_{ii} = 0$, $i = \overline{1, n}$.

$$u = CN + \text{diag}\{\delta_1 N_1, \dots, \delta_n N_n\}(\bar{N}^* - N), \quad (3)$$

где
то

$$\delta_i > 0, \quad i = \overline{1, n},$$

$$\frac{dV}{dt} = - \sum_{i=1}^n \delta_i (N_i - \bar{N}_i^*)^2 < 0. \quad (4)$$

Если $\gamma_{ij} < 0$, то это значит, что i -й вид увеличивается за счет j -го вида, в то время как при $\gamma_{ij} > 0$ i -й вид сокращается в пользу j -го вида.

Управление $u = CN$ заменим на

$$u = CN + \text{diag}(v_1, \dots, v_n). \quad (5)$$

Тогда

$$\left. \frac{dV}{dt} \right|_{(3.5), (3.11)} = - \sum_{i,j=1}^n \gamma_{ij} (N_i - \bar{N}_i^*) (N_j - \bar{N}_j^*) + \sum_{i=1}^n \frac{(N_i - \bar{N}_i^*)}{N_i} v_i = \sum_{i=1}^n \frac{(N_i - \bar{N}_i^*)}{N_i} v_i. \quad (6)$$

Положим

$$v_i = - \frac{N_i}{N_i - \bar{N}_i^*}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

При этом

$$\left. \frac{dV}{dt} \right|_{(3.5), (3.11)} = -n.$$

Заметим, что если $|v_i| < 1$, $i = \overline{1, n}$, то потребуется, чтобы было

$$0 \leq N_i < \bar{N}_i^*, \quad i = \overline{1, n}.$$

При управлении

$$u = CN + v_1 = CN - \text{diag} \left\{ \frac{N_1}{N_1 - \bar{N}_1^*}, \dots, \frac{N_n}{N_n - \bar{N}_n^*} \right\}, \quad (8)$$

для системы

$$\frac{dN_i}{dt} = N_i (\varepsilon_i - \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} N_j) + u_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

имеет место T -управляемость, так как не регулируемая часть системы

$$\frac{dN_i}{dt} = N_i \left[\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (N_j^* - N_j) + c_i \right], \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

устойчива по Ляпунову. Следовательно, управление (8) осуществляет перевод системы

(9) из положения равновесия N^* в желаемое положение $\bar{N}^*$, причем время перевода:

$$T = V(N(0)) = t_1 - t_0 = t_1, \quad \text{при } t_0 = 0,$$

т.е.

$$T = \sum_{i=1}^n \left[\left(N_i(0) - \bar{N}_i^* \ln N_i(0) \right) \right] \quad (11)$$

согласно общей теореме о T - управляемости и T - устойчивости.

Рассмотрим подход теории устойчивости на конечном отрезке времени. Пусть $n = 2$. Тогда уравнения в отклонениях системы (9) примут вид:

$$\begin{aligned} \frac{dM_1}{dt} &= N_1(\bar{\varepsilon}_1 - \gamma_{11}M_1 - \gamma_{12}M_2) + \bar{u}_1 - \gamma_{12}N_1^*, \\ \frac{dM_2}{dt} &= N_2(\bar{\varepsilon}_2 - \gamma_{21}M_1 - \gamma_{22}M_2) + \bar{u}_2 - \gamma_{21}N_2^*, \quad t \in [0, T], \quad 0 < T < +\infty, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\bar{u}_1 = \gamma_{12}N_1^* + u_1, \quad \bar{u}_2 = \gamma_{21}N_2^* + u_2, \quad M_i = N_i - N_i^*, i = 1, 2.$$

Линейно-однородная часть системы имеет вид:

$$\frac{dM_i}{dt} = \bar{\varepsilon}_i M_i, \quad i = 1, 2. \quad (13)$$

Фундаментальная матрица решений системы (13) $\Phi(t)$ определяется из уравнения [2]:

$$\hat{O}_i = \bar{\varepsilon}_i \hat{O}_i, \quad \hat{O}_i(0) = 1, \quad i = 1, 2$$

и

$$\hat{O}_i(t) = e^{\bar{\varepsilon}_i t}, \quad i = 1, 2,$$

так как $\Phi_i(0) = C_i = 1$.

Вычислим матрицы

$$Q(t) = \hat{O}^{-1}(t)B = \begin{pmatrix} e^{-\bar{\varepsilon}_1 t} & 0 \\ 0 & e^{-2\bar{\varepsilon}_2 t} \end{pmatrix}, \quad \hat{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad QQ^T = \begin{pmatrix} e^{-2\bar{\varepsilon}_1 t} & 0 \\ 0 & e^{-2\bar{\varepsilon}_2 t} \end{pmatrix},$$

$$R(t, T) = \int_t^T Q(\tau)Q^T(\tau)d\tau = \begin{pmatrix} \frac{1}{2\bar{\varepsilon}_1} (e^{-2\bar{\varepsilon}_1 t} - e^{-2\bar{\varepsilon}_1 T}) & 0 \\ 0 & \frac{1}{2\bar{\varepsilon}_2} (e^{-2\bar{\varepsilon}_2 t} - e^{-2\bar{\varepsilon}_2 T}) \end{pmatrix},$$

$$R(0, T) = \begin{pmatrix} \frac{1}{2\bar{\varepsilon}_1} (1 - e^{-2\bar{\varepsilon}_1 T}) & 0 \\ 0 & \frac{1}{2\bar{\varepsilon}_2} (1 - e^{-2\bar{\varepsilon}_2 T}) \end{pmatrix} > 0,$$

$$2\bar{\varepsilon}_i T > 0.$$

если

Далее,

$$W(t, T) = \Phi(t)R(t, T)\Phi^*(t) = \begin{pmatrix} \frac{e^{2\bar{\varepsilon}_1 t}}{2\bar{\varepsilon}_1} (e^{-2\bar{\varepsilon}_1 t} - e^{-2\bar{\varepsilon}_1 T}) & 0 \\ 0 & \frac{e^{2\bar{\varepsilon}_2 t}}{2\bar{\varepsilon}_2} (e^{-2\bar{\varepsilon}_2 t} - e^{-2\bar{\varepsilon}_2 T}) \end{pmatrix},$$

$$K(t) = W^{-1}(t, T) = \begin{pmatrix} \frac{2\bar{\varepsilon}_1}{1 - e^{2\bar{\varepsilon}_1(t-T)}} & 0 \\ 0 & \frac{2\bar{\varepsilon}_2}{1 - e^{2\bar{\varepsilon}_2(t-T)}} \end{pmatrix},$$

т.е.
$$K_{ii}(t) = \frac{2\bar{\varepsilon}_i}{1 - e^{2\bar{\varepsilon}_i(T-t)}}, \quad i = 1, 2, \quad K_{ij}(t) = 0, \quad i \neq j.$$

Тогда для системы

$$\dot{M}_i = \bar{\varepsilon}_i M_i + u_i, \quad i = 1, 2, \quad t \in [0, T],$$

управляемость обеспечивается управлением вида: $u_i^0 = \frac{2\bar{\varepsilon}_i}{e^{-2\bar{\varepsilon}_i(T-t)} - 1} M_i, \quad i = 1, 2.$

Систему (9) можно представить в виде:

$$\frac{dM}{dt} = A \cdot M + D(M)M + Bu, \quad M(0) = M_0, t \in [0, T], \quad (14)$$

где $A = \begin{pmatrix} \bar{\varepsilon}_1 & 0 \\ 0 & \bar{\varepsilon}_2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad D(M) = -\begin{pmatrix} \gamma_{11}M_1 & \gamma_{12}M_1 \\ \gamma_{21}M_2 & \gamma_{22}M_2 \end{pmatrix}.$

управление имеет вид:

$$u(t, \dot{M}) = u^0(t, \dot{M}) + v(t, \dot{M}), \quad t \in [0, T], \quad (15)$$

где вектор-функция $v(t, M)$ равна $v(t, M) = R(t, M)M$,

и матрица $R(t, M)$ такая, что

$$K(t)[D(t, M) + B(t)R(t, M)] + [D(t, M) + B(t)R(t, M)]^* K < 0.$$

Учитывая, что

$$K(t) = \begin{pmatrix} K_{11}(t) & 0 \\ 0 & K_{22}(t) \end{pmatrix},$$

имеем
$$\Delta \equiv K(t)[D(t, M) + R(t, M)] + [D(t, M) + R(t, M)]^* K =$$

$$= \begin{pmatrix} K_{11}(R_{11} - \gamma_{11}M_1) & K_{11}(R_{12} - \gamma_{12}M_1) \\ K_{22}(R_{21} - \gamma_{21}M_2) & K_{22}(R_{22} - \gamma_{22}M_2) \end{pmatrix}.$$

Положим

$$R_{12} = \gamma_{12}M_1, R_{21} = \gamma_{21}M_2, R_{11} = 0, R_{22} = 0.$$

тогда

$$R(t, M) = \begin{pmatrix} 0 & \gamma_{12}M_1 \\ \gamma_{21}M_2 & 0 \end{pmatrix}$$

и управление (14) примет вид:

$$u_1(t, M) = \frac{2\bar{\varepsilon}_1}{e^{-2\bar{\varepsilon}_1(T-t)} - 1} M_1 + \gamma_{12}M_1M_2, u_2(t, M) = \frac{2\bar{\varepsilon}_2}{e^{-2\bar{\varepsilon}_2(T-t)} - 1} M_2 + \gamma_{21}M_1M_2, t \in [0, T].$$

При этом согласно теореме об устойчивости движения на конечном отрезке времени

$$M_i(T) = 0, \quad i = 1, 2.$$

Отметим, что можно рассмотреть различные другие варианты стабилизации движения на конечном отрезке времени и обобщенное уравнение в виде системы (8).

Поставлена и решена задача синтеза векторного управления из заданного класса для управляемых экологической системы и популяционной динамики сообщества с

самолимитированием математическими моделями в виде квазилинейных уравнений, на основе подхода T - управляемости и T - устойчивости, в явном виде получены выражения для векторного управления, оценка конечного интервала времени T определен через параметры выбранной функции Ляпунова.

1. Бияров Т.Н. Об устойчивости нелинейных систем на конечном отрезке времени // Стабилизация и оптимальное управление динамических систем. – Алма-Ата: Изд-во КазГУ. – 1988. стр75.
2. Свирежев Ю.М., Елизаров Е.Я. Математическое моделирование биологических систем. – М.: Мир. 1972.стр22.

УДК 372

Г.М. Ергалиева, А.С. Азахунова*

ФОРМИРОВАНИЕ У ШКОЛЬНИКОВ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

*(г.Алматы, КазНПУ им. Абая, *-студент)*

Бұл жұмыста физика сабақтарында оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыру қарастырылған. Оқушылардың ғылыми көз қарасын қалыптастыратын құраушылар мен ұсыныстар келтірілген. «Электростатикалық өріс» түсінілігін қалыптастыру мақсатындағы сабақ жоспары дайындалған.

Problems of technique of forming of student's scientific worldview at the physics lessons were considered in this work. There were suggested components and proposals of forming of scientific worldview. The lesson of forming of concept «Electrostatic field» was worked out.

В современных условиях перед каждым человеком становится довольно сложная задача выбора собственного жизненного пути при своевременном становлении его личностных взглядов, миропонимания, мироощущения. Так как перечисленные выше качества личности являются компонентами его мировоззрения, то в настоящее время следует уделять особенно пристальное внимание формированию мировоззрения человека. Становление мировоззрения человека происходит с момента его рождения, осознания им себя и своего места в мире. Генезис мировоззрения происходит в процессе целенаправленного его формирования при обучении и воспитании и при спонтанном общении личности.

Обладая общими знаниями о своем месте в мире, человек строит и общую свою деятельность, определяет общие и частные свои цели в соответствии с определенным мировоззрением.

Целенаправленное формирование мировоззрения обучаемых – сложный, многозначный процесс теоретической, практической и когнитивной деятельности субъекта. При обучении в школе преимущественно происходит формирование научного мировоззрения человека. Физика – это один из предметов, имеющих первостепенное значение при формировании научного мировоззрения, дающих возможность использования для этого разнообразных методов.

В основе любой системы образования лежит определенное, более или менее осознанное мировоззрение. Это вытекает из социальных функций образования и воспитания. Одной из важных задач развития современного общества является

формирование нового человека, главным жизненным ориентиром которого должно быть подлинно научное мировоззрение. В современных условиях особенно важно обосновать механизм формирования научного мировоззрения у молодежи; свобода слова, гласность, политический и интеллектуальный плюрализм, популярность религии приобретают порой гипертрофированные формы. Чтобы общество было в состоянии противостоять указанным негативным проявлениям, необходимо повышение престижа науки, научной интеллигенции, совершенствование системы образования. Жизнь заставляет сегодня каждого молодого человека формировать глубокое понимание характера современных задач, прочное научное мировоззрение, принципиальность, высокую духовную и нравственную культуру, ответственное отношение к делу. Если формирование научного мировоззрения у широких масс является настоятельной потребностью обновления общества, то применительно к молодежи вообще и учащейся ее части, в частности оно, имеет особо важное значение.

Человек разумное социальное существо. Его деятельность целесообразна. И чтобы действовать целесообразно в сложном реальном мире, он должен не только много знать, но и уметь. Уметь выбрать цели, уметь принять то или иное решение. Для этого ему необходимо, в первую очередь, глубокое и правильное понимание мира - мировоззрение.

Мировоззрение - это система взглядов на объективный мир и место в нем человека, на отношение человека к окружающей его действительности и самому себе, а также сложившиеся на основе этих взглядов убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности, ценностные ориентации.

Формирование научного мировоззрения учащихся на уроках физики – сложный и многосторонний процесс, который складывается из ряда компонентов.

Как правило, выделяют следующие основные типы мировоззрений: философское, научное, обыденное, религиозное, мифологическое [1].

Из приведенных типов мировоззрения нас интересует научное мировоззрение, а также роль физики, естествознания в целом, при его формировании. Структуру научного мировоззрения составляют теоретическая система обобщенных знаний о мире и месте в нем человека, взгляды и убеждения человека.

Для того, чтобы сформировать у учащихся знания об электрическом поле при первоначальном изучении раздела «Электростатическое поле» в 8 классах, мы выбрали следующие компоненты:

- 1) формирование материалистического подхода к окружающему миру;
- 2) формирование диалектического мышления учащихся;
- 3) формирование представлений о развитии науки;
- 4) формирование активной жизненной позиции.

Важнейшей задачей раздела электростатическое поле является формирование **понятия о поле как виде материи**. Пониманию поля как объективной реальности будет способствовать факт наличия у поля энергии, а также опытное обнаружение различных проявлений поля.

Для выявления исходного и последующего уровня мировоззренческих знаний учащихся в 8-х классов (гимназии №25 имени И.Есенберлина) нами была составлена анкета из 15 вопросов и проведен письменный опрос.

Общее число опрошенных школьников составило – 50 человек (100%). 8 «А» - 50% (25 человек), 8 «Б» - 50% (25 человек). Из них девочек – 46% (23 человек): 8 «А» - 22% (11 человек), 8 «Б» - 24% (12 человек). Мальчиков было 54% (27 человек), из них 8 «А» - 28% (14 человек), 8 «Б» - 26% (13 человек).

Формирующий эксперимент предполагал апробацию и внедрение в образовательный процесс школы сконструированную учебно-познавательную систему и методику формирования у школьников научного мировоззрения на уроках физики.

По проблеме формирования мировоззрения учащихся были заданы вопросы и получены ответы следующего характера.

1. Вспомните, с какими трудными ситуациями Вам пришлось столкнуться в Вашем личном опыте?
2. Что Вы делали, когда оказались перед трудностями? К кому обращались?
3. Кто Вам реально помог преодолеть трудности?
4. Какие взгляды у Вас на мир?
5. Как Вы себе представляете окружающий мир?
6. С чем Вы не хотели бы встречаться в жизни?
7. Какие отношения у Вас к окружающему миру?
8. Какие стороны человеческой жизни, события произвели на Вас отрицательные впечатления?
9. Какой смысл Вы вкладываете в понятие «мировоззрения»?
10. Выбрали ли Вы для себя профессию, соответствующую Вашим мировоззренческим представлениям и жизненным планам?
11. Считаете ли Вы, что окружающий мир может быть улучшен?
12. Думаете ли Вы, что сами сможете участвовать в значительных изменениях окружающего мира?
13. Считаете ли Вы, что в будущем станете играть столь важную роль, что сможете что-то принципиально изменить?
14. Возникает ли у Вас желание заняться каким-то неизвестным для Вас делом, в которой в данный момент Вы некомпетентны, то есть совершенно его не знаете?
15. Если дело, которое Вы не знаете, Вам нравится, хотите ли Вы знать о нем все?

После изучения темы мы провели повторное анкетирование и получили следующие ответы:

- сделать все возможное, чтобы увеличить количество добра в мире, ничего глобально не меняя (пример, помогать людям);
- жизнь – очень сложная штука;
- приложить все усилия к построению идеального общества (христианского, коммунистического, какого-либо еще);
- стать идеальным человеком;
- создать нечто особенное, что хотя и не отразится на отношениях людей, но, тем не менее, сделает свой вклад в науку или искусство;
- познавать мир до тех пор, пока это возможно;
- ни о чем не думая, получить от жизни максимум того, что она может дать, насладиться всеми удовольствиями;
- смысл жизни – в самой жизни. Принимать то, что она дает, и не требовать невозможного;
- не надо думать ни о чем вообще – день прошел, и ладно, и нечего разными там смыслами жизни голову забивать;
- трудные ситуации в жизни увеличиваются с каждым годом;
- в трудных ситуациях, я вначале стараюсь решить сам, если не разрешается, то обращаюсь к своим родным и близким;
- иногда я сама преодолеваю трудности, иногда с помощью близких и родных мне людей, а так, я считаю, что человек должен сам находить пути для преодоления любой ситуации;
- окружающий мир – это то, что нас окружает;

- в жизни я не хочу встречаться с несправедливостью, с плохими людьми с серьезными проблемами, трудностями;
- на меня производят отрицательные впечатления, когда люди ссорятся возле детей, обижают и бьют друг друга, выражаются нецензурными выражениями и т.д.;
- мировоззрение – это наш взгляд на природу и на окружающий нас мир;
- человек, уверенный в себя и в свои силы, достигнет высоких вершин, несмотря ни на что;
- другие ответы.

Проанализировав устные и письменные ответы учащихся, мы выявили исходный уровень экспериментальной группы.

Высокий уровень характеризуется высокой степенью овладения знаниями и умениями в области мировоззрения. Достигшие этого уровня школьники отличаются инициативностью, проявляют ответственное отношение к окружающему миру, к природе, к овладению знаниями и практическими умениями. В процессе выполнения практических действий они стремятся к достижению высокого результата, имеют ярко выраженные положительные мотивы деятельности; постоянно оценивают свои действия. Они обладают высокой личностной активностью.

Средний уровень. Достигшие этого уровня владеют знаниями, необходимыми для будущего формирования мировоззрения. Они достаточно ответственно относятся к овладению знаниями и умениями; умеют провести диагностику своих знаний; индивидуально работать с детьми.

Низкий уровень характеризуется недостаточными для формирования мировоззрения знаниями и умениями. Стремление к овладению практическими умениями выражено слабо. Отсутствует контроль над своими действиями. Совершенно неинициативны и несамостоятельны.

Результаты до изучения темы.

1. Высокий – 18% (9 человек)
2. Средний – 52% (26 человек)
3. Низкий – 30% (15 человек)

Результаты после изучения темы.

1. Высокий – 26% (13 человек)
2. Средний – 56% (28 человек)
3. Низкий – 18% (18 человек)

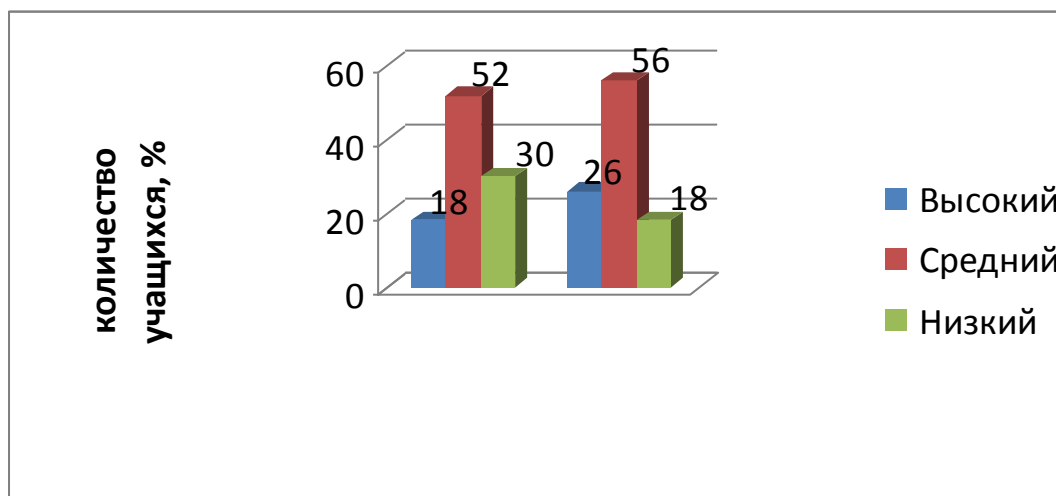


Рисунок 1 – Распределение испытуемых экспериментальной и контрольной групп по уровням их мировоззрения.

Из диаграммы видно, что после проведения нашего модульного урока, уровни правильного понимания мировоззрения у учащихся изменились: высокий и средний уровни повысились, а низкий уровень понизился.

Обобщая результаты, полученные в ходе проведенного микроисследования, мы пришли к следующим **выводам**:

- существуют возможности для того, чтобы в сознании учеников складывалось правильное общее представление о мире и его познании физической наукой. Для этого, прежде всего, следует отказаться от встречающегося бесстрастно-объективистского изложения учебного материала, при котором факты помогающее учащимся объективно понимать природу, часто остаются вне поля зрения школьников;
- в процессе исследования мы разносторонне изучили и постарались научить учащихся видеть объективный мир за его физическим описанием, заложили основу формирования в сознании учеников единой физической картины мира;
- на основе анализа по проведенному анкетированию, мы определили и выявили 3 уровня развития у школьников научного мировоззрения;
- и была разработана учебно-познавательная система и методика формирования у школьников научного мировоззрения на уроках физики.

Мы думаем, что для формирования у школьников научного мировоззрения нужно:

- всемерно добиваться единства научного понимания закономерностей развития природы, общества и сознания людей;
- вырабатывать у школьников стремление, мотивы и умение поступать в соответствии с научным мировоззрением путем участия в сознательной трудовой и общественной деятельности;
- научить школьников оценивать явления природы, общественной жизни и деятельности людей с научно-материалистических позиций.
- дополнить содержание учебных предметов (предметы, связанные с развитием природы, предметы, связанные с закономерностями развития общества) материалам, который должен раскрывать сущность мировоззрения.
- необходимо также формировать мировоззренческие представления в процессе факультативных занятий под руководством опытных педагогов.
- учителям следует заботиться не только о формировании у учащихся теоретических знаний, но и уметь применять эти знания на практике.

ӨОЖ 004:372.851

Э.М. Ибраева

МАТЕМАТИКА САБАҒЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕСІ

(Астана қ. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ)

В статье описана теория применения информационных технологий на уроках математики. Рассмотрены роль и правила информационных технологий в системе образования. Эффективное использование компьютерных технологий в учебно-воспитательном процессе является очень важным средством. Поэтому обсуждается несколько типов программ компьютерного обучения. А также приведены пути его применения на уроках математики.

This article describes the theory of information technology is not mathematics lessons. That is, consider the role of rules and information technologies in education. Effective and beneficial use of computer technology in the educational process is a very important tool. Therefore discussed several types of computer training programs. Also, given the way it is used in mathematics lessons.

Үстіміздегі ғасыр – жеке тұлғаны қалыптастыру, ізгілендіру, дамыту ғасыры болып табылады. Сонымен қатар әлемдік білім алу кеңістігінде интеграциялық үрдістердің тереңдеп, кең қанат жайған жағдайында ақпараттық технологияларды меңгеру өзекті екені сөзсіз. Олай болса, мұғалімдердің алдында тұрған бірден-бір мақсат – оқушылар алған білімдерін пайдаға асырып, өздігінен әрекет ете алатын, оларды түрлі өмірлік жағдайда қолдана білетін, жалпы адамзаттың және ұлттық құндылықтарды қатар меңгерген, өзіндік көзқарасы бар, Отанын шын сүйетін азамат болып жетілуіне көмектесу. Сондай-ақ біліктілігі жоғары дәрежеде дамыған, білімі жағынан бәсекеге түсе алатын, өзін халықаралық еңбек жәрмеңкесінде еркін сезініп, жүре алатын мамандар дайындау мәселесі Қазақстан оқу орындарының ең маңызды міндеттерінің бірі болып табылады.

Сапалы білім беру қазіргі уақытта, білім алушылардың жұмысын ұйымдастыруда жаңа әдістер мен технологияларды кеңінен пайдалануды, білім беруді ақпараттандыруды талап етеді. Ақпараттық технологияларды пайдалану-бұрыннан пайдаланатын жүйелерге қосымша болғанда емес, дәстүрлі жүйелермен тұрақты байланыста, оқыту процесінде қатысушыларға жаңа мүмкіндіктерімен ұйымдастырылғанда ғана тиімді.

Математика пәні адамның ой - өрісін, ойлау, талдау қабілетін дамытады және білім қазынасын игеру, әсіресе математиканы оқыту, оқып -үйрену дәйектілікті, табандылықты, сонымен бірге қажырлы еңбекті талап етеді. Сондықтан, барлық оқушылардан жүйелі дайындықсыз жоғары нәтиже талап ету мүмкін емес [2].

Оқушыларды сырттай мемлекеттік бақылауларға дайындауда пән мұғалімі математика пәніне деген өзінің көз қарасын түсіндіріп жеткізуі және математиканы санақ жүйесі немесе қандайда-бір өлшеуші құрал ретінде қана қарастырмай, біріншіден ғылым екендігін түсіндіріп, ал екіншіден кез келген оқушы жігерлік танытып, бар күш-қайратын салып талаптанса ғана меңгеретіндігі туралы бойларына сезім тудыру қазіргі кезеңдегі мектептің ең күрделі психологиялық мақсаты деп білу өте орынды. Математика арқылы оқушыға мұғалім күнделікті іс-әрекетін ғылыми стильмен жеткізу, оларды адамгершілікке, өз-өзіне сын көзімен қарауға, сонымен қатар, жауапкершілік пен адалдыққа бейімдейді. Бұл қасиеттерді бойына сіңірген оқушы келешекте қиындыққа және уақытша психологиялық қолайсыздыққа төзімді болады.

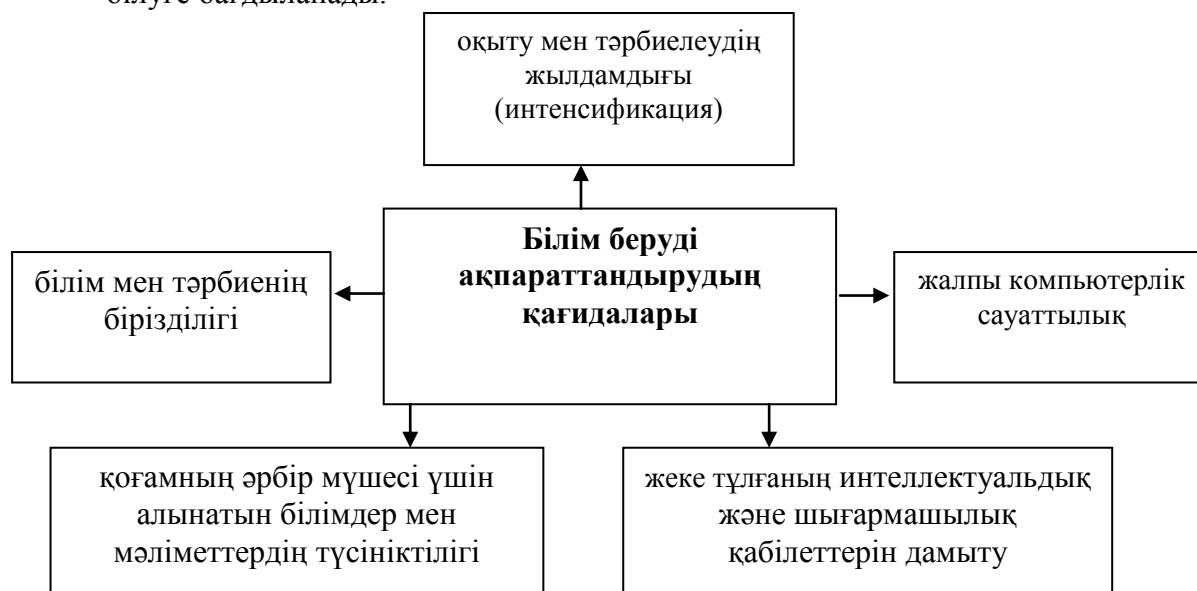
Білім беру жүйесін ақпараттандырудың бағыты жаңа ақпараттық технологияларды пайдалану арқылы дамыта оқыту, дара тұлғаға бағыттап оқыту мақсаттарын жүзеге асыра отырып, оқу-тәрбие үрдісінің барлық деңгейлерінің тиімділігі мен сапасын жоғарлатуды көздейді.

Компьютер оқу үрдісінде қолданылатын оқытудың тиімді құралдарының бірі. Ол оқытудың әдістері мен мазмұнын анықтамайды. Оқытудың компьютерлік технологиясы дегеніміз білім алушыларға ақпаратты компьютер арқылы дайындау және беру процесі. Компьютерлік технологияға әртүрлі оқыту әдістері жатады: бағдарламалық оқыту, танымдық оқыту және т.б.

Арнайы компьютерлік технологияларды пайдалана отырып дұрыс ұйымдастырылған сабақтың оқу-тәрбие үрдісінде маңызы ерекше. Атап айтқанда [3]:

- Математика пәніне қызықтырып, қиындығын ұмыттырады;
- Алған білім мен іскерлік дағдыларының қажеттігін түсінеді. Керек кезінде

- қолдана алады;
- Алдына қойған мақсатқа өз еркімен, жігермен ұмтылады;
- Нәтижені көру арқылы өз бойындағы сенімділік, саналы түрде алға жылжуға, уақытпен санасуға, өз-өзіне есеп беруге дағдыланады;
- Компьютер мүмкіндігін бағалай білу, жоспарлай білу, бағыт бағдарын анықтай білуге бағдыланады.



Қазіргі уақытта әрбір жаңа заманғы адам компьютерді біледі, оны жұмыста да, үйде де қолданады. Компьютерлік технологиялардың жаңа заманғы әлем бізге өте үлкен көлемді есептерді шешуге мүмкіндік береді, аз уақыт ішінде ақпараттың өте үлкен санын өңдеуге көмектеседі. Компьютер құрамдастардың даму жылдамдығы тек математикалық, графикалық есептерді шешіп қана қоймайды. Бүгінгі күні видео және аудио ақпаратты өңдеу және бейнероликтерді құру аса қиындыққа соқпайды.

Компьютерлік оқыту дегеніміз - оқытудың техникалық құралдарының бірі компьютер мүмкіндіктерін қолдану болып табылады. Оны келешекте электронды оқыту деп атауды кейбір маман ғалымдар ұсынуда. Электронды оқыту жүйесі рецептивті және интерактивті болып екіге бөлінеді. Интерактивті жүйе дербес компьютерді қолдану, бейнемагнитофон, бейне дискілі құрал, теледидар кешендері негізінде құрылады, білім алушы мен техника құралдары арасында екі жақты қарым-қатынас орнайды, көрнекілік пен кері байланысты қамтамасыз етеді. Олай болса, оқытудың жаңа ақпараттық технологияларын техникалық және адам ресурстарын және олардың өзара әрекеттесуін ескере отырып, білім беру формаларын оңтайландыру үшін рецептивті немесе интерактивті түрдегі электронды оқытуды жасау және жүзеге асырудың жүйелі әдісі деп санауға болады.

Қазіргі кезде компьютерлік технологияның даму деңгейі жаңа дәуірдің мультимедиялық, телекоммуникациялық мүмкіндіктері мен артықшылықтарын көрсететін, толыққанды сапалы, нақты алғышарттар болып табылады.

Осылайша сабақ тақырыбына сәйкес оқулықтан тыс қосымша материал пайдалану студенттердің ой-өрісін өсіреді, шет елдік әріптестерін қиналмай түсінуге көмегін тигізеді.

Қазіргі уақытта автоматтандырылған оқыту жүйесінің бір жіктелуі жоқ. Бірақ, көп жұмыстарда әдістемелік мақсатына қарай олардың жүзеге асырылуы компьютерлік оқыту бағдарламалары енгізуде олардың ортасында келесі типтер ерекшеленеді. [1]

1. Тренажер-бағдарламалар іскерлік пен дағдыны қалыптастыру және бекіту үшін тағайындалған, және де оқытылатындардың өздерін дайындау үшін. Бұл бағдарламаларды қолданған кезде, оқытылатындар теориялық материалды біледі деп жорамалданады.

2. Бақылаушы бағдарламалар - нақты білім немесе іскерлік деңгейін бақылау үшін тағайындалған. Белгілі, оқытылатындардың білімін бақылау өзімен ең бір маңызды және сол уақытта ұйымдастыру мінездемесі бойынша және зерттеудің теориялық деңгейі бойынша оқыту процессінің ең бір нашар тізбегін ұсынады. Қазіргі бақылау формалары мен әдістердің негізгі кемшілігі мынада: олар көп жағдайларды, қажетті тұрақтылықты және оқу ақпаратын меңгеру сапасындағы бағаның инварианттылығын және де осы бағаны, ақиқат білім деңгейінің адекваттығын қамтамасыз етпейді. Оқу барысын бақылауын жетілдіру түйік проблемасының құрастырылатын білім, іскерлік және дағды бағасының ақиқатының жоғарлау проблемасы айналасында концентрациялануы керек. Бұл проблеманы екі аспектіде қарастыруға болады: біріншіден: оқытылатындардың шын білім деңгейлерінің педагогикалық бағасының сәйкестік дәрежесінің өсуі ретінде; екіншіден: мынадай құрастыру және тарату әдіс тәсілдерімен бақылау, олар мұғалімнің субъективті орнатуларынан және кездейсоқ факторлар бағасынан тәуелсіз болуын қамтамасыз етуден тұрады. Сәйкес бақылаушы бағдарламалар дестелерін қолдану оқыту нәтижесін және оқытушы еңбегінің үнемділігін көтеруге мүмкіндік береді, сонымен бірге бақылауға талап етілетін тұрақтылықты және мұғалімнің субъективті орнатуларынан тәуелсіздерін береді.

3. Жаңа түсініктерді меңгеру артықшылығымен бағдарланған тәлімгерлік бағдарламалар. Бұл бағдарламалардың көмегімен оқыту диалог формасында жүргізіледі, бірақ үлкен бөлікте диалог оқытылатынның немесе түрлендіру жауабы негізінде құрастырылған фактілік диалогты құрайды.

4. Көрсетуші бағдарламалар оқу материалын көрнекі көрсетуде бейнелеп түсіндіру үшін тағайындалған. Оқытушы жаңа материалды түсіндірген кезде көрнекі құралдар ретінде компьютерді табысты қолдана алады. Оқу процессін интенсификациялау кезінде диалогты немесе интербелсенді графикада көрсетуші бағдарламаларды қолданудың үлкен мүмкіндіктері бар.

5. Ақпаратты-анықтамалық бағдарламалар қажетті ақпаратты шығару үшін тағайындалған.

Келешекте оқытылатын оқуға дайындалған кезде немесе оқу кезінде модем және телефон байланыс жолы арқылы басқа компьютерлерге және кітапханаға қосылған дербес компьютерді қолдануға. Бұл жағдайда ол компьютерленген кітап каталогына немесе кезеңдік баспаға қатынауда ие болатын қажетті ақпаратты ала алады. Компьютер көмегімен оқушы ұйымдастырылған ақпарат қоймасына көптеген әртүрлі мәліметтер банкісімен қатынастар ұйымдастыра алады. Энциклопедия немесе кітапханалық қолдануды білу қалай маңызды болса, компьютер көмегімен ақпаратты алу солай ерек екенін білу керек.

6. Имитациялық және модельдеуші бағдарламалары объекттер және оқиға “симуляция” үшін тағайындалған.

Егер оқиғаны іске асыру мүмкін болмаса немесе қиынға түссе онда бұл бағдарламаларды қолданудың маңызы өте зор. Бұндай бағдарламаларды қолдану кезінде абстрактілі түсінік нақты болады және оқытылатындардың арқасында жеңіл қабылданады. Одан басқа оқушылар жай массивті ақпаратты есте сақтауға қарағанда материалды белсенді меңгерген жағдайда көп білім алады.

Қорыта айтқанда, компьютердің мүмкіндіктерін пайдалана отырып математика сабағында көрсету, түсіндіру, жаттықтыру, түзету және бағалауды жүзеге асыруға болады. Математика пәні мұғалімі педагогикалық жұмыста белгілі бір нәтижеге жетуді

көздеп, компьютерлік техниканы математика пәнін оқытуда тиімді пайдаланып, сабақ өтсе сапалы білім беруге қол жеткізуге болатындығы айқын.

1. Кручинин В.В. Разработка компьютерных учебных программ. – Томск: Изд-во Том.гос.университета, 1998. – 211 с
2. Оңалбаева А.А. Математика пәні мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастырудың көкейкесті мәселелері. Тараз, 2003.
3. Тілеубаева А., Жөнсеханова А. Ақпараттық технологияны пайдаланудың әдістемелік ерекшеліктері. //Қазақстан мектебі. 2008. №5

ӘОЖ 004:37.02

Э.М. Ибраева

ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯ ЖАСАУДЫҢ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ҰСТАНЫМДАРЫ

(Астана қ. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ)

В статье даны понятия педагогической технологии, а также приведены его правила и структура. Описаны мнение педагогов М.Кларина, М.Чошанова. Педагогическая технология является особым видом профессиональной работы. Каждый педагог в ходе освоения новой технологии сам себя формирует, развивает, а также постоянно будет в поисках. Поэтому в работе более подробно говорится о методических аспектах новых педагогических технологий в учебно-воспитательном процессе.

This article gives the concept of educational technology, and provides the rules and structure. Described in the opinion of teachers Clarina M., M. Choshanova. Educational technology is a special kind of professional work. That is, every teacher in the assimilation of new technology itself creates, develops, and will constantly be looking for. Therefore, in this work more fully on the teaching aspects of new educational technologies in teaching and воспитательном process.

Педагогикалық технология кәсіптік қызметтің ерекше түрі болып табылады. Әрбір педагог жаңа технологияны меңгеру барысында өзін-өзі қалыптастырады, дамытады, үнемі ізденісте болады.

Жаңа технология жасаудың теориялық негіздерін зерттеп дайындауда, оқу процесі жөнінде әр түрлі ойлар жүйесінің мынадай принциптерінің негіздерін сыни көзқараспен ұғынып, мәнін түсінуден басталады. Олар: оқу процесін басқарудың үлгісі мен атқару тәртібін қайта қарау; оқу процесін жобалау, ұйымдастыру және басқаруда оны үйлесімді, қолайлы түрде күшейтуде дамытудың басым ұтымды бағытына сүйену; оқу жүйесін ұйымдастыру кезеңіндегі жоспарлы бағдарламалар, оқулықтар, оқыту әдістемесінің түпкілікті және сапалы болмауын, соның нәтижесінде оқыту уақыты текке мақсатсыз жұмсалмауын қадағалау және түпкілікті болдырмау. Оқытудың ең жоғарғы нәтижесіне жету мен қажетті оқыту уақытының бір-бірімен өзара тығыз байланыстыру; студенттерді оқытуды күшейтіп, білімді базалық деңгейге дейін тереңдетуді түсіну, олардың ой-өрісін кеңейту, оқыту уақытын арттырмай, бағдарламалық мәліметтерді толық меңгерудің әдістемесін іске асыру болып табылады [3].



Педагог-зерттеушілер К.Қабдыкайров, В.М.Монахов «Педагогическая технология проектирования учебного процесса» атты еңбегінде педагогикалық технологияны жүзеге асыруда мынадай принциптерді сақтау қажеттігін айтады: мұғалім немесе жоғары оқу орнының оқытушысының педагогикалық кәсіпқойлығына сенім білдіру; оқу процесінің қандай кесіндісінде болмасын оқушыларды дайындауға деген гаранттың болуы; оқыту технологиясын жасауда стандарттық нормаларды сақтау қажеттігі; оқу процесін тақырыптық жобалау.

М.Кларин «Оқу процесіндегі педагогикалық технология Шетелдік тәжірибені талдау» атты еңбегінде бірізділікпен орындалатын әрекеттің мынадай фазаларын ұсынады:

- Бірінші фаза - оқушылардың бақылауға алған әрекетінің жиынтығы ретінде, қажетті эталонды нақты анықтау негізінде білім беруді жоспарлау;
- Екінші фаза - диагностикалық бақыланатын әрекеттің шығар деңгейін айқындау. Алынған білім негізінде танымдық қозғалыстың қандай бағытта болуын айқындау. Оның үстіне әрбір оқушы үшін өте нақты етіп анықтау;
- Үшінші фаза - рецептілік: мұнда күтілетін оқу нәтижесінің бағдарламалануы қарастырылады. Қажет етілген тәртіпке жетуді қамтамасыз ететін қалыптастыру әрекетінің жинақтау шеңберінде көрінеді;
- Төртінші фаза - оқу жағдайында белгіленген жоспарды іске асыруды қамтамасыз ету, тәртіп тренингінің ойластырылған технологиясын іске асыру;
- Соңғы бесінші фаза – бірінші рет белгіленген эталонмен соңғы нәтижені салыстыра отырып соңғы нәтижеге баға беру. Біртіндеп күрделене беретін тәртіптік репертуарды кезеңді тестілеу арқылы айқындап отыру.

М.Чошановтың пікірінше бұл белгілер педагогикалық технологияда айқын көрінсе, педагогикалық, дидактикалық және әдістемелік жүйелерде әлсіз байқалады немесе олар болмауы да мүмкін.

Педагогикалық технология белгілі бір мақсат қойып орындалуы жоспарланған педагогикалық құндылықтарға жету жолындағы іс-әрекеттердің мазмұны, кезеңдері, формалары және жеке әдістемелері.

Педагогикалық технологияның негізгі ұғымдары - оқыту технологиясы, тәрбие технологиясы, даму технологиясы болып бөлінеді. Оқытудың технологиясы- оқыту мазмұнын жобалау, оқыту процесін басқаруды жобалау, оқыту нәтижесін бақылау жобасы, оқыту әдістерін жобалау, білім беру жобасы, білім беру технологиясын классификациялау т.б ұғымдарын біріктіреді.

Тәрбие беру технологиясының негізгі ұғымдары – деп тәрбие мазмұнын жобалауды, тәрбие процесін жобалауды, тәрбие жобасын басқаруды жобалауды, тәрбие нәтижесін байқау мен бақылауды жобалауды, тәрбие әдістерін жобалауды, тәрбие нәтижесін жобалауды айтамыз.

Дамыту технологиясы – шәкірттердің дүниетанымдары мен қабілеттерінің мазмұнын жобалау, даму процесін жобалау, даму нәтижелерін жобалау, даму әдіс – тәсілдерін жобалау ұғымдарын біріктіреді.

Педагогикалық технологияның табиғатының ерекшелігі оның жаңашылдық сипатында. Бұлар оқыту процесін ұйымдастырудағы жаңа идея, жаңа оқыту технологиясы, жаңа оқытудың мүмкіндіктері, жаңа оқу курсы, жаңа оқулық, жаңа оқу стандарты болып табылады.

Педагогикалық технология педагогикалық техникалық мүмкіндіктерді қолдана отырып, белгілі бір мақсат қойып орындалатын мұғалім мен оқушының іс-әрекеттерінің негізгі нәтижесі – оқушылардың білімі, тәрбиесі және олардың дүниетанымы болып табылады. Яғни, педагогикалық технология бойынша орындалатын іс-әрекеттердің негізінде қалыптасатын құндылықтар – білім, тәрбие және оқушының дүниетанымы саналады [2].

Педагогикалық технология ұғымы негізінен оқу процесін жоспарлау, құру мағынасында айтылады. Мысалы, бұған оқу жоспарын құру, оқу бағдарламасын жасау, пәннің тақырыптық күнтізбелік жоспарын жасау, сабақтық жоспары мен конспектін жасау іс-әрекеттері қамтылады. Оқу материалдарын оқыту мақсатына сай логикалық мәніне лайықты орналастыру тәртібіне басты назар аударылады. Педагогикалық технология оқу материалдарын оқушыларға меңгертуге нақты кезеңдерге бөліп және оны қатаң сақтауды талап етеді.

Педагогикалық технология өзінің құрылымы жағынан оқыту технологиясын, оқыту мазмұнын, оқыту әдістерін, оқыту мүмкіндіктерін, оқыту процесінің құрылымын, оқыту құралдарын, оқу қызметінің субъектісін, оқыту қызметінің моделін, оқу пәні мен ғылымын, оқытуды бақылау формаларын, өз бетінше оқу мазмұны мен әдістерін меңгеру, оқытудың соңғы нәтижелерін құрайтын, даму бағытын жобалауды көздейтін педагогикалық құбылыс.

Педагогикалық технология бірізділігі жағынан білім беру стандартын дайындау, оқытудың типтік жоспарын жасау, әрбір пәнді оқытудың типтік және жұмыс бағдарламасын, күнтізбелік тақырыптық жоспарын жасауды, оқу процесіне дайындық кезеңін, білім беру ісін ұйымдастыру мен өткізуді, атқарылған педагогикалық қызметті талдауды қамтитын құжаттарды біріктіретін белгілі уақытпен өлшенетін кезеңдік іс-әрекет.

Педагогикалық технология оқыту мен тәрбиенің соңғы нәтижелеріне жету, педагогикалық құндылықтарға жету, білім сапасын қамтамасыз етуді көздейтін ұстаз бен шәкірт іс-әрекеттерінің жүйесін конструкциялау болып табылады.

Педагогикалық технология ұғымын түсіну педагогика ғылымының даму барысындағы әрбір кезеңде әртүрлі бағыттарды қамтиды. Алғашқы кезеңде педагогикалық технологияны оқытудағы іс-әрекеттермен, оқытудың техникалық құралдарымен байланысты қарастыруға көбірек көңіл бөлінсе онан кейінгі кезеңде педагогикалық технология ұғымын оқытудың кезеңдерімен байланысты қарастыру басым болды. Соңғы кезеңде педагогикалық технология ұғымы педагогикалық процесте жобалау – конструкциялау – жобалау – талдау мәселелерімен тығыз байланыста танылуда. Бұл факторлар педагогикалық технология ұғымын тану процессі негізінен үш кезеңнен өткендігін көрсетеді.

Педагогикалық технология педагогика ғылымын құрайтын салаларға қатысты негізгі ілімдердің бірі. Педагогикалық технология ілімі – оқыту технологиясы, тәрбие технологиясы, жеке тұлғаны дамыту технологиясы категорияларын біріктіреді.

Педагогикалық технология бір қырынан алып қарағанда оқыту мен тәрбие жүйесін конструкциялау ретінде сипатталса екінші жағынан алғанда ол белгілі бір іс әрекеті немесе педагогикалық іс - әрекеті орындау кезеңдерімен бірізділігін жобалау жоспарлау қызметі ретінде танылады.

Педагогикалық технология оқыту тәрбиелеу, жеке тұлғаны дамыту бағытындағы ұстаз бен шәкірттің белгілі бір мақсатқа жету бағытындағы іс әрекетінің нәтижесінің қандай болатындығын алдын – ала елестете білу қабілеті ретінде қабылданады.

Педагогикалық технология дәстүрлі педагогикалық технология және – жаңа педагогикалық технология болып екіге бөлінеді. Дәстүрлі педагогикалық технологияға – проблемалық оқыту технологиясы, дамыта оқыту технологиясы, оқытуды проектилеу технологиялары кіреді, жаңа педагогикалық технологияға модульдік оқыту технологиясы, кредиттік оқыту технологиясы, дистанциялық ара – қашықтық оқыту технологиясы жатады.

Жаңа тәрбие технологиясына қазіргі кезде этнопедогогикалық тәрбие беру технологиясы, этнопсихологиялық тәрбие технологиясы, экологиялық тәрбие беру технологиясы, құқықтық тәрбие беру технологиясы, экономикалық тәрбие беру технологиясы қосылады [1].

Педагогикалық технологиядағы оқу мен тәрбие процессін ұтымды ұйымдастыру мақсатындағы шәкіртпен ұстаздың, тәрбиеленуші мен тәлімгердің белгілі мақсат көздеген іс-әрекеттерін проектилеу жаңашылдық, ұтымдылық сипатымен ерекшеленеді.

Педагогикалық технология оқу мен тәрбие процесінің ұтымдылығын арттыру жаңа нәтижелерге жету мақсатын көздейтін жаңа идеяны жаңа жобаны жаңа құрылымдық бағдарламаны конструкциялаумен ерекшеленеді.

Педагогикалық технология ұғымының оқыту технологиясы, оқыту әдістемесі ұғымдарымен байланысы да, олармен айырмашылықтары да болады. Оқыту технологиясы педагогикалық технологияның құрамына құрылымына кіреді. Оқыту технологиясы – оқыту процессін алдын-ала жобалау болса, оқыту әдістемесі белгілі пәнді оқытуды жоспарлау тәсілдерінің жүйесі, оқыту процесін ұйымдастыру тәсілдерінің жүйелері, оқыту процесін тікелей жүзеге асыру тәсілдерінің жүйелері, орындалған дидактикалық іс-әрекеттерді талдау тәсілдерінің жүйесі ретінде қабылданады.

Оқыту технологиясы оқытудың мақсатын, оқыту міндеттерін, оқыту процессін, оқыту кезеңдерін, оқыту әдістерін, оқыту тәсілдерін, оқыту принциптерін, оқыту шарттарын жобалау болып табылады. Педагогикалық технология жаңа да, ұтымды оқыту мазмұнын жоспарлау, оның әдіс тәсілдерін күні бұрын жобалау, сонымен қатар шәкірттердің белгілі бір ғылым саласындағы меңгеретін іскерлік пен дағдыларының жүйесін жобалау болып табылады.

Педагогикалық технология белгілі бір іс-әрекетті өткізу процесіне қарағанда, оған дайындық процесіне бір қатар жақындығы мен сипатталады. Бұл оқытудың мәні тәрбие стандартын жасау, типтік оқу жоспарын жасау, типтік оқу бағдарламаларын жасау, жұмыс оқу бағдарламаларын жасау, пәннің типтік оқу бағдарламаларын жасау, пәннің жұмыс бағдарламасын жасау, күнтізбелік-тақырыптық жоспар жасау, сабақ жоспарын жасау іс- әрекеттерін қамтиды.

Қорытындылай айтқанда жастарды оқыту, тәрбиелеу және дамытудың нәтижелері, оқу-тәрбие және жеке тұлғаны дамыту мақсатын көздейтін іс әрекеттері жобалауға яғни, педагогикалық жаңа техноология құрамына тығыз байланысты шешіледі.

1. Левитес Д.Г. Практика обучения: Современные образовательные технологии. /Книга для учителя. Мурманск. 1997.
2. Педагогикалық ой пікірлер антологиясы. А., 1995.
3. Көксалов Қ.К., Ибраева Э.М. Студенттерді математиканы оқыту процесінде жаңа технологияларды пайдалануға даярлау. Алматы, Абай атындағы ҚазҰПУ, Хабаршы-Вестник. «Физика-математика ғылымдары» сериясы, №1(25), 2009.

УДК 517

Т.С. Иманкулов, Б. Маткерим, Е.С. Алимжанов

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СМЕСИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

(г.Алматы, КазНУ имени аль-Фараби)

Осы жұмыста ұңғыма айналасындағы изотермиялық емес фильтрация есебінің математикалық моделдеу сұрақтары қарастырылған. Масса алмасу және жылу алмасу кинетикалық теңдеулері енгізілген. Қойылған есепті шығару негізінде сандық алгоритмі құрылды. Ұңғыма түбіндегі қысым мен температура өзгерісін зерттеу әдісі ұсынылған. Қолданылған алгоритм мен алынған нәтижелер штангалық насосты құрылғының жұмыс істеуін анализ жасау кезінде қолданылады.

In this work considering questions of nonisothermal filtration process in near well-borring zone. The equation of kinetics heat-exchange between porous media and fluids are entered. Numerical algorithm for given problems is developed. The method for research of change bottomhole pressure and temperatures is offered. The received results and algorithm it is used at the analysis of work of rod-deep pumping equipment.

При анализе работы штангово-глубинных насосных установок (ШГНУ) возникает практическая задача оценки пластовой (забойной) температуры и давления в прискаважинной зоне пласта (ПЗП) и коэффициента продуктивности скважины используя законы фильтрации жидкости и газов в ПЗП, так как все известные методики по подбору оборудования и спуска насоса ШГНУ основываются на этих показателях. При рассмотрении задач теории фильтрации изначально необходимо определиться с геолого-физическими характеристиками пласта, либо предположить квазистационарность свойств пористой среды через усреднение [1,2] параметров среды и рассмотрение однородной и изотропной фильтрации, либо учет свойств неоднородности рассматриваемых сред [3]. Для первого подхода уже существуют эффективные методы решения задач, как аналитических через построение автомодельных решений так и численных с различными допущениями моделей усреднений [4], что естественно связано с необходимостью проведения исследований адекватности рассматриваемых математических моделей. Вопросы второго подхода не разрешены в полной мере, в следствие, сложности структур коллекторов и необходимости адаптации математических моделей и алгоритмов к условиям месторождений через вовлечение реальных промысловых данных. Учет температурных эффектов предполагает рассмотрение уравнения теплопереноса в пористой среде и учет влияние температуры на вязкость и капиллярное давление жидкостей. Вопросами решения задачи тепловой фильтрации путем построения аналитических решений,

описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями впервые занимались О.Б. Бочаров, В.Н. Монахов [5; 6].

Тепловые процессы протекающие в нефтяных пластах, имеют следующие особенности: земная кора уже находится под влиянием температурного поля ядра, а также наличие больших потерь тепла до достижения теплоносителя в требуемый продуктивный пласт и учет теплообмена между пластами. Основные законы сохранения механики сплошной среды можно записать в виде системы дивергентных уравнений:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \text{div}(F \cdot \vec{v} - G) = X \quad (1)$$

В частности, вид закона сохранения энергии для движения жидкости в пористой среде представлен, как

$$F = \rho U = \rho_{oil} \cdot s \cdot m \cdot U_{oil} + (1-s) \cdot \rho_{water} \cdot m \cdot U_{water} + (1-m) \cdot \rho_{pormedia} \cdot U_{pormedia},$$

где ρ_i - плотности фаз и среды; $U = \{U_i\}$, $U_i = \alpha_i \theta + \beta_i$ - удельные внутренние энергии фаз и среды; $G = q$, где $q = -\lambda \nabla \theta$ - вектор потока; $X = P : D$ (двойная свертка тензора P с тензором D), где P – тензор напряжений, а D – тензор скоростей деформации.

Оказывается, предельные значения указанных функций на поверхности Γ_γ (на поверхности сильного взрыва) не произвольные, а удовлетворяет системе уравнений на «сильном» разрыве

$$[F \cdot (v \cdot v - V_v) - G \cdot v] = 0, \quad (2)$$

где V_v - скорость перемещения сечения $\Gamma(t)$ - гиперповерхностью Γ_γ плоскостью ($t = \text{const}$) в направлении нормали v к этому сечению.

Рассмотрим неизотермическое течение жидкости в анизотропной пористой среде ($K_0(x) \neq \text{const}$) на базе модели Бакли-Левретта для случая одномерного движения:

$$v_i = -\frac{K_0(x)}{\mu_i} f_i(s) \nabla p, \quad s_1 + s_2 = 1 \quad (3)$$

$$m \frac{\partial s_1}{\partial t} + \frac{\partial v_1}{\partial x} = 0, \quad -m \frac{\partial s_2}{\partial t} + \frac{\partial v_2}{\partial x} = 0,$$

$$v_1 + v_2 = V(t) = -(k_{oil} + k_w) \nabla p = -\bar{K}(s, \theta, x, t) \nabla p,$$

$$v_1 = V(t) F(s, \alpha), \quad v_2 = V(t) (1 - F(s, \alpha)),$$

где индексы соответствуют 0- скелету пористой среды, 1- водной фазе, а 2- нефтяной и 3- горной породе кровли и подошве пласта.

Уравнение переноса тепла в пористой среде имеет вид:

$$\frac{\partial((1-m)\rho_0 c_0 \theta_p)}{\partial t} + \frac{\partial(m(\rho_1 c_1 s_1 + \rho_2 c_2 s_2) \theta)}{\partial t} + \text{div}((\rho_1 c_1 v_1 + \rho_2 c_2 v_2) \cdot \theta) + (\rho_1 c_1 v_1 \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 v_2 \varepsilon_2) \cdot \nabla(p) = \text{div}(\bar{\lambda}(s_1, \theta) \nabla \theta + \bar{\lambda}_0(\theta_p) \nabla \theta_p) \quad (4)$$

для которого, считая насыщенный флюидами пласт гетерогенной структурой, теплообмен между элементами этой структуры представим уравнением вида

$$\alpha_T \frac{\partial \theta_p}{\partial t} = \theta - \theta_p, \quad (5)$$

где α_T – малый параметр кинетики; θ_p – температура скелета пористой среды и возможно, вместе со связанными с ним неподвижными жидкостями; θ – температура в подвижных флюидах. В уравнении баланса тепла (4) четвертое слагаемое включает эффект Джоуля-Томпсона. Тем самым правильно задав характер распределения α в

рассматриваемой зоне, мы получим возможность адекватно оценивать процесс неизотермической фильтрации жидкости в неоднородном и анизотропном пласте.

При бесконечно быстром теплообмене $\alpha_T \rightarrow 0$ в работах [4-6] рассмотрены различные постановки задач, для которых построены алгоритмы их решения, в частности из (5) получим:

$$\frac{\partial\{(1-m)\rho_0 c_0 \theta + m(\rho_1 c_1 s_1 + \rho_2 c_2 s_2)\theta\}}{\partial t} + \frac{\partial((\rho_1 c_1 v_1 + \rho_2 c_2 v_2) \cdot \theta)}{\partial x} + (\rho_1 c_1 v_1 \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 v_2 \varepsilon_2) \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\bar{\lambda}(s_1, \theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) \quad (6)$$

Анизотропность пористой среды ($K_0(x) \neq const$) в полной мере учитывается при нахождении полей давления

$$\frac{\partial}{\partial x} ((k_{oil} + k_w) \frac{\partial p}{\partial x}) = 0 \quad (7)$$

уравнение для насыщенности преобразуется, как

$$m \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial(V * F(s, \alpha))}{\partial x} = 0, \quad (8)$$

где $F(s, \alpha) = \frac{f_1(s)}{f_1(s) + \alpha f_2(s)}$ - функция Леверетта.

Вводя коэффициенты в уравнении (6) получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial\{c^* \theta\}}{\partial t} + \frac{\partial(F_c V \cdot \theta)}{\partial x} + F_\varepsilon V \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\bar{\lambda}(s_1, \theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right), \\ c^* &= (1-m)\rho_0 c_0 + m(\rho_1 c_1 s_1 + \rho_2 c_2 s_2), F_{cc} = \rho_1 c_1 v_1 + \rho_2 c_2 v_2 = \\ &= \rho_1 c_1 FV + \rho_2 c_2 (1-F)V = (\rho_1 c_1 F + \rho_2 c_2 (1-F))V = F_c V, \\ F_{\varepsilon\varepsilon} &= \rho_1 c_1 FV \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 (1-F)V \varepsilon_2 = (\rho_1 c_1 F \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 (1-F) \varepsilon_2)V = F_\varepsilon V, \\ \bar{\lambda} &= (1-m)\lambda_0 + m(\lambda_1 s_1 + \lambda_2 s_2). \end{aligned} \quad (9)$$

с начальными и граничными условиями

$$\begin{aligned} (s, \theta)_{|_{t=0}} &= (s_0, \theta_0)(x, 0), \\ (P, S, \theta) &= (P_0, S_0, \theta_0), (x, t) \in \Sigma^1 = \Gamma^1 \times [0, T], \\ \vec{v}_i \cdot \vec{n} &= b_i \cdot \vec{\psi}, i = \overline{1, 2}; \theta = \theta_0(x, t), (x, t) \in \Sigma^2 = \Gamma^2 \times [0, T], \\ \vec{v}_i \cdot \vec{n} &= b_i \cdot \vec{\psi}, i = \overline{1, 2}; \lambda \cdot \frac{\partial \theta}{\partial n} = \beta \cdot (\theta_0 - \theta), (x, t) \in \Sigma^3 = \Gamma^3 \times [0, T], \end{aligned} \quad (10)$$

где $\vec{n}$ – единичный вектор внешней нормали к Γ ; $\bar{\beta} = \sum_1^3 \bar{\beta}_i (\rho \times c_{pi})^{-1}$ – обобщенный коэффициент теплоотдачи; $\bar{\beta}_i$ – коэффициент теплоотдачи i -й фазы. Здесь участки Γ^1 , Γ^2 моделирует участки нагнетания, отбора и контакта с однородной неподвижной жидкостью, Γ^3 – соответствует контакту с окружающими непроницаемыми породами. Возьмем как:

$$\begin{aligned} s|_{t=0} &= s_0, \theta|_{t=0} = \theta_0(x), \\ s|_{x=0} &= s^0, VF'_x|_{x=L} = 0, \\ \theta_x|_{x=0} &= 1/(\rho_1 c_1), \lambda \theta_x|_{x=L} = \bar{\beta}(\theta_{окр} - \theta), \\ v_1|_{x=0} &= Q, p|_{x=L} = p_{пл}, \end{aligned}$$

где $\theta^0, \theta_{окр}$ – известные значения температур на нагнетательной скважине и окружающей нефтяной пласт среде, который можно взять, равным температуре пласта до начала разработки; $p_{i\bar{e}}$ – пластовое давление, соответственно, а s^0 необходимо искать из условия $v_1|_{x=0} = F(s, \alpha)V|_{x=0} = Q$. Общий дебит (нефть и вода) скважины определим по формуле Дюпюи: $Q_{\alpha} = \frac{2\pi kh (p_{i\bar{e}} - p_{\zeta\bar{a}\bar{a}})}{\mu B \ln(r_{\bar{e}\bar{i}\bar{e}0}/r_{\bar{n}\bar{e}\bar{a}})} = \eta(p_{i\bar{e}} - p_{\zeta\bar{a}\bar{a}})$, которая показывает зависимость дебита от характеристик движения жидкости в ПЗП, где η – коэффициент потенциальной продуктивности скважины. Откуда для заданного дебита жидкости скважины определим $p_{\zeta\bar{a}\bar{a}} = p_{i\bar{e}} - \frac{Q_{\alpha}}{\eta} = p_{i\bar{e}} - \frac{Q}{\eta F}$, где $Q_{\alpha} = V$.

Согласно предложенным алгоритмам других авторов [1] для решения системы (3) необходимо, вначале, решить эллиптическую задачу для давления с соответствующими граничными условиями, при заданном значении насыщенности и температуры. Далее находим температуру при заданной насыщенности и найденном значении давления и потом решаем уравнение массопереноса.

Для начала введем равномерную сетку $x_i = x_0 + ih$, $i = \overline{0, N}$, где $h = const$ – шаг сетки $t^n = n\tau$, $n = \overline{0, 1, 2, \dots}$, здесь τ – шаг по времени. Искомые функции s , θ , p в узлах (x_i, t^n) далее обозначаются s_i^n , θ_i^n , p_i^n соответственно. Тогда, запишем разностный вид уравнения для давления из системы (2.3.3) для постоянного шага сетки h

$$\frac{1}{h} \left[K_{i+1/2}^n \frac{p_{i+1}^{l+1} - p_i^{l+1}}{h} - K_{i-1/2}^n \frac{p_i^{l+1} - p_{i-1}^{l+1}}{h} \right] = \frac{p_i^{l+1} - p_i^l}{\tau_{it}}, \quad (11)$$

где коэффициенты при разностных аналогах производных рассчитываются на n временном слое, здесь l – индекс итерации, τ_{it} – параметр итерации.

Условие остановки итерационного процесса можно записать в виде

$$|p_i^{l+1} - p_i^l| \leq \varepsilon, \quad l = \overline{0, 1, 2, \dots}, \quad (12)$$

где значение давления просчитывается в промежутке с начальной итерации $l=0$ до некоторого $l=l^*$, для которого выполняется условие (12), тогда для решения уравнений насыщенности и температуры подставляется значение давления при l^* слое итерации. Тем самым, численное решение получается решением уравнения, которые линейно на каждом итерационном слое $l+1$.

Аналогично запишем разностный аналог для уравнения насыщенности

$$m \frac{s_{li}^{n+1} - s_{li}^n}{\tau} = \frac{1}{h} \left[k_{oil i+1/2} \frac{p_{i+1}^{l*} - p_i^{l*}}{h} - k_{oil i-1/2} \frac{p_i^{l*} - p_{i-1}^{l*}}{h} \right] \quad (13)$$

где также коэффициенты при разностных аналогах производных рассчитываются на n временном слое и находятся для всех уравнений одинаково, т.е. значения на полуцелых узлах через целые узлы запишутся в виде

$$\begin{aligned} f_{i\pm 1/2}^n &= \frac{f_{i\pm 1}^n + f_{ij}^n}{2}, \quad \bar{K}_{i\pm 1/2}^n = \frac{\bar{K}_{i\pm 1}^n + \bar{K}_{ij}^n}{2}, \\ f_{ij\pm 1/2}^n &= \frac{f_{ij\pm 1}^n + f_{ij}^n}{2}, \quad \bar{K}_{ij\pm 1/2}^n = \frac{\bar{K}_{ij\pm 1}^n + \bar{K}_{ij}^n}{2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Конечно-разностное уравнение теплопереноса представлена в виде

$$\frac{\{c^{*n+1}\theta_i^{n+1}\} - \{c^{*n}\theta_i^n\}}{\tau} + \frac{(F_c V \cdot \theta)_{i+1}^n - (F_c V \cdot \theta)_{i-1}^n}{2h} + (F_\varepsilon V)_i^n \frac{P_{i+1}^{l*} - P_{i-1}^{l*}}{2h} = \frac{1}{h} \left[\bar{\lambda}_{i+1/2} \frac{\theta_{i+1}^n - \theta_i^n}{h} - \bar{\lambda}_{i-1/2} \frac{\theta_i^n - \theta_{i-1}^n}{h} \right] \quad (15)$$

Общий алгоритм нахождения параметров задачи имеет вид

$$\begin{aligned} p_i^{k+1} &= p_i^k + \tau_{it} L_h^p(s_i^n, p_i^{k+1}, v_i^n), \\ \theta_i^{n+1} &= \theta_i^n + \tau L_h^\theta(\theta_i^{n+1}, p_i^{l*}, v_i^{n+1}), \\ s_{1i}^{n+1} &= s_{1i}^n + \tau L_h^s(s_{1i}^n, p_i^{l*}, v_i^{n+1}), \\ s_{2i}^{n+1} &= 1 - s_{1i}^{n+1}, \end{aligned} \quad (16)$$

которая решается неявным итерационным методом.

Первое уравнение в системе (16) является трехдиагональными и можно его решить методом прогонки, которое являются линейными на $n+1$ временном слое. Далее собираем «прогоночные» коэффициенты, которые удовлетворяют условию диагонального преобладания, обеспечивая устойчивость метода прогонки [1]. Устойчивость и соответственно сходимость (16) проверялось путем измельчения шага сетки и сравнения с тестовыми данными решений при заданной суммарной скорости.

Численный расчет производился в среде Delphi и общий анализ поведения решения при сгущении сетки показал выгодность использования неравномерной сетки для решения системы (16), которая обусловлена наиболее точным и адекватным соответствием полученных результатов с физикой рассматриваемых процессов.

Механизм переноса тепла в нефтяном пласте за счет конвекции имеет одну весьма важную особенность: зона с иной температурой, чем пластовая, т.е. охлажденная или нагретая, перемещается в пласте со значительно меньшей скоростью, чем скорость движения воды в пористой среде. Результаты расчета приведенные на рисунке 1 - 3 получены в случае, когда коэффициенты и основные зависимости взяты, как в работе [1,2]

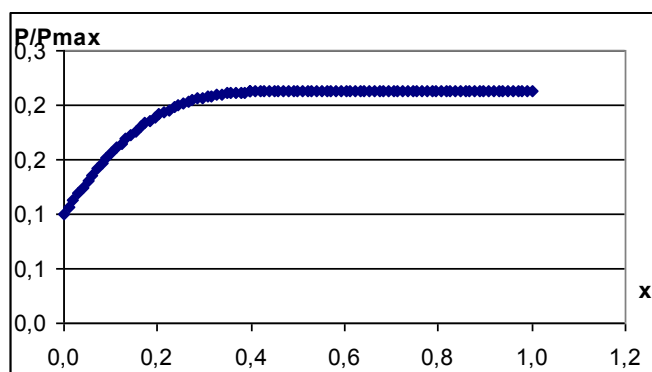


Рисунок 1 – График распределения давления

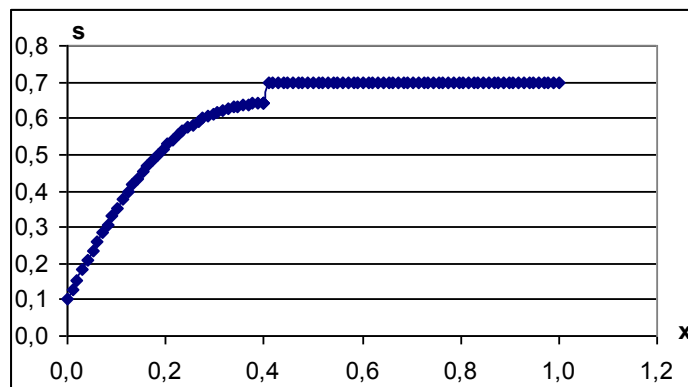


Рисунок 2 – Распределение нефтенасыщенности

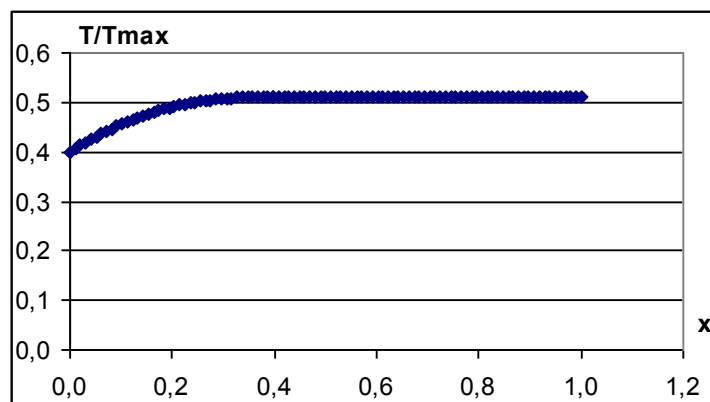


Рисунок 3 – Распределение температуры

Таким образом, на основе модели Бакли-Левверетта с учетом кинетики теплообмена получено подтверждение физического эффекта о влиянии температурного поля на приток нефти в ПЗП, что в свою очередь отражается на работе ШГНУ.

- 1 Антонцев С.Н., Папин А.А. Приближенные методы решения задач двухфазной фильтрации // ДАН СССР. – 1979. – Т. 247, № 3. – С. 521-524.
- 2 Антонцев С.Н., Доманский А.В., Пеньковский В.И. Фильтрация в прискважинной зоне пласта и проблемы интенсификации притока – Новосибирск: Наука, 1989. – 190 с.
- 3 Nguetseng G. A general convergence result for a functional related to the theory of homogenization // SIAM J. Math. Anal. 1989. V. 20. P. 608–623.
- 4 Мейрманов А.М. Метод двухмасштабной сходимости Нгуетсенга в задачах фильтрации и сейсмоакустики в упругих пористых средах // Сибирский математический журнал – Новосибирск, 2007. Том 48, № 3- С. 645-667.
- 5 Бочаров О.Б., Монахов В.Н. Краевые задачи неізотермической двухфазной фильтрации в пористых средах // Динамика сплошной среды. – 1988. – Вып. 86. – С. 47-59.
- 6 Бочаров О.Б., Монахов В.Н. Неізотермическая фильтрация несмешивающихся жидкостей с переменными остаточными насыщенностями // Динамика сплошной среды. – 1988. – Вып. 88. – С. 3-12.

УДК 621.01

Д.А. Кинжебаева, Е.С. Серикхалиев *, А.С. Кинжебаева

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА III КЛАССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА

*(г.Алматы, КазНПУ им. Абая, * - студент)*

Бұл жұмыста үшінші ретті III класты механизмнің қосымша нүктелер әдісі арқылы кинематикалық анализі қарастырылды. Үшінші ретті III класты механизмнің суреті көрсетілген. Графоаналитикалық әдіс пайдаланды. Механизмнің жылдамдықтар және үдеулер теңдеулері және пландары құрылды. Сандық түрде үшінші ретті III класты механизмнің жылдамдық пен үдеулер жұмыстық нүктелері табылды.

In this work the cinematic analysis of mechanism of the third class with the help of special points takes place. Shows a drawing of mechanism of the third class. The graphic-analytic method applied. The plans of speed and velocity are built. Speed and velocity of special points of mechanism of the third class are defined.

При исследовании кинематики рычажных механизмов и для определения скоростей, ускорений рабочих точек в теории механизмов и машин используются два метода:

- 1) Графоаналитический.
- 2) Аналитический.

В данной работе рассматривается 5-ти звенный механизм III класса третьего порядка и для нахождения скоростей и ускорений рабочих точек механизма применим графоаналитический метод [1,2].

1. План скоростей.

Рассмотрим механизм III класса, показанный на рисунке 1 и его структурная схема:

$$I(1) \rightarrow III(2,3,4,5)$$

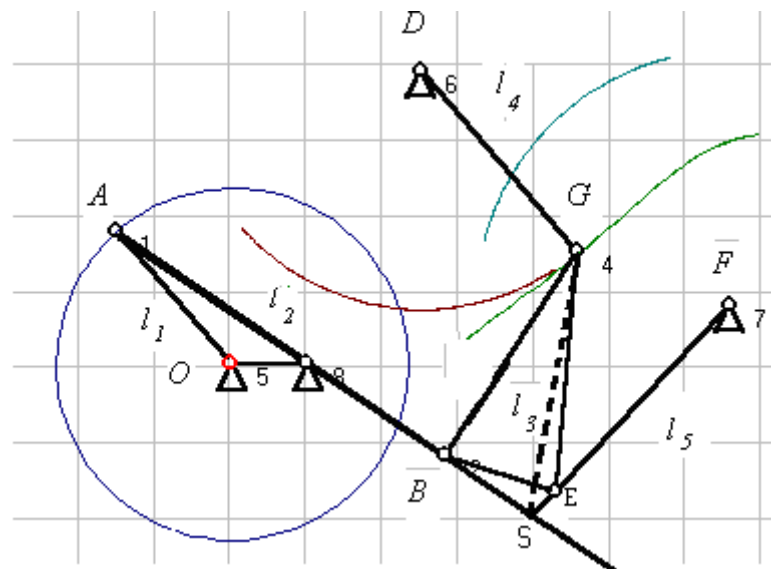


Рисунок 1 - Механизм III класса третьего порядка

При ведущем звене 1 механизм относится к механизмам III класса третьего порядка (рисунок 1), как образованный присоединением к ведущему звену 1 группы $ABGDEF$ III класса с тремя поводками 2, 4 и 5 [1,2,3]. Все входящие в группу кинематические пары – вращательные.

Определение скоростей проводим методом особых точек [3].

Для построения повернутого плана скоростей по методу особых точек находим особую точку S на пересечении направлений AB и EF звеньев 2 и 4 соответственно (рисунок 1).

От точки p откладываем скорость $\bar{v}_A$ точки A в виде отрезка (pa) в масштабе μ_v (рисунок 2).

$$v_a = \mu_v(\rho a), \quad v_B = \mu_v(\rho b) \quad (1)$$

Скорость $\bar{v}_S$ точки S может быть определена из уравнений

$$\bar{v}_S = \bar{v}_A + \overline{v_{AB}} + \overline{v_{SB}} \quad (2)$$

$$\bar{v}_S = \bar{v}_F + \overline{v_{SE}} + \overline{v_{EF}} = \overline{v_{SE}} + \overline{v_{EF}} \quad (3)$$

так как $\bar{v}_F = 0$. Далее, соединяем прямой точку G с точкой S и для определения скорости точки G составляем уравнения

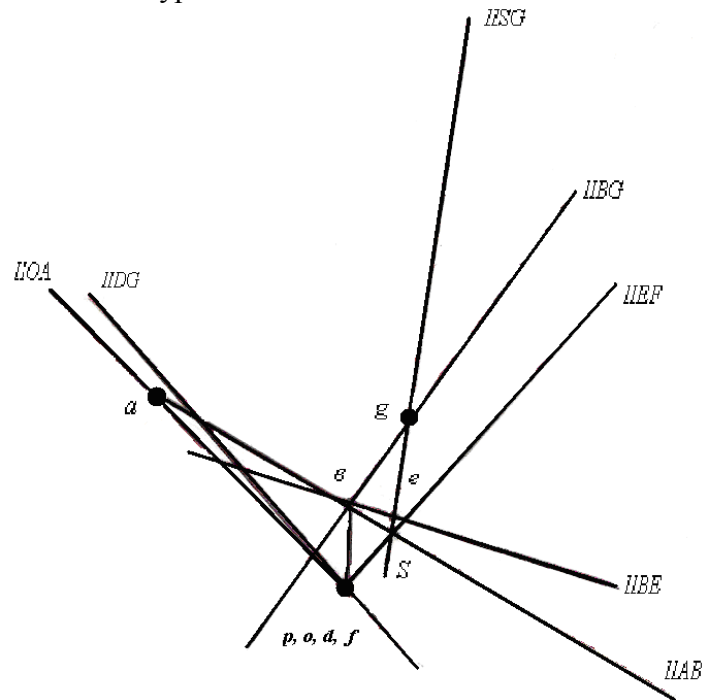


Рисунок 2 - Механизм III класса с трехпроводковой группой: повернутый план скоростей ($1 \text{ мм} \rightarrow \mu_a \text{ мс}^{-1}$)

$$\bar{v}_G = \bar{v}_S + \bar{v}_{GS} \quad (4)$$

$$\bar{v}_G = \bar{v}_{DG} + \bar{v}_D = \bar{v}_{DG} \quad (5)$$

так как $\bar{v}_D = 0$.

Численные значения скоростей точек A , B , E , S , G , определим из плана скоростей (рисунок 2) и они имеют следующие значения [4]

$$\vartheta_a = pa \cdot \mu_\vartheta = 30 \text{ мм} \cdot 0,1 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 3 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_B = pb \cdot \mu_\vartheta = 20 \text{ мм} \cdot 0,1 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 2 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_e = pe \cdot \mu_\vartheta = 10 \text{ мм} \cdot 0,1 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 1 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_S = ps \cdot \mu_\vartheta = 8 \text{ мм} \cdot 0,1 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,8 \text{ м/с}$$

$$\vartheta_G = pg \cdot \mu_\vartheta = 20 \text{ мм} \cdot 0,1 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 2 \text{ м/с}$$

Определив скорость $\bar{v}_G$ точки G , легко построить скорости и всех остальных точек. Проверкой построений может служить условие, чтобы точки v , g и e лежали на прямых заданных направлений, выходящих из полюса p , и треугольник v , g , e был

подобен треугольнику BGE . Следует отметить, что особая точка S могла бы быть выбрана и на пересечении осей двух любых других поводков группы.

2. План ускорений.

План ускорений строим аналогично. Откладываем из точки π отрезок (πa) , изображающий в масштабе μ_a ускорение $\bar{a}_A$ точки A (рисунок 3) [1].

$$a_A = \mu_a * (\pi a), \quad a_S = \mu_a * (\pi s) \quad (6)$$

Далее, из уравнений

$$\bar{a}_S = \bar{a}_B + \bar{a}_{SB}^n + \bar{a}_{SB}^t = \bar{a}_A + \bar{a}_{AB}^n + \bar{a}_{AB}^t + \bar{a}_{SB}^n + \bar{a}_{SB}^t \quad (7)$$

$$\bar{a}_S = \bar{a}_E + \bar{a}_{SE}^n + \bar{a}_{SE}^t = \bar{a}_F + \bar{a}_{EF}^n + \bar{a}_{EF}^t + \bar{a}_{SE}^n + \bar{a}_{SE}^t \quad (8)$$

Так как $\bar{a}_F = 0$. Ускорение $\bar{a}_S$ точки S находим известными приемами.

Ускорение $\bar{a}_G$ точки G найдем из уравнений

$$\bar{a}_G = \bar{a}_S + \bar{a}_{SG}^n + \bar{a}_{SG}^t \quad (9)$$

$$\bar{a}_G = \bar{a}_D + \bar{a}_{DG}^n + \bar{a}_{DG}^t = \bar{a}_{DG}^n + \bar{a}_{DG}^t \quad (10)$$

где $\bar{a}_D = 0$. Зная ускорение $\bar{a}_G$ точки G , ускорения $\bar{a}_B$ и $\bar{a}_E$ точек B и E легко определить, рассматривая движение этих точек соответственно относительно точек A , G и F , G .

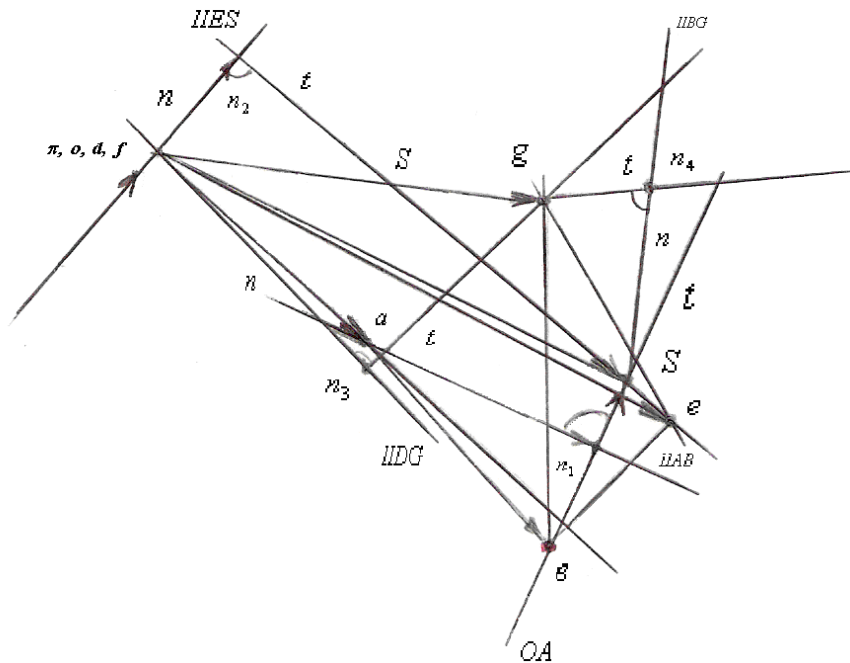


Рисунок 3 - Механизм III класса с трехповодковой группой: повернутый план ускорений ($1 \text{ мм} \rightarrow \mu_a \text{ мс}^{-2}$)

Далее из уравнений находим ускорения $\bar{a}_B$ и $\bar{a}_E$ точек B и E

$$\bar{a}_B = \bar{a}_A + \bar{a}_{AB}^n + \bar{a}_{AB}^t = \bar{a}_A + \bar{a}_{SB}^n + \bar{a}_{SB}^t \quad (11)$$

$$\bar{a}_B = \bar{a}_G + \bar{a}_{BG}^n + \bar{a}_{BG}^t \quad (12)$$

$$\bar{a}_E = \bar{a}_F + \bar{a}_{EF}^n + \bar{a}_{EF}^t = \bar{a}_{EF}^n + \bar{a}_{EF}^t \quad (13)$$

$$\bar{a}_E = \bar{a}_G + \bar{a}_{EG}^n + \bar{a}_{EG}^t \quad (14)$$

так как $\bar{a}_F = 0$. На рисунке 3 отрезки (an_1) , (en_2) и так далее представляют собою суммы нормальных ускорений, стоящих под общей чертой.

Численные значения ускорений точек А, В, Е, S, G, определим из плана ускорений (рисунок 3) и они имеют следующие значения

$$\begin{aligned} a_A &= \pi a \cdot \mu_a = 33\text{мм} \cdot 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,33 \text{ м/с} \\ a_B &= \pi b \cdot \mu_a = 60\text{мм} \cdot 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,6 \text{ м/с} \\ a_E &= \pi e \cdot \mu_a = 65\text{мм} \cdot 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,65 \text{ м/с} \\ a_S &= \pi s \cdot \mu_a = 57\text{мм} \cdot 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,57 \text{ м/с} \\ a_G &= \pi g \cdot \mu_a = 44\text{мм} \cdot 0,01 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} = 0,44 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Закключение.

Составлены уравнения нахождения скоростей и ускорений рабочих точек механизма. Построены планы скоростей и ускорений механизма III класса третьего порядка методом особых точек. Получены численные значения скоростей и ускорений характерных точек механизма III класса третьего порядка.

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука. 1988 г.
2. Левитский Н. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука. 1990 г.
3. Пейсах Э. Е., Нестеров В. А. Система проектирование плоских рычажных механизмов. М.: Наука. 1988 г.
4. Кинжебаева Д. А, Алиева Г. А. Структурный и кинематический анализ рычажного механизма IV класса методом замены ведущего звена. Вестник КазНПУ им. Абая. Серия физико-математические науки. №1 (17). 2007. С.16-21.

УДК 517.9

А.А. Крыкпаева

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ФИКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛИ ГИДРОДИНАМИКИ С ЗАДАННЫМ КРАЕВЫМ УСЛОВИЕМ ДЛЯ ДАВЛЕНИЯ

(г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ имени Д. Серикбаева)

Бұл жұмыста шенелген екіөлшемді облыста біртекті сығылмайтын сұйықтық қозғалысын сипаттайтын Навье-Стокс сызықсыз теңдеулер жүйесі үшін қысымға шекаралық шарт берілген жағдайда кіші коэффициенттер арқылы жалғастырылған жалған аймақтар әдісінің бір варианты зерттелінеді. Мұнда көмекші есептің жалпылама және күшті шешімдерінің бар болуы мен жинақталуы дәлелденген. Сонымен бірге шешімдердің бірқалыпты бағалары мен жоғары дәрежелі жинақталу жылдамдығы алынған.

In this work one variant of a method of fictitious domains with continuation on younger coefficients with the set regional condition for functions of pressure for system of nonlinear equations Navier-Stokes of movement of a homogeneous incompressible liquid in the bidimensional limited domain is investigated. It is proved existence of the generalized and strong decisions, and also their convergence to corresponding decisions of an initial task. Uniform estimations of decisions and estimations of speed of convergence of higher order on small parameter are received.

Часто задачи математической физики задаются в областях со сложной «нерегулярной» границей, что приводит к большим затруднениям при численных реализациях. Одним из методов выхода из этой ситуации является метод фиктивных областей (МФО) [1], [2]. В постановке модели Навье-Стокса отсутствует краевое условие для функции давления, что создает дополнительные трудности при численных исследованиях. В данном случае при формировании задачи метода фиктивных областей можно задавать некоторое краевое условие для давления [3].

Исходная задача. Итак, в области $\Omega \subset R^2$ рассмотрим нелинейную модель несжимаемой однородной жидкости

$$(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = \mu \Delta \mathbf{v} - \nabla P + \mathbf{f}, \quad \operatorname{div} \mathbf{v} = 0, \quad (1)$$

$$\mathbf{v} \Big|_S = 0, \quad (2)$$

где: $\mathbf{v}(x)$ - вектор-скорости жидкости, $P(x)$ - давление жидкости, $\mathbf{f}(x)$ - заданный вектор массовых сил, $0 < \mu$ - коэффициент вязкости, S - граница области Ω . Краевое условие (2) – условие непротекания границы.

Напомним, что задача (1)-(2) исследована в [4] в классе обобщенных функций Хопфа. В работе [5] для (1)-(2) исследован МФО с заданным краевым условием для давления в виде следующей задачи в фиктивной области $D \supset \Omega$:

$$(\mathbf{v}^\varepsilon \cdot \nabla) \mathbf{v}^\varepsilon = \mu \Delta \mathbf{v}^\varepsilon - \nabla P^\varepsilon - \frac{\xi(x) \mathbf{v}^\varepsilon}{\varepsilon} + \mathbf{f}^\varepsilon, \quad \operatorname{div} \mathbf{v}^\varepsilon = 0, \quad x \in D = \Omega \cup D_1, \quad (3)$$

$$\mathbf{v}^\varepsilon \tau \Big|_{S_1} = 0, \quad P^\varepsilon \Big|_{S_1} = 0, \quad (4)$$

где: $0 < \varepsilon$ - малый параметр, S_1 - граница области D , $S_1 \cap S = \emptyset$, τ - касательный вектор

к границе S_1 , $\xi(x) = \begin{cases} 0, & x \in \Omega, \\ 1, & x \in D_1 = D \setminus \Omega. \end{cases} \quad \mathbf{f}^\varepsilon(x) = \begin{cases} \mathbf{f}(x), & x \in \Omega, \\ 0, & x \in D_1 = D \setminus \Omega. \end{cases}$

В [5] для (3)-(4) (назовем эту задачу «классическим» МФО с продолжением по младшим коэффициентам с заданным краевым условием для давления), доказаны существование и сходимости слабых и сильных решений в классе обобщенных функций, а в работе [6] получена неулучшаемая оценка скорости сходимости сильного решения в классе W_2^1 :

$$\|\mathbf{v}^\varepsilon - \mathbf{v}\|_{W_2^1(\Omega)} \leq C \varepsilon^{1/2}. \quad (5)$$

Мы же рассмотрим другой вариант МФО с заданным условием для давления относительно исходной задачи (1)-(2).

Вспомогательная задача. Итак, при параметре $0 \leq \beta < 1$ рассмотрим задачу:

$$(\mathbf{v}^\varepsilon \cdot \nabla) \mathbf{v}^\varepsilon = \mu \Delta \mathbf{v}^\varepsilon - \nabla P^\varepsilon - \frac{\xi(x) \mathbf{v}^\varepsilon}{\varepsilon \|\mathbf{v}^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^\beta} + \mathbf{f}^\varepsilon, \quad \operatorname{div} \mathbf{v}^\varepsilon = 0, \quad (6)$$

$$\mathbf{v}^\varepsilon \tau \Big|_{S_1} = 0, \quad P^\varepsilon \Big|_{S_1} = 0, \quad (7)$$

Впервые аналогичный вид МФО рассмотрен в работе [7] для задачи Дирихле для одного уравнения эллиптического типа. А в работе [8] модификация МФО с заданным краевым условием для давления обоснован для линейной модели Стокса.

Примечание 1. Легко заметить, что при $\beta = 0$ задача (6)-(7) представляет собой задачу (3)-(4).

Приведем некоторые обозначения из [9], используемые в дальнейшем. Пусть $M(D)$ - множество бесконечно-дифференцируемых соленоидальных в D вектор-функций $v(x)$, касательные составляющие которых обращаются в нуль на границе S_1 : $M(D) = \{v: v \in C^\infty(D), \operatorname{div} v = 0, v \cdot \tau|_{S_1} = 0\}$, где $\tau(x)$ - касательный вектор границы S_1 . Через $V(D)$, $V_1(D)$ обозначим пространства, полученные замыканием $M(D)$ в нормах $L_2(D)$ и $W_2^1(D)$, а их сопряженные - $V^*(D)$, $V_1^*(D)$, причем V и V_1^* отождествляются. Также часто используемые в дальнейшем неравенства и методы будут взяты из работ [9]. Также далее нужна следующая лемма [9]:

Лемма 1. Пусть $v \in V_1(D) \cap W_2^2(D)$ и $u \in V_1(D)$, тогда имеет место равенство:

$$\int_D \Delta v \cdot u \, dx = - \int_D \nabla v \cdot \nabla u \, dx - \int_{S_1} K(x) v u \, dS_1, \text{ где } K(x) - \text{удвоенная кривизна границы } S_1.$$

Определим понятия слабого решения задачи (6)-(7).

Определение 1. Слабым решением задачи (6)-(7) называется вектор-функция $v^\varepsilon \in V_1(D)$, если она удовлетворяет следующему интегральному тождеству:

$$\int_D ((v^\varepsilon \cdot \nabla) v^\varepsilon \Phi + \mu (\nabla v^\varepsilon \nabla \Phi) - f \Phi) \, dx + \frac{1}{\varepsilon \|v^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^\beta} \int_{D_1} v^\varepsilon \Phi \, dx + \mu \int_{S_1} K(x) v^\varepsilon \Phi \, dS_1 = 0 \quad (8)$$

для любого $\Phi \in V_1(D)$.

Теорема 1. Пусть $S, S_1 \in C^2$, $f \in L_{6/5}(\Omega)$, $K(x) \geq 0$, $\mu \geq 2 \sqrt{C_0 C_1 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)}}$. Тогда существует хотя бы одно слабое решение задачи (6)-(7), для него имеют место оценки:

$$\|\nabla v^\varepsilon\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla v^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \leq C < \infty \quad (9)$$

и при $\varepsilon \rightarrow 0$ оно сходится к слабому решению исходной задачи (1)-(2).

Здесь и в дальнейшем различные положительные константы $C, C_0, C_1, \dots$ не зависят от искомых функций, а зависят от данных задачи и констант из теорем вложения (см., например [9]).

Доказательство. Воспользуемся методом Галеркина построения приближенных решений. Пусть приближенные решения задачи (6)-(7) имеют вид:

$$v_N^\varepsilon = \sum_{j=1}^N \alpha_j \omega_j, \quad (10)$$

где $\{\omega_j\}$ - составляет ортонормированный базис в $L_2(D)$ из пространства $W_2^2(D) \cap V_1(D)$, а искомые числа α_j находятся из следующей системы нелинейных алгебраических уравнений

$$((v_N^\varepsilon \cdot \nabla) v_N^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D)} - \mu (\Delta v_N^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D)} + \frac{(v_N^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D_1)}}{\varepsilon \|v_N^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^\beta} - (f^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D)} = 0, \quad j = \overline{1, N}. \quad (11)$$

Для доказательства существования решения системы (11) нам необходимо известная лемма Брауэра.

Лемма 2. (Брауэра [9]) Пусть $\xi \rightarrow P(\xi)$ - такое непрерывное отображение R^m в себя, что для подходящего $\rho > 0$: $(P(\xi), \xi) \geq 0$, $\forall \xi$ из сферы $|\xi| = \rho$, где для $\xi = \{\xi_i\}$, $\varsigma = \{\varsigma_i\} \in R^m$ мы полагаем $(\xi, \varsigma) = \sum_{i=1}^m \xi_i \varsigma_i$, $|\xi| = (\xi, \xi)^{1/2}$. Тогда найдется такое ξ , $|\xi| \leq \rho$, что $P(\xi) = 0$.

Относительно нашей задачи возьмем: $\xi = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)$ и определим:

$$P_j(\xi) = ((v_N^\varepsilon \cdot \nabla) v_N^\varepsilon, \omega_j) - \mu (\Delta v_N^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D)} + \frac{(v_N^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D_1)}}{\varepsilon \|v_N^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^\beta} - (f^\varepsilon, \omega_j)_{L_2(D)} = 0, \quad j = \overline{1, N}.$$

Тогда

$$(P(\xi), \xi) = \mu \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|v_N^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} + \mu \int_{S_1} K(x) |v_N^\varepsilon|^2 dS_1 - \int_D f v_N^\varepsilon dx - \int_{S_1} v_N^\varepsilon n |v_N^\varepsilon|^2 dS_1. \quad (12)$$

Оценим последние две слагаемые:

$$\left| \int_D f^\varepsilon v_N^\varepsilon dx \right| \leq \|f^\varepsilon\|_{L_{6/5}(D)} \|v_N^\varepsilon\|_{L_6(D)} \leq C_0 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)} \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}, \quad \left| \int_{S_1} v_N^\varepsilon n |v_N^\varepsilon|^2 dS_1 \right| \leq \|v_N^\varepsilon\|_{L_3(S_1)}^3 \leq C_1 \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}^3.$$

Далее применим лемму 2. Т.е. найдем такое $\rho > 0$, что $\forall \xi$ из сферы $|\xi| = \rho$ имеет место: $(P(\xi), \xi) \geq 0$. Из (12) получим:

$$(P(\xi), \xi) \geq \left(\mu \|\nabla v_N^\varepsilon\| - C_1 \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}^2 - C_0 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)} \right) \|\nabla v_N^\varepsilon\| + \frac{1}{\varepsilon} \|v_N^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} + \mu \int_{S_1} K(x) |v_N^\varepsilon|^2 dS_1 \quad (13)$$

Потребуем

$$\mu \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)} - C_1 \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}^2 - C_0 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)} \geq 0 \quad (14)$$

Отсюда решив квадратное уравнение, выводим условие:

$$\|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)} \leq \frac{\mu + \sqrt{\mu^2 - 4C_0 C_1 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)}}}{2C_1}, \quad \text{где } \mu \geq 2 \sqrt{C_0 C_1 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)}} \quad (15)$$

далее решим неравенство (15):

$$\|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)} = \left\| \sum_{i=1}^N \xi_i \nabla \omega_i \right\| \leq \sum_{i=1}^N \xi_i \|\nabla \omega_i\|_{L_2(D)} \leq \sum_{i=1}^N |\xi_i| \leq K \left(\sum_{i=1}^N |\xi_i|^2 \right)^{1/2} = \frac{\mu + \sqrt{\mu^2 - 4C_0 C_1 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)}}}{2C_1}$$

Т.е. для выполнения (15) достаточно взять ρ так:

$$\frac{\mu + \sqrt{\mu^2 - 4C_0 C_1 \|f\|_{L_{6/5}(\Omega)}}}{2KC_1} = \rho = \|\xi\|_{R^N} \quad (16)$$

Тогда для (16) имеет место неравенство (15), а соответственно и (14). Т.е. выполняется условие $(P(\xi), \xi) \geq 0$. Тогда по лемме Брауэра, для $\forall N$ существует v_N^ε , удовлетворяющее уравнению (11). Итак, из (11) вытекают оценки:

$$\|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla v_N^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \leq C < \infty. \quad (17)$$

Равномерные по N оценки (17) позволяет из последовательности приближенных решений $\{v_N^\varepsilon\}$ выделить подпоследовательность (переобозначаемой так же), для которой имеет место:

$$\nabla v_N^\varepsilon \rightarrow \nabla v^\varepsilon \quad \text{слабо в } L_2(D), \quad \nabla v_N^\varepsilon \rightarrow \nabla v^\varepsilon \quad \text{слабо в } L_2(D_1),$$

$$v_N^\varepsilon \rightarrow v^\varepsilon \text{ сильно в } L_2(D), \quad v_N^\varepsilon \rightarrow v^\varepsilon \text{ сильно в } L_2(D_1)$$

при $N \rightarrow \infty$. Далее, при $N \rightarrow \infty$, переходя к пределу в (11) выведем тождество (8). Т.е. предельная функция $v^\varepsilon(x)$ - есть слабым решением задачи (6)-(7).

Так как оценки (17) равномерные по малому параметру ε , то из последовательности $\{v^\varepsilon\}$ можно выделить подпоследовательность, для которой имеют место: $\nabla v^\varepsilon \rightarrow \nabla v$ слабо в $L_2(D)$, $v^\varepsilon \rightarrow v$ сильно в $L_2(D)$, $\nabla v^\varepsilon \rightarrow 0$ сильно в $L_2(D_1)$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Точно также, как описано в [5], переходя к пределу при $\varepsilon \rightarrow 0$ в (8), получим, что предельная функция $v(x)$ - и есть слабое решение задачи (1)-(2). Теорема 1 доказана.

Определим понятие сильного решения задачи (6)-(7):

Определение 2. Сильным решением задачи (6)-(7) называются пара функций $v^\varepsilon, P^\varepsilon$, квадратично суммируемые со всеми производными, входящими в (6) и удовлетворяющие системе уравнений (6), а также краевым условиям (7) почти всюду в соответствующей мере.

Предположение 1. Предположим, что существует сильное решение задачи (6)-(7) и оно сходится к сильному решению задачи исходной задачи (1)-(2) при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Теорема 2. Пусть имеет место предположение 1, тогда для сильных решений вспомогательной задачи (6)-(7) и исходной задачи (1)-(2) имеет место следующая оценка скорости сходимости:

$$\|v^\varepsilon - v\|_{W_2^1(\Omega)} \leq C\varepsilon^{\frac{3-2\beta}{4-3\beta}}. \quad (18)$$

Доказательство. Решение $v(x)$ задачи (1)-(2) продолжим нулем в D_1 . Далее умножим (1) на пробную функцию $\varphi \in V_1(D)$, проинтегрируем по области Ω и продолжим полученное уравнение вне Ω :

$$\mu \int_D \nabla v \cdot \nabla \varphi dx + \int_D (v \cdot \nabla) v \varphi dx = \mu \int_S \frac{\partial v}{\partial n} \varphi dS - \int_S P n \varphi dS + \int_D f \varphi dx \quad (19)$$

где n - вектор нормали к границе S .

Потом (6) умножим на $\varphi \in V_1(D)$ и проинтегрируем по области D :

$$\mu \int_D \nabla v^\varepsilon \cdot \nabla \varphi dx + \int_D (v^\varepsilon \cdot \nabla) v^\varepsilon \varphi dx + \frac{1}{\varepsilon \|v^\varepsilon\|_{L_2(D_1)}^\beta} \int_{D_1} v^\varepsilon \varphi dx = \int_{S_1} \frac{\partial v^\varepsilon}{\partial n} \varphi dS_1 + \int_D f \varphi dx \quad (20)$$

Далее возьмем $v^\varepsilon - v = \omega$, $\varphi = \omega$ и рассмотрим разность (19) и (20):

$$\mu \|\nabla \omega\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla \omega\|_{L_2(D_1)}^2 + \mu \int_{S_1} K(x) |\omega|^2 dS_1 = \int_S \left(P n + \mu \frac{\partial v}{\partial n} \right) \omega dS + \int_D ((\omega \cdot \nabla) v^\varepsilon + (v \cdot \nabla) \omega) \omega dx \quad (21)$$

где оценим правую часть уравнения, используя неравенства Гельдера, теорем вложения и Юнга[6]:

$$\begin{aligned} \int_S \left(P n + \mu \frac{\partial v}{\partial n} \right) \omega dS &\leq \left\| \frac{\partial v}{\partial n} \right\|_{L_2(S)} \|\omega\|_{L_2(S)} + \|P\|_{L_2(S)} \|\omega\|_{L_2(S)} \leq C \|\omega\|_{L_2(S)} \leq \\ &\leq C \|\omega_x\|_{L_2(D_1)}^{1/2} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{1/2} = \left(\|\omega_x\|_{L_2(D_1)} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{(2-\beta)/2} \right)^{1/2} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{\beta/4} \leq C \left(\sqrt{\varepsilon} \|\omega_x\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \right)^{1/2} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{\beta/4} \leq \\ &\leq C \left(\|\omega_x\|_{L_2(D_1)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \right)^{1/2} \cdot \varepsilon^{1/4} \cdot \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{\beta/4} \leq \delta \left(\|\omega_x\|_{L_2(D_0)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \right) + C_\delta \varepsilon^{1/2} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{\beta/2}, \end{aligned}$$

далее оценим слагаемое с правой части по неравенству Юнга с степенью $p = \frac{2(2-\beta)}{\beta}$,

$$p' = \frac{2(2-\beta)}{4-3\beta}: \varepsilon^{1/2} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{\beta/2} \leq \frac{1}{4\varepsilon} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} + C\varepsilon^{\frac{6-4\beta}{4-3\beta}}.$$

Тогда в итоге из (21) получим $\|\nabla \omega\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{\varepsilon} \|\omega\|_{L_2(D_1)}^{2-\beta} \leq C\varepsilon^{\frac{6-4\beta}{4-3\beta}}$. Т.е. имеем оценку (18).

Теорема 2 доказана. Из (18) заметим, что при $\beta \rightarrow 1$, степень малого параметра сходится к 1 (сравните с (5)).

1. Бугров А.Н., Смагулов Ш.С. Метод фиктивных областей в краевых задачах для уравнений Навье-Стокса // Математические модели течения жидкости. – Новосибирск, 1971. – С.79-90.
2. Вабищевич П.Н. Метод фиктивных областей в задачах математической физики. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 111с.
3. Коновалов А.Н., Коробицына Ж.Л., Моделирование краевых условий в задачах с помощью метода фиктивных областей // Численное решение задач фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. Труды III Всесоюз. конф. – Новосибирск, 1977. – С.115-120.
4. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, 1970. – 288с.
5. Смагулов Ш.С., Темирбеков Н.М., Камаубаев К.С. Моделирование методом фиктивных областей граничного условия для давления в задачах течения вязкой жидкости // Сибирский журнал вычислительной математики. – Новосибирск: СО РАН, 2000. – Т.3, №1. – С.57-71.
6. Жумагулов Б.Т., Смагулов Ш.С., Куттыкожаева Ш.Н. Неулучшаемые оценки скорости сходимости в методе фиктивных областей для уравнения Навье-Стокса // Доклады РАН. – 2003. – Т. 390, – №4. – С. 448-451.
7. Смагулов Ш.С., Сейлханова Р.Б., Куттыкожаева Ш.Н., Есекеева М. Суперсходимость метода фиктивных областей // Совместный выпуск по материалам международной конференций «Вычислительные технологии и математическое моделирование в науке, технике и образовании» (18-20 сентября). –Новосибирск-Алматы, 2002. –№4(32). – С.135-140.
8. Крыкпаева А.А. Моделирование граничных условий для давления для уравнения Стокса модификацией метода фиктивных областей // Вычислительные технологии, том 13, Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия мат., мех., инф. № 3 (58), 2008 (Совместный выпуск), часть I, Новосибирск-Алматы. С. 235-241.
9. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. – Новосибирск: Наука, 1983. – 318с.

БИФУРКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ОДНОМОДОВОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА

(г. Алматы, КазНТУ имени Сатпаева)

Осы жұмыста, бір модаль жартылай өткізгіш лазердің үлгісінің орнықтылығы бифуркациялық әдісімен зерттеледі. Бифуркациялық анализ сызықты емес жүйенің динамикасының сапа бағасын береді. Жүйенің орнықтылығының бифуркациялық диаграммасы берілген. Лазердің генерациясының шекарасы анықталған. Жүйедегі тербелістердің болу шарттары мен параметр интервалы есептелген.

The current work investigates the stability of the model of one mode semiconductor laser using bifurcation analysis. Bifurcation analysis allows giving the quality standard of dynamics of nonlinear system. The bifurcation diagram of stability of system is received. The threshold of generation of the laser is defined. The parameter's interval corresponding to conditions of existence of oscillations in a system is calculated.

Нелинейные модели могут иметь не одно, а несколько решений, для них возможно существование колебательных решений (предельный цикл), хаотических решений, критического поведения решения в зависимости от параметров.

Один из методов решения подобных систем является анализ бифуркаций, который позволяет проследить поведение динамической системы не получая ее решения и определить параметры, при которых возникают определенные изменения.

Проведем анализ нелинейной динамической модели одномодового полупроводникового лазера.

Рассматривается лазер, основные элементы которого являются: активная среда (в полупроводниковом лазере - это тонкий слой узкозонного полупроводника с высоким показателем преломления), где происходит усиление излучения; система накачки, используемая для создания инверсной населенности (инжекционный ток); резонатор, используемый для осуществления обратной связи и поддержания генерации излучения (сколотые плоскопараллельные торцы стержня активной среды) [1].

Динамическое поведение одномодового лазера можно описать, так называемыми «скоростными уравнениями» [2], связывающими концентрацию носителей заряда (в данном случае электронов), N , и плотность фотонов, S , в активной области:

$$\dot{S} = g(N - N_0)S - \frac{S}{\tau_s} \quad (1)$$

$$\dot{N} = -g(N - N_0)S - \frac{N}{\tau_{sp}} + P. \quad (2)$$

Здесь τ_s - время жизни фотона в резонаторе, g -коэффициент оптического усиления, τ_{sp} - время спонтанного перехода (время рекомбинации носителей заряда), P - скорость накачки (для полупроводниковых лазеров она зависит от плотности тока накачки и толщины активного слоя), N_0 - порог просветления (концентрация носителей в зоне проводимости, при которой достигается инверсная населенность)

Уравнение (1) показывает, что скорость увеличения плотности фотонов равна скорости рождения фотонов при стимулированном излучении $(g(N - N_0)S)$ за вычетом потерь фотонов в резонаторе $(\frac{S}{\tau_s})$.

Уравнение (2) представляет собой скорость увеличения носителей (электронов), которая равна скорости накачки (P) за вычетом скорости потерь носителей при спонтанном переходе $(\frac{N}{\tau_{sp}})$ и потерь, обусловленных вынужденным (стимулированным) переходом $(g(N - N_0))$.

Другими словами уравнения (1) и (2) описывают уравнения гибели и рождения носителей заряда и фотонов в лазерном резонаторе.

Для упрощения можно привести систему уравнений к безразмерному виду. Для этого, введем следующие безразмерные переменные:

$$s = Sg\tau_{sp}, \quad n = g\tau_s(N - N_0) - 1, \quad p = Pg\tau_s\tau_{sp} - 1 \quad (3)$$

Подставляя новые переменные (3) в уравнения (1) и (2), получим следующую систему уравнений в безразмерном виде:

$$\dot{s} = \frac{ns}{\tau_s} \quad (1')$$

$$\dot{n} = \frac{p - (n+1)s - n}{\tau_{sp}} \quad (2')$$

Система (1'-2') имеет два стационарных состояния

$$s_1^* = 0, \quad n_1^* = p \quad (4)$$

$$s_2^* = p, \quad n_2^* = 0 \quad (5)$$

Для исследования зависимости системы от параметра p , необходимо линеаризировать систему вблизи стационарной точки, полученная при этом матрица Якоби запишется в виде:

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{s}}{\partial s} & \frac{\partial \dot{s}}{\partial n} \\ \frac{\partial \dot{n}}{\partial s} & \frac{\partial \dot{n}}{\partial n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{n}{\tau_s} & \frac{s}{\tau_s} \\ \frac{-(n+1)}{\tau_{sp}} & \frac{-(s+1)}{\tau_{sp}} \end{bmatrix}$$

Стационарное состояние (4) является неустойчивым (седлом), так как собственные значения матрицы Якоби $\mathbf{J}$ (корни характеристического уравнения) $\det(\mathbf{J} - \lambda I) = \lambda^2 - \lambda \text{tr} \mathbf{J} - \det \mathbf{J}$, имеют противоположные знаки:

$$\lambda_1 = -\frac{1}{\tau_{sp}}, \quad \lambda_2 = \frac{p}{\tau_s}, \quad \det \mathbf{J} < 0.$$

Стационарное состояние (5) является устойчивым фокусом/узлом, так как:

$$\lambda_{1,2} = \frac{-p-1 \pm \sqrt{(p+1)^2 - 4p\tau_{sp}/\tau_s}}{2\tau_{sp}}, \quad \det \mathbf{J} > 0.$$

Устойчивость стационарных состояний изменяется посредством транскритической бифуркации, при прохождении параметра p через 0.

Представим в графическом виде зависимость изменения состояния системы от параметра p (рис - 1), так называемую «бифуркационную диаграмму» системы.

Откуда становится ясно, что система работает в режиме лампы до тех пор, пока система накачки не достигнет порогового уровня $P_{порог} = \frac{1}{g\tau_s\tau_{sp}}$, и, при достижении данного уровня система переходит в следующее устойчивое состояние – режим лазера (сплошной линией обозначены устойчивые состояния системы, пунктирной – неустойчивые).

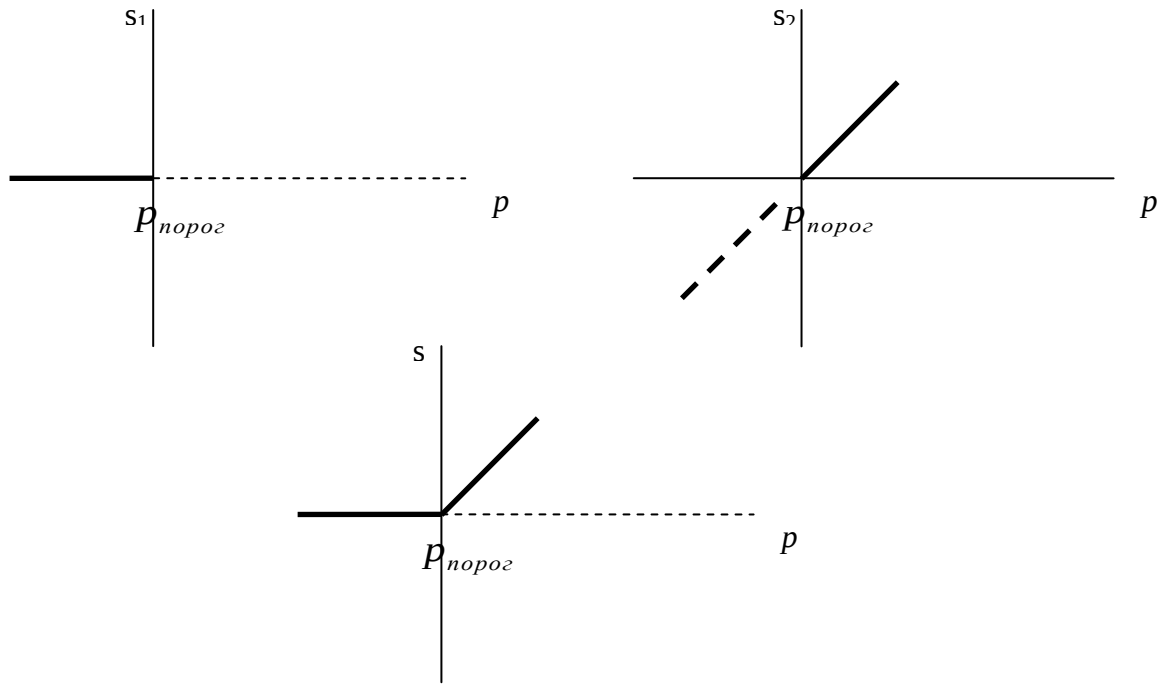


Рис - 1. Бифуркационная диаграмма системы лазера, зависимость s от параметра накачки p

Стационарное состояние (5) является фокусом при отрицательном значении дискриминанта квадратного характеристического уравнения (условие соответствует демпфированным колебаниям):

$$\Delta = (tr \mathbf{J})^2 - 4 \det \mathbf{J} = \left[\frac{-(p+1)}{\tau_{sp}} \right]^2 - 4 \frac{p}{\tau_s \tau_{sp}} = (p^2 - 2p(2\tau_{sp} / \tau_s - 1) + 1) / \tau_{sp}^2 < 0.$$

Данное неравенство приводит к следующим условиям:

$$\begin{cases} \frac{2}{\varepsilon} - 1 - \frac{2}{\varepsilon} \sqrt{1 - \varepsilon} < p < \frac{2}{\varepsilon} - 1 + \frac{2}{\varepsilon} \sqrt{1 - \varepsilon} \\ \varepsilon < 1 \end{cases}, \quad (6)$$

$$\text{где } \varepsilon = \frac{\tau_s}{\tau_{sp}}.$$

Таким образом, для существования колебаний скорость спонтанной рекомбинации должна быть медленней, чем скорость потери фотонов в резонаторе. Полученное условие (6) также накладывает ограничения в значение интенсивности

накачки. Допустимые пределы p при $\varepsilon \ll 1$: $0 < p < 4/\varepsilon$. При приближении ε к 1, интервал p сжимается до $1 - 2\sqrt{1-\varepsilon} < p < 1 + 2\sqrt{1-\varepsilon}$.

1. Звелто О. Принципы лазеров. - Москва.: Мир, 1990. – 558 с.
2. Agrawal G.P., Dutta N.K. Semiconductor lasers. NewYork.: Van Nostrand Reinhold, 1993.- 629с.
3. Strogatz S.H. Nonlinear dynamics and chaos. - Massachusetts.: Perseus books, 1994. - 498 с.
4. Кумеков С. Е., Мустафин А. Т. Relaxation Oscillations of Superluminescence in semiconductors, 2011. In press.

УДК 621.373.8

С.Е. Кумеков, Г.К. Байменшина

ДИНАМИКА МОДЕЛИ ОДНОМОВОДОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА

(г. Алматы, КазНТУ имени Сатпаева)

Жұмыста бір модальды жартылай өткізгіш лазердің үлгісінің динамикасы зерттеледі. Анализ сызықты емес жүйенің динамикасының сапа бағасын анықтауға мүмкіндік береді. Жүйенің орнықтылығының параметрге тәуелділігі зерттелген. Лазердің генерациясының шекарасы анықталған. Жүйедегі тербелістердің болу шарттары мен параметр интервалы есептелген.

The current work investigates the stability and dynamics of the model of one mode semiconductor laser. Analysis allows giving the quality standard of dynamics of nonlinear system. The diagram of stability of system is received. The threshold of generation of the laser is defined. The parameter's interval corresponding to conditions of existence of oscillations in a system is calculated.

Нелинейные модели могут иметь не одно, а несколько решений, для них возможно существование колебательных решений (предельный цикл), критического поведения решения в зависимости от параметров.

Один из методов решения подобных систем является качественный анализ, который позволяет проследить поведение динамической системы не получая ее решения и определить параметры, при которых возникают определенные изменения [1].

Проведем анализ динамической модели одномодового полупроводникового лазера.

Рассматривается лазер, основные элементы которого являются: активная среда (в полупроводниковом лазере - это тонкий слой узкозонного полупроводника с высоким показателем преломления), где происходит усиление излучения; система накачки, используемая для создания инверсной населенности (инжекционный ток); резонатор, используемый для осуществления обратной связи и поддержания генерации излучения (сколотые плоскопараллельные торцы стержня активной среды) [2].

Динамическое поведение одномодового лазера можно описать, так называемыми «скоростными уравнениями» [3], связывающими концентрацию

носителей заряда (в данном случае электронов) N и плотность фотонов S в активной области:

$$\dot{S} = g(N - N_0)S - \frac{S}{\tau_s} \quad (1)$$

$$\dot{N} = -g(N - N_0)S - \frac{N}{\tau_{sp}} + P. \quad (2)$$

Здесь τ_s - время жизни фотона в резонаторе, g -коэффициент оптического усиления; τ_{sp} - время спонтанного перехода (время рекомбинации носителей заряда); P - скорость накачки (для полупроводниковых лазеров она зависит от плотности тока накачки и толщины активного слоя); N_0 - порог просветления (концентрация носителей в зоне проводимости, при которой достигается инверсная населенность)

Уравнение (1) показывает, что скорость увеличения плотности фотонов равна скорости рождения фотонов при стимулированном излучении ($g(N - N_0)S$) за вычетом потерь фотонов в резонаторе ($\frac{S}{\tau_s}$).

Уравнение (2) представляет собой скорость увеличения носителей (электронов), которая равна скорости накачки (P) за вычетом скорости потерь носителей при спонтанном переходе ($\frac{N}{\tau_{sp}}$) и потерь, обусловленных вынужденным (стимулированным) переходом ($g(N - N_0)$).

Для упрощения можно привести систему уравнений к безразмерному виду[4]. Для этого, введем следующие безразмерные переменные:

$$s = Sg\tau_{sp}, \quad n = g\tau_s(N - N_0) - 1, \quad p = Pg\tau_s\tau_{sp} - 1 \quad (3)$$

Подставляя новые переменные (3) в уравнения (1) и (2), получим следующую систему уравнений в безразмерном виде:

$$\dot{s} = \frac{ns}{\tau_s} \quad (1')$$

$$\dot{n} = \frac{p - (n+1)s - n}{\tau_{sp}} \quad (2')$$

Система (1'-2') имеет два стационарных состояния

$$s_1^* = 0, \quad n_1^* = p \quad (4)$$

$$s_2^* = p, \quad n_2^* = 0 \quad (5)$$

Для исследования зависимости системы от параметра p , необходимо линеаризировать систему вблизи стационарной точки, полученная при этом матрица Якоби запишется в виде:

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{s}}{\partial s} & \frac{\partial \dot{s}}{\partial n} \\ \frac{\partial \dot{n}}{\partial s} & \frac{\partial \dot{n}}{\partial n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{n}{\tau_s} & \frac{s}{\tau_s} \\ \frac{-(n+1)}{\tau_{sp}} & \frac{-(s+1)}{\tau_{sp}} \end{bmatrix}$$

Стационарное состояние (4) является неустойчивым (седлом), так как собственные значения матрицы Якоби $\mathbf{J}$ (корни характеристического уравнения) $\det(\mathbf{J} - \lambda \mathbf{I}) = \lambda^2 - \lambda \text{tr} \mathbf{J} - \det \mathbf{J}$, имеют противоположные знаки:

$$\lambda_1 = -\frac{1}{\tau_{sp}}, \quad \lambda_2 = \frac{p}{\tau_s}, \quad \det \mathbf{J} < 0.$$

Стационарное состояние (5) является устойчивым фокусом/узлом, так как:

$$\lambda_{1,2} = \frac{-p-1 \pm \sqrt{(p+1)^2 - 4p\tau_{sp}/\tau_s}}{2\tau_{sp}}, \quad \det \mathbf{J} > 0.$$

Устойчивость стационарных состояний изменяется, при прохождении параметра p через 0.

Представим в графическом виде зависимость изменения состояния системы от параметра p (рисунок - 1). Откуда становится ясно, что система работает в режиме лампы до тех пор, пока система накачки не достигнет порогового уровня $p_{\text{порог}} = \frac{1}{g\tau_s\tau_{sp}}$;

при достижении данного уровня система переходит в следующее устойчивое состояние – режим лазера (сплошной линией обозначены устойчивые состояния системы, пунктирной - неустойчивые).

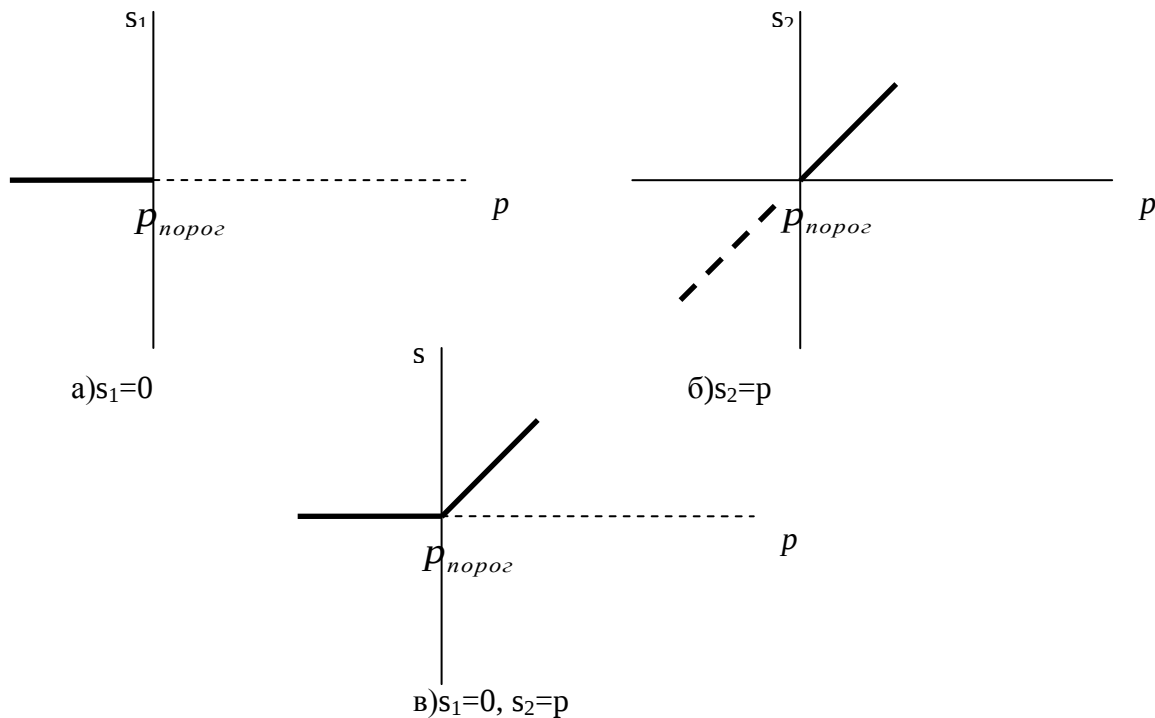


Рис - 1. Зависимость плотности фотонов s от параметра накачки p

Стационарное состояние (5) является фокусом при отрицательном значении дискриминанта квадратного характеристического уравнения (условие соответствует демпфированным колебаниям):

$$\Delta = (\text{tr} \mathbf{J})^2 - 4 \det \mathbf{J} = \left[\frac{-(p+1)}{\tau_{sp}} \right]^2 - 4 \frac{p}{\tau_s \tau_{sp}} = (p^2 - 2p(2\tau_{sp}/\tau_s - 1) + 1) / \tau_{sp}^2 < 0.$$

Данное неравенство приводит к следующим условиям:

$$\begin{cases} \frac{2}{\varepsilon} - 1 - \frac{2}{\varepsilon} \sqrt{1 - \varepsilon} < p < \frac{2}{\varepsilon} - 1 + \frac{2}{\varepsilon} \sqrt{1 - \varepsilon} \\ \varepsilon < 1 \end{cases}, \quad (6)$$

где $\varepsilon = \frac{\tau_s}{\tau_{sp}}$.

Таким образом, для существования колебаний скорость спонтанной рекомбинации должна быть медленней, чем скорость потери фотонов в резонаторе. Полученное условие (6) также накладывает ограничения в значение интенсивности накачки. Допустимые пределы p при $\varepsilon \ll 1$: $0 < p < 4/\varepsilon$. При приближении ε к 1, интервал p сжимается до $1 - 2\sqrt{1 - \varepsilon} < p < 1 + 2\sqrt{1 - \varepsilon}$.

1. Strogatz S.H. Nonlinear dynamics and chaos. - Massachusetts.: Perseus books, 1994. - 498 с.
2. Звелто О. Принципы лазеров. - Москва.: Мир, 1990. - 558 с.
3. Agrawal G.P., Dutta N.K. Semiconductor lasers. New York.: Van Nostrand Reinhold, 1993. - 629с.
4. Кумеков С. Е., Мустафин А. Т. Relaxation Oscillations of Superluminescence in semiconductors, 2011. In press.

ӨОЖ 378. 016. 026:004. 65 (574)

М.Н. Кусембаева*, Ш.Т. Шекербекова

БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ҚҰЗЫР ЖӘНЕ ҚҰЗЫРЛЫЛЫҚ ТӘСІЛДІҢ МӘНІ МЕН МАҢЫЗЫ

*(Алматы қ., Абай атындағы ҚазҰПУ, *-магистрант)*

В современном обществе образование стало одним из самых обширных сфер человеческой деятельности. Заметно повысилась социальная роль образования: от его направленности и эффективности сегодня во многом зависят перспективы развития человечества. Основным капиталом современного общества является человек, способный к поиску и освоению новых знаний и принятию нестандартных решений. Стоит подчеркнуть, что роль педагога и его профессиональная компетентность, педагогическое искусство, искусство осуществления образовательных процессов особенно важно при улучшении качества образования в образовательных процессах. Метод компетентности не только зависит от количества полученных знаний ученика, но а также от важности его применения в практике. Поэтому, применение компетентности и метода компетентности в системе образования является одним из важных проблем.

In a modern society education became one of the most extensive spheres of human activity. The social role of education has considerably raised: prospects of development of mankind in many respects depend on its orientation and efficiency today. The base capital of a modern society is the person capable to search and development of new knowledge and acceptance of non-standard decisions. It is necessary to note that a role of the teacher and its professional competence, pedagogical art, art of realization of educational processes especially important at

improvement of quality of education in educational processes. The method of competence not only depends on quantity of the received knowledge of the pupil, but and also from importance of its application in practice. Therefore, application of competence and a method of competence of an education system is one of important problems.

Білім беру жүйесінде құзыр және құзырлық тәсілдің мәні мен маңызына тоқталмас бұрын әуелі «Құзырлылық», «Құзыр» дегендеріміз не екеніне тоқталалып өтелік.

«Құзырлық» сөзі «құзыр» сөзінен алынған туынды сөз екендігіне баса назар аударамыз. Бұл туралы қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігінде: «құзыр (компетенция) – жалпы алғанда қайсыбір тапсырманы орындауға қабілеттілік немесе бір нәрсені жасау» деп берілген. Ал Қазақстан Ұлттық энциклопедиясында «құзырет (компетенция)» – нақты органның не лауазымды тұлғаның заң жүзінде белгіленген өкілеттіліктерінің, құқықтары мен міндеттерінің жиынтығы деп көрсетілген. Латын тілінен аударғанда «құзырлық – өз ісін жетік білу, танымы мол, тәжірибелі» деген мағынаны білдіреді. Белгілі бір саладағы құзырлықты меңгерген тұлға өз саласына сәйкес білім мен біліктілікпен қаруланған қандай да бір негізі бар ой-тұжырым жасайтын және тиімді әрекет ете алатын адамды есептеуге болады. Енді осы ұғымдардың мәнін тереңірек талдайтын болсақ, онда «құзыр» – тұлғаның белгілі бір пәндер шеңберіне қатысты білімі, біліктілігі, дағдысы мен іс-әрекеттері тәсілінің өзара байланысқан сапаларының жиынтығы, ал «құзырлық»–адамның іс-әрекеті саласына сай құзырлықтарды меңгеруі. Бұл екі ұғымды керек болған жағдайда бөліп қарастырады. Мысалы, құзырлық оқушылар дайындығына алдын-ала қойылатын талаптарды, ал құзыреттілік олардың қалыптасқан тұлғалық сапасын және белгілі бір саладағы іс-әрекетке қатысты жинақталған тәжірибесін айтады.

Қазақ тілінде «құзыр (компетенция)» ұғымының мән-мағынасын анықтауға бағытталған мәселелер ғылыми-әдістемелік басылымдарда, білім саясатын анықтайтын құжаттарда және әлеуметтік, философиялық, психологиялық, педагогикалық әдебиеттерде жиі қолданылатынына көзіміз жетті. Бұл осы ұғымның жалпы білім берудегі жүйелілік-практикалық қызметімен байланысты.

Сондай ақ, В.А. Болотов пен В.В. Сериков құзырлық ұғымын жан-жақты аша отырып, бұл мәселені әлі зерттеуді қажет ететін аспектілерін көрсетіп берген. Зерттеушілердің көпшілігі білім мазмұнын құзырлық тұрғыдан қарастырғанда адамның қызметі, өмірлік мәселелерді шешудің тұтас тәжірибелері, әлеуметтік рөлдерді атқару құзыреттері немесе білімдік компонент емес, жалпы мәдени-әлеуметтік тәжірибе; ақпараттану емес, мәселе шешу; «есте сақтап, жауап беру» емес, өмірлік маңызды мәселенің шешілуін жобалау деп қарастыратыны анықталды. Түйінді құзырлық функционалдық сауаттылықтың белгілі бір деңгейі ретінде көрініс береді. Шетелдік тәжірибелерді қорыта келе, қазақстандық ғалымдар жүргізген зерттеулерде құзырлық мәселелері Қазақстан мектептеріндегі білімнің жаңа моделі ретінде ұсынылып отырғанын көреміз. Дегенмен, аталған ғылыми зерттеулер мен әдебиеттерге, озық педагогикалық тәжірибелерге жасалған талдау бүгінгі күнге дейін жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру мәселесінің зерттеу нысаны болмағанын дәлелдеп отыр.

Демек, қазіргі қоғамның әлеуметтік-экономикалық дағдарыс жағдайында оқушылардың әлеуметтік құзырлығын қалыптастыруға деген қоғамның сұранысы мен мектептегі құзырлық тәрбиенің жағдайы арасында; жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік құзырлығын қалыптастыру қажеттігі мен оның бір жүйеде зерттелмеуі арасында; бұл әлеуметтік құзырлықтарды мектеп практикасында кең көлемде пайдалану қажеттігі мен арнайы жасалған ғылыми-әдістемелік нұсқаулардың жоқтығы арасында қарама-қайшылықтар анық байқалады.

Жалпы, «Құзырлылық» ұғымы педагогика саласында тұлғаның субъектілік тәжірибесіне ерекше көңіл аудару нәтижесінде ендіріліп отырған ұғым. Құзырлықтың тікелей аудармасы белгілі сала бойынша жан- жақты хабардар, білгір деген мағынаны қамти отырып, қандай да бір сұрақтар төңірегінде беделді түрде шешім шығара алу дегенді білдіреді. Стив Уиддет «Құзыр - қажетті мінез құлықты бейнелеу қабілеті» - деген анықтама береді. Ал Н.В. Кузмина кәсіби – педагогикалық құзырлылықты пәндік, әдістемелік, психология салдарынан хабардар тұлға қасиеті деп қарастырады, кәсіби – педагогикалық құзырлылық – «бұл тәрбие міндеттерін өнімді шешу, мамандықты тұлға қалыптастыру құралына айналдыру қабілеті» - деген анықтама береді.

Құзырлылық - бұл адамның белгілі бір мәселелер ауқымын шеше алу қабілеттілігі. Ю. Сжипчактың пікірінше, құзырлықтың ішінен кейде құзыреттілік бөліп қарастырылады. Ол адамның білім – білік дағдысына орай белгілі бір нәрсеге қабілетті, сол сияқты өз қабілетіне сенімділігі мен оны пайдалана білу деңгейіне байланысты белгілі бір мәселені шешуге мотивациясы. Маман құзырлығы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ол өз қызыметіне ерік-күш, материал, уақыт, жүйке сияқты ресурстарды аз жұмсай отырып, нәтижеге жете алатындығы дәлелденген қағида. Яғни, педагог құзырлығы оның кәсіби қызыметінің басты шарты болуы тиіс. Өзін- өзі басқару мен өзін- өзі бағалауға үйрету – біліктілік жетілдіру жүйесіндегі педагогтың кәсіби құзырын дамыту жолындағы басты қағида. Педагогтың кәсіби құзырын қалыптастыру, бір жағынан мұғалімнің ішкі жеке ресурстарын дамытуға бағытталса, екінші жағынан, ол мемлекет пен мектептің сұраныстарын қанағаттандыруы тиіс.

Өйткені, қазір өмірдің өзі нәтижеге бағытталған білім беруді сұрап отыр. Ол үшін іздену мен дамудан шаршамайтын кәсіби құзырлы педагог қажет.

Білім беру нәтижесі екі тұрғыдан қарастырылады. Біріншісі – бұл нақты білім беру жүйесі арқылы алынатын және білім беру стандарты формасында тіркелетін нәтиженің бейнесі. Қазіргі замандағы білім беру стандарттары оқытудың белгілі бір курсың өту үстіндегі адамның тұлғалық сапасына, оның білімі мен икемділігіне қойылатын талаптарды қамтиды. Стандарттың мазмұны, әлеуметтік мәдени тәжірибенің идеалды формада сақталатынына әлбетте қол жететін көрнісі екені мәлім. Екінші тұрғыдан білім берудің нәтижесі бұл белгілі бір білім беруші жүйеде оқытудан өткен адамның өзі. Интеллектуалды, тұлғалық, мінез-құлықтық қасиеттерінің қалыптасқан жиынтығы ретіндегі оның тәжірибесі оған кез-келген жағдайда адекватты әрекет жасауға мүмкіндік береді. Бұл тұрғыдан білім берудің нәтижесі білімділік болып табылады, ол жалпы және кәсіптік-мазмұнды бола алады. Осылайша, мектеп түлектерінің жалпы білімділігін қалыптастырады. Кез-келген жоғары оқу орнының түлегі осы негізде арнайы кәсіптік білімімен сипатталады. Адамды білімді ететін терең және жүйелі білім беру өмір ағымының ауыспалы кезеңдерінде сенімділік, бәсекеге қабілеттілік және өзінің ар-намыс сезімінің негіздерін салады.

Қазіргі білім берудің мақсаты – танымдық қызметке деген тұрақты қызығушылығы қалыптасқан, өз бетімен бағдарлай, қызмет жасай білетін, сөйтіп өздігінен даму дағдылары қалыптасқан жеке тұлғаны тәрбиелеу болып табылады.

Құзырлылық тәсілді, жоғарыдағы айтқанымыздай, білім сапасын арттыруды дәстүрлі тәсілмен білім мазмұнын ұлғайту арқылы шешудің арасындағы қарама-қайшылықтан туындаған дағдарысты жағдайдан шығудың бір жолы деп қарастыруға болады. Бұл тәсіл білім берудің нәтижесіне басты орын береді. Оның сапасы алған білімінің көптігімен емес, сол білімді қолдана білуімен маңызды. Сонда мұғалімнің кәсіби құзырлылық деңгейі қандай болмақ? Педагогикалық зерттеулерге жасалған шолу бұл мәселенің тарихи тұрғыда кезеңдеп дамығанын көрсетеді. Бұл проблеманың ғылыми-теориялық тұрғыда аз зерттелуі, мұғалімге құзыреттілігін нығайтуға мүмкіндік берілуі біздің біліктілік жетілдіру жүйесінде мұғалімнің әдістемелік

шығармашылығын кәсіби тұрғыдан дамытудың теориялық негізін жасау міндетін қойды.

Құзырлылық тәсіл 20 ғ-ң 70-жылдары АҚШ-та және Батыс Еуропаның бірқатар елдерінде қалыптаса бастады. Себебі, бұл елдерде нарықтық экономика жағдайындағы қоғамның талабы мен білім берудің нәтижесі арасында сәйкессіздік белең алған болатын.

Демек, болашақ жастарымыздың кәсіби құзырлы, шығармашыл болуын қамтамасыз ететін оқытудың жаңа әдісі оқытудың субъектілерін және оқушының әлеуетіне тікелей әсері мол шығармашылық қызығушылығын қалыптастырудың теориялық, әдіснамалық, дидактикалық тұғырларын айқындау міндеттерін алдыңғы қатарға шығарады.

Жалпы, құзыреттілікті қалыптастыру – білім беру саласының өзекті мәселесі. Күн сайын адамға көптеген ақпарат тасқыны келеді. Ал оқу мазмұны мен оқыту әдістері ескі сарында қалып қояда. Сондықтан білім берудегі әлеуметтік қажеттілік пен ол қажеттілікті қанағаттандырудың арасындағы қарама –қайшылық білім беру саласының дағдарысына әкеліп соғуда. Сол себепті мектеп мұғалімдерінің әдістемелік шығармашылығын дамытуды педагог-мамандардың біліктілігін жетілдіру жүйесінде ұйымдастыруды олардың кәсіби құзіреттілігі кезінде жүзеге асыру қажеттігі туындайды.

Құзіреттілік тәсіл идеясы – «қоғамға қандай, жеке тұлғаға қандай білім қажет және ол қоғамның қандай қажетін өтей алады» деген сұраққа жауап береді. Мұғалімнің құзыреттілігін қалыптастыру – бүгінгі білім беру саласының өзекті мәселелерінің бірі. Құзырлылық тәсіл, білім сапасын арттыруды дәстүрлі тәсіл мен білім мазмұнын ұлғайту арқылы шешудің арасындағы қарама-қайшылықтан туындаған дағдарыстан шығудың бір жолы деп қарастыруға болады. Бұл тәсіл білім берудің нәтижесіне басты орын береді. Оның сапасы алған білімнің көптігінен емес, сол білімді қолдана білумен маңызды.

Мұғалімнің басты рөлі – тұлғаның жеке дамуына негізделген, жан-жақты зерттелетін, сараланған білім беру үлгісінің басым бағыттарын айқындау, нәтижесінде еліміздің әлемдік өркениетке негізделген білім саясатының стратегиялық мақсаттарын жүзеге асыру. Осыған орай, нәтижеге бағытталған жалпы орта білім берудің жаңа жүйесіне ауысу білім беруді басқару жүйесіндегілерден мұғалімдердің кәсіби біліктілігін арттыруда жаңаша көзқарасты, ал мұғалімдерден негізгі кәсіби құзырлылықтарын дамытуды талап етеді.

Білім беру саласын ізгілендірудің басты бағыттарының бірі - белсенді оқыту түрлері мен әдістерін жетілдіру. Ескі мазмұнды ығыстыра отырып, елімізде білім берудің ұлттық үлгісі қалыптасуда. Әлемнің оқыту технологиялары жоғары дамыған елдерінің (Жапония, Германия, Голландия) тәжірибесіне назар аударсақ, түпкі мақсаты-баланы жеке тұлға ретінде қалыптастыру, яғни, бірінші орында баланың білім, білігі мен дағдысы емес, жеке тұлғаның білім алу арқылы дамуын қояды. Осы мақсатқа орай, бүгінгі педагогика ғылымында жаңа оқыту технологиялары: дидактикалық біліктерді шоғырландыру, ізгілікті-тұлғалық бағдарламалар, дамыта оқыту, мәселелік, тірек сигналдары арқылы, деңгейлеп саралап оқыту, өздігінен ізденіп даму, оқытудың компьютерлік, модульдік технологияларды ғылыми тұрғыда дәлелдеп, баламен бірге жұмыс жүргізіп жүзеге асырушы мұғалім..

Жеке тұлғаны қалыптастыру барысында білім беру сапасына мектеп ұжымы ерекше мән беріп келеді. Сапалы білім беруді көздеген ұжым оқушылардың мүмкіндіктерін алдын-ала болжауға, модельдеуге ұмтылады. Өйткені, олар оқушының білім беру нарығында қабілетті болу үшін ішкі тапсырыс талаптарына сәйкес болу керек екенін жақсы түсінеді. Соған байланысты, мектеп деңгейінде сапалы білімге

кеңінен қол жеткізуді қамтамасыз ету мақсатында «әдістемелік орталық» ұйымдастырылып, әдістемелік жұмыстар бірнеше бағытта жүргізіліп келеді.

Кез келген білім ордасының білім сапасын арттырудағы туындайтын кейбір проблемалардан шығу үшін: нәтижеге бағытталған жалпы орта білім беруде мұғалімнің кәсіби құзырлылығын дамытуды талап етеді. Әрбір мұғалімнің кәсіби дайындық сапасына қойылатын талап немесе кәсіби теориялық білімі мен практикалық біліктілігі – құзыреттілік пен кәсіби шеберлігінің сапасы ретінде қаралады.

Жастардың ақыл-ой әлеуметін барынша дамыту үшін білім беру жүйесін тиімді құра білген ұлттың еңсесі биік, абыройы жоғары болмақ.

Ал, білім сапасын арттыру, оның деңгейін әлемдік білім кеңістігіндегі стандарттарға сай келтіру түптеп келгенде, мұғалімге, оның кәсіби құзырлығына, әдістемелік біліктілігі мен шеберлігіне тікелей байланысты. Сондықтанда білім беру жүйесінде құзыр және құзырлылық тәсілдің маңызы зор болып табылады.

1. А.К.Маркова. Кәсіби құзыреттіліктің даму деңгейі//2009
2. М.И.СкаткинЗерттеу мәдениеті-педагогикалық қабілет// 2008
3. Л.Горбунова Зерттеу туралы білімі, білік дағдысының болуы // 2007
- 4.Беспалко В.П. «Слагаемые педагогической технологии».Педагогика 1989.
- 5.Құдайбергенова К. С. Құзырлылық табиғаты – тұлғаның өздік дамуында. Алматы, 2006 ж

УДК 517.5

Ж.М. Нурмухамедова, Д.М. Нурбаева

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОПЕРАТОРА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ НА КЛАССАХ ЗИГМУНДА В СЛУЧАЕ R^2

(г.Алматы, КазНПУ им. Абая)

Зигмунд класына дифференциалдау операторын қалпына келтірудің қателік бағасы алынды. Зигмунд классы деп Зигмунд кеңістігінен алынған бірлік шарды айтамыз. R^2 кеңістігі қарастырылған. Спектр туралы ақпарат белгілі. Оператор сызықтылығы. Мейер жарықтығының қасиеттері қолданылған.

The rating of error of the operator of differentiation on Zigmund's classes's restoration is received. As a Zigmund's classes we shall name an individual sphere from Zigmund's space. The space R^2 is considered. The information on a spectrum is known. The properties of Mejer's wavelet and operator's linearity are used.

В работе найдена оценка восстановления оператора дифференцирования на классах Зигмунда в случае R^2 .

Напомним общую постановку задачи восстановления (см. [1]). Пусть C – некоторое множество в векторном пространстве X . Про каждый элемент $x \in C$ мы располагаем информацией $I(x)$, где I – отображение из C в другое векторное пространство Y . Информация об элементах из C может быть задана неточно, и поэтому I , вообще говоря, – многозначное отображение. Пусть далее M – нормированное пространство и

$\Lambda: X \rightarrow M$ – линейный оператор. Задача заключается в том, чтобы восстановить по возможности наилучшим образом оператор Λ на классе C в метрике пространства M по имеющейся информации I . Любое отображение $S: Y \rightarrow M$ будем называть методом восстановления. Погрешностью этого метода называется величина

$$e(\Lambda, C, I, S) = \sup_{x \in C} \|\Lambda x - S(I(x))\|_M.$$

Наилучшим восстановлением называется метод S_E , принадлежащий множеству методов $\{S\}$, для которого выполняется условие

$$e(\Lambda, C, I, S_E) = \inf(e(\Lambda, C, I, S) | S \in \{S\}).$$

Введем некоторые обозначения. Пусть $N^2 = N \times N$, $Z^2 = Z \times Z$, $R^2 = R \times R$, где N, Z, R – множества натуральных, целых, вещественных чисел соответственно. Для $x = (x_1, x_2)$, $y = (y_1, y_2) \in R^2$, как обычно, $(x, y) = \sum_{i=1}^2 x_i y_i$ – скалярное произведение. Пусть α – мультииндекс, через $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2$ обозначим его длину. Обозначим

$$L := \frac{\partial^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2}} \quad (1)$$

оператор дифференцирования порядка α .

Будем восстанавливать оператор L (1), на классах Зигмунда $C^1(R^2)$ по информации о спектре (преобразовании Фурье).

Напомним определение пространства Зигмунда (см., например, [2]).

Определение 1. Пространство Гельдера $C^s(R^2)$, $0 < s < 1$, состоит из функций $f \in C(R^2)$ таких, что $\sup_{x \in R^2} |f(x)| < \infty$ и $\sup_{h>0} \frac{\omega(h)}{h^s} < \infty$.

$$C^1(R^2) := \left\{ f \in C(R^2) : \sup_{x \in R} |f(x)| < \infty, \sup_{h>0} \frac{\omega_2(h, f)}{h} < \infty \right\}$$

– класс Зигмунда.

Для $s \in (m, m+1]$, $m \in N$,

$$C^s(R^2) := \{f \in C^m(R^2) : \forall |\alpha| \leq m \quad \partial^\alpha f \in C^{s-m}\}, \quad (2)$$

где ω – модуль непрерывности, ω_2 – модуль гладкости.

Классом Зигмунда будем называть единичный шар из пространства Зигмунда.

Далее приведем определение пространства $C^k H^\omega(R^2)$, где $k \in N$, ω – заданный модуль непрерывности.

Определение 2. Пространство $C^k H^\omega(R^2)$ состоит из всех функций $f: R^2 \rightarrow R^2$, имеющих непрерывную k -ю производную $f^{(k)}$ на R^2 , удовлетворяющую неравенству

$$|f(x) - f(y)| \leq \omega(|x - y|) \quad \forall x, y \in \mathbb{R}^2.$$

Теперь дадим определение кратномасштабного анализа в пространстве $L_2(\mathbb{R}^2)$ ([2]).

Определение 3. Кратномасштабный анализ (КМА) – это последовательность $\{V_j\}_{j \in \mathbb{Z}}$ замкнутых подпространств $L_2(\mathbb{R}^2)$, удовлетворяющая следующим свойствам:

1. $V_j \subset V_{j+1}$;
2. $\overline{\bigcup_{j \in \mathbb{Z}} V_j} = L_2(\mathbb{R}^2)$;
3. $\bigcap_{j \in \mathbb{Z}} V_j = \{0\}$;
4. $f \in V_j \Leftrightarrow f(2^{-j} \cdot) \in V_0$;
5. $f \in V_0 \Leftrightarrow f(\cdot - k) \in V_0$ для любого $k \in \mathbb{Z}$;

существует функция $\varphi \in V_0$ такая, что последовательность $\{\varphi(\cdot - k)\}_{k \in \mathbb{Z}}$ образует базис Рисса в V_0 .

Определение 4. Функция $\psi \in L_2(\mathbb{R})$ порождает базис Рисса, если линейная оболочка $\{\psi_{j,k} | j, k \in \mathbb{Z}\}$ плотна в $L_2(\mathbb{R})$ и существуют положительные константы A и B , $0 < A \leq B < \infty$, такие, что

$$A \|\{c_{j,k}\}\|_{l_2}^2 \leq \left\| \sum_{j,k \in \mathbb{Z}} c_{j,k} \psi_{j,k} \right\|_{l_2}^2 \leq B \|\{c_{j,k}\}\|_{l_2}^2.$$

Основным свойством КМА является возможность построения ортонормированного всплескового базиса $\{\psi_{j,k}\}_{j,k \in \mathbb{Z}}$,

$\psi_{j,k}(x) := 2^{j/2} \psi(2^j x - k)$, такого, что для любой функции f из $L_2(\mathbb{R}^2)$

$$P_{j+1} f = P_j f + \sum_{k \in \mathbb{Z}} \langle f, \psi_{j,k} \rangle \psi_{j,k}.$$

Напомним определение системы всплесков Мейера (см. [3]).

Пусть $\theta(\xi)$ – нечетная бесконечно дифференцируемая функция

$$\theta(\xi) = \begin{cases} \frac{\pi}{4}, & \xi > \frac{\pi}{3} \\ -\frac{\pi}{4}, & \xi < -\frac{\pi}{3} \end{cases},$$

$\lambda(\xi)$ – четная функция такая, что

$$\lambda(\xi) = \begin{cases} \frac{\pi}{4} + \theta(\xi - \pi), & \xi \in \left[\frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3} \right], \\ \frac{\pi}{4} - \theta\left(\frac{\xi}{2} - \pi\right), & \xi \in \left[\frac{4\pi}{3}, \frac{8\pi}{3} \right], \\ 0, & \xi \in \left[0, \frac{2\pi}{3} \right) \cup \left(\frac{8\pi}{3}, \infty \right]. \end{cases}$$

Преобразование Фурье масштабной функции Мейера φ определяется как

$$F(\varphi)(\xi) = \begin{cases} \cos(\lambda(\xi)), & |\xi| \leq \frac{4\pi}{3}, \\ 0, & |\xi| > \frac{4\pi}{3}, \end{cases}$$

откуда

$$\varphi(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{R}^2} \cos(t\xi) \cos(\lambda(\xi)) d\xi.$$

Тогда

$$F(\psi)(\xi) = e^{-i\xi/2} \sin(\lambda(\xi))$$

или

$$\psi(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{R}^2} \cos\left((t - \frac{1}{2})\xi\right) \sin(\lambda(\xi)) d\xi.$$

С помощью операций сдвига и растяжения определяем функции

$$\psi_{j,k}(t) := 2^{j/2} \psi(2^j t - k), \quad j, k \in \mathbb{Z}.$$

Из определения видно, что

$$\text{supp} F(\psi)(\xi) \subset \left[-\frac{4\pi}{3}, \frac{4\pi}{3} \right],$$

Поэтому

$$\text{supp} F(\psi_{j,k})(\xi) \subset \left[-2^j \frac{4\pi}{3}, 2^j \frac{4\pi}{3} \right].$$

Таким образом, всплески Мейера – это целые функции экспоненциального типа. Имеет место следующая теорема (см. [2]).

Теорема А. Пусть $\{V_j\}_{j \in \mathbb{Z}}$ – r - регулярный КМА в $L_2(\mathbb{R}^2)$.

W_j – ортогональное дополнение V_j до V_{j+1} . Тогда существует функция ψ из V_1 со следующими свойствами:

$$\frac{\partial^{|\alpha|} \psi(x)}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2}} \leq C_E (1 + |x|)^{-\sigma},$$

для любого $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, любого $x \in R^2$ и любого $\sigma \geq 1$; $\{\psi(x-k), k \in Z\}$ – является ортонормированным базисом в W_0 .

В качестве метода приближенного восстановления оператора L , определенного в (1), рассмотрим следующий оператор:

$$LS_\sigma[F(f)|_{[-\sigma, \sigma]^2}] = L \left(\sum_{k \in Z^{2n}} c_k(f) \varphi_{0k} + \sum_{e \neq \emptyset} \sum_{j \leq j_\sigma} \sum_{k \in Z^{2n}} c_{jk}^e(f) \psi_{jk}^e \right),$$

на классе Зигмунда $C^1(R^2)$.

Теорема. Для метода восстановления $LS_\sigma[F(f)|_{[-\sigma, \sigma]^2}]$ оператора дифференцирования на классах Зигмунда справедлива оценка:

$$\|L(f - LS_\sigma[F(f)|_{[-\sigma, \sigma]^2}])\|_{C^1(R^2)} < 2^{-j_\sigma s}.$$

Доказательство.

В силу линейности оператора L , теоремы А, имеем:

$$\begin{aligned} \|(Lf - LS_\sigma f)\| &= \|L(f - S_\sigma f)\| = \left\| L \left(\sum_{\lambda \in U_{j \geq j_\sigma} \Delta_j} \alpha \psi_\lambda(x) \right) \right\| = \\ &= \left\| \sum_{\lambda \in U_{j \geq j_\sigma} \Delta_j} \alpha L \psi_\lambda(x) \right\| \leq \sum_{\lambda \in U_{j \geq j_\sigma} \Delta_j} |\alpha| \|L \psi_\lambda(x)\| = \\ &= \sum_{\lambda \in U_{j \geq j_\sigma} \Delta_j} |\alpha| \|L 2^j \psi_l(2^j x - k)\| = |2^j x - k =: y| \leq \\ &\leq \sum_{\lambda \in U_{j \geq j_\sigma} \Delta_j} |\alpha| \|2^j (1 + |2^j x - k|)^{-N}\| \leq \\ &\leq \sum_{j \geq j_\sigma} 2^j \sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} |\alpha| \leq \sum_{j \geq j_\sigma} 2^j \sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} \\ &= \sum_{i=1}^{2^2-1} 2^{-j} 2^{-js} = \sum_{j \geq j_\sigma} 2^j 2^{-j} 2^{-js} \sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} = \\ &= \sum_{j \geq j_\sigma} 2^{-js} \sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} \leq \left(\sum_{j \geq j_\sigma} 2^{-js} \right) \left(\sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} \right) = \\ &= \frac{2^{-j_\sigma s}}{1 - 2^{-s}} \sum_{k \in Z^2} (1 + |k|)^{-N} \ll 2^{-j_\sigma s}. \end{aligned}$$

При доказательстве данной теоремы нами использованы свойства всплесков Мейера, линейность восстанавливаемого оператора и теорема А.

1. Женсыкбаев А.А. Сплайны в задачах восстановления. Алматы, КазгосИНТИ, 2001. 252 с.

2. Новиков И.Я., Стечкин С.Б. Основы теории всплесков// Успехи мат. наук. 1998. Т.53. вып.6(324). с. 54-128.
3. Meyer Y. Wavelets and operators. Cambridge Univ. Press, 1992.

ӘОЖ 371.91:372.86

Ғ.К. Орманова, И.Б. Усембаева

КРЕДИТТІК ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІ ЖАҒДАЙЫНДА ТЕХНИКАЛЫҚ МАМАНДЫҚТАРДА ОҚЫТЫЛАТЫН ФИЗИКА ПӘНІНІҢ ОҚУ ҮДЕРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

(Түркістан қ., А.Ясауи атындағы ХҚТУ)

Курс физики является основным базовым предметом для подготовки специалистов инженерно-технического профиля. В статье исследованы возможности кредитной системы обучения, его теперешнее состояние в формировании познавательной деятельности будущих специалистов. Определены основные направления организации учебного процесса. Рассматривается методика организации учебного процесса по курсу физики в условиях кредитной технологии обучения. Предприняты попытки раскрытия содержания каждого компонента указанной методики.

The physics course is the basic base subject for preparation of experts of a technical profile. In article possibilities of credit system of training, its present condition in formation of informative activity of the future experts are investigated. The basic directions of the organization of educational process are defined. The technique of the organization of educational process at the rate physicists in the conditions of credit technology of training is considered. Attempts of disclosing of the maintenance of each component of the specified technique are undertaken.

Еліміздегі әлеуметтік-экономикалық салада болып жатқан түбегейлі өзгерістер мен нарықтық қатынастар ЖОО–ның алдына болашақ мамандарды кәсіби іс-әрекетінде өздігінен шығармашылықпен еңбектене алатындай етіп даярлау, оларды іс-әрекет объектісінен оның субъектісіне айналдыру, яғни оның бойында белсенді түрде өз бетімен жұмыс істей білу мен өзін-өзі басқаруды, өзіндік дамуды және өзін таныта білуді қалыптастыру мақсатын қойып отыр. Өйткені, болашақ маманның шығармашылықпен жұмыс істеп, өздігінен шешім қабылдай алуы жеке фирмалар мен мекемелердің өндірістік және ғылыми-техникалық әрекеттеріне және олардың өзара бәсекелестікке төтеп беруіне әсерін тигізеді.

Жоғары оқу орнындағы оқыту мәселесі студенттерден оқу іс- әрекетін өз бетімен ұйымдастыру іскерліктерін талап етеді. Мұндай әрекетті қалыптастырудың мәні студент белсенді тұлғалық ұстаным жасай алатындай және оқу әрекетінің субъектісі ретінде өзін ашатындай жағдай жасау болып табылады.

Ғалым педагог Р.С.Омарова өз зерттеулерінде студенттердің танымдық іс-әрекет құрылымын: *танымдық қызығушылықтан, танымдық белсенділік, танымдық ізденімпаздық және шығармашылық әрекеттен* тұрады деп жіктейді. Ол «Студент қоғам өмірінде маңызды кәсіптік қызметке дайындалып жатқандықтан, оның оқу - танымдық әрекеті болашақ кәсіби әрекетінің дидактикалық бейнесі болуы керек. Сондықтан студенттің іс-әрекеті кәсіби бағытталған, ал оның әлеуметтік және танымдық белсенділігі оның өмірлік жолын анықтаудағы ұмтылысы болып табылады», – деп жазады [1].

Техникалық мамандық студенттерінің болашақта өз ісінің шебері болуы үшін олардың техникалық ойлау мәдениетін қалыптастыратын, күрделі физика-техникалық үдерістерді, кинематикалық және электротехникалық схемаларды талдай білуге, техникалық диагноз және болжам есептерін шығара білуге т.б. үйрету керек. Физика – қазіргі заманғы техниканың ғылыми негізі. Электроника, автоматика, радиотехника және техниканың басқа да көптеген салалары физиканың сәйкес бөлімдерінен өрістеп дамыған.

Физика курсы кез-келген профиль бойынша жоғары техникалық оқу орнын бітіруші мамандардың, атап айтқанда инженерлік-құрылыс, электроэнергетикалық, ақпараттық жүйелер, автоматтандыру және басқару қызметінің негізгі базалық міндетін атқарады. Болашақ мамандардың танымдық іс-әрекеттерін кредиттік оқыту жүйесі жағдайында қалыптастырудың бүгінгі жағдайы мен мүмкіндіктерін теориялық, ғылыми-әдістемелік тұрғыда зерделей отырып, кредиттік оқыту жүйесі жағдайында оқу үдерісін ұйымдастыру бағыттарын айқындадық (Сурет 1).

Енді осы бағыттардың әр компонентіне жеке тоқталайық:

1. Жоғары оқу орнында әр пәнді оқытудың өзіндік мақсаты болады. Мысалы, жалпы білім беретін пәндер қатарына жататын физика пәнін оқытудың мақсаты – студенттердің классикалық және қазіргі заманғы физика пәні теорияларының іргелі заңдарын, сондай-ақ физика пәнін зерттеулердің әдістерін пайдалану дағдылары мен біліктерін қалыптастыру; студенттердің шығармашылық ойлауы мен ғылыми көзқарасын, өзіндік танымдық іс-әрекетінің дағдыларын; студенттердің әлемдегі қазіргі ғылыми-жаратылыс болмысы туралы түсінігін қалыптастыру; студенттерді қазіргі заманғы физика пәнінің әлемдік сипатымен таныстыру және оларға дүние танудың ғылыми көзқарасын қалыптастыру; студенттерге

теориялық және қазіргі физика пәнінің негізгі заңдарын пайдалана білу шеберлігін, сондай-ақ профессионалдық қызметтің негізгі жүйесі ретінде физика пәнінің зерттеу әдісін игеретін деңгейде білім беру. Осы мақсатқа жету физика пәнін оқытудың *міндеттерінде* нақтыланады:

- классикалық және қазіргі физиканың теорияларын, заңдарын олардың ішкі ара байланыстарын, бір тұтастығын т.б. көріністерінің негізгі мән мағынасымен таныстыру, сондай-ақ болашақ техника мамандары үшін физика-техникалық ұғымдар мен құбылыстарды және олардың заңдарын игеріп, белгілі жағдайда тиімді пайдалана білудің қаншалықты маңызды екендігіне көз жеткізу.

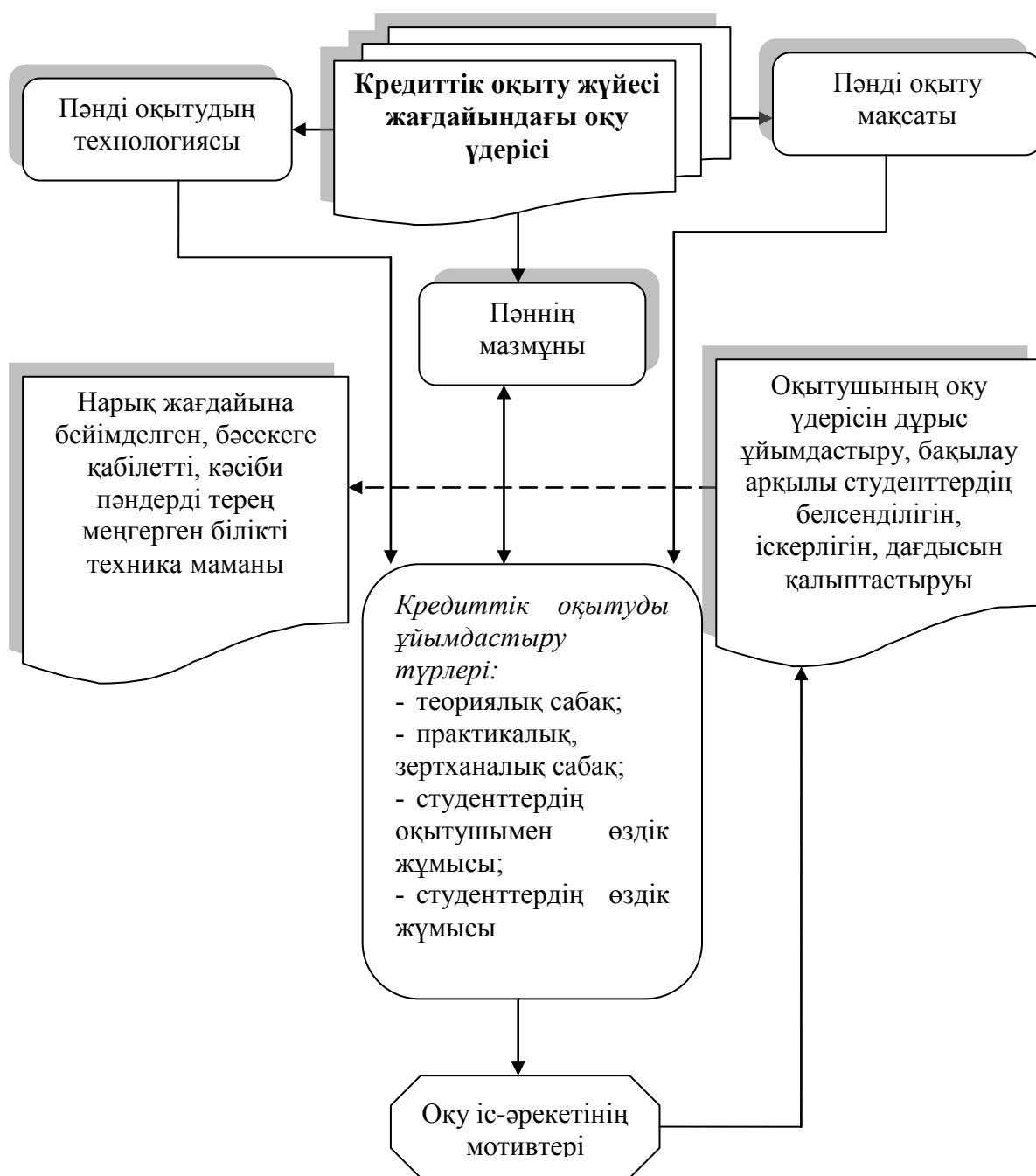
- студенттерді, профессионалдық проблемаларды шешудің негізі болып табылатын физика-техникалық пәндердің әр түрлі салаларына қатысты мәселелерді (теориялық және эксперименталдық оқу проблемасы) шешуге дағдыландыру.

- студенттерді эксперименталдық немесе теориялық зерттеу әдістері арқылы алынған нәтижелердің дұрыстығының дәрежесін анықтауға дағдыландыру.

- студенттердің физикалық құбылыстардың моделін компьютер арқылы жасау, табиғи құбылыстарды өз бетімен танып білу, творчестволық ойлау жүйесін дамытуға жол ашу.

- студенттерді қазіргі өлшеу аспаптарымен таныстыру, эксперименттік зерттеулерді жүргізу, нәтижелерді өңдеу дағдысы мен іскерлігін жетілдіру, болашақ мамандығына байланысты қолданбалы мәселелердің нақты физикалық мағанасын танып білуге үйрету.

- физика пәні курсы қарастырып отырған материалының мазмұны және логикалық құрылымы жоғарыда аталған міндеттер мен мақсаттарға толық сәйкес келуі тиіс.



2. Келесі компонент **пәннің мазмұны** болып табылады. Практикалық бағыттағы пән болғандықтан физика пәнінен алған білімдерін студенттер болашақ кәсібінде қолдана білуді үйренеді. Мамандықтарға арналған мемлекеттік білім беру стандарттарында физика пәні бойынша берілетін білім мазмұны, студенттердің білімі мен біліктілігіне, дағдыларына қойылатын талаптар анықталған.

Техникалық мамандықтарға арналған ҚР МЖМБС 07.08.671-2004, ҚР МЖМБС 3.08.345-2006, ҚР МЖМБС 3. 08.356-2006, ҚР МЖМБС 3.08.341 - 2006, ҚР МЖМБС 3.08.-329 - стандарттарында анықталған *пәннің мазмұны* физика пәнінің негізгі ұғымдарын қамтиды. Механиканың сақталу заңдарының негізінде жұмыс және энергия анықталады; материяның кинетикалық теориясы енгізіледі де, содан кейін оның агрегаттық күйлері қарастырылады; өрістің түрлері жеке-жеке талданылады; физикалық заңдардың адам өмірінде алатын орны айтылады; радиоэлектронды құрылғылардың элементтік негіздері; қарапайым аналогтық және цифрлық

құрылғылардың жұмыс істеу принципі; физика-техникалық процестер, радиоэлектрондық өлшеу әдістерінің құрылымы және принциптері; информацияны өндеу және жеткізу; радиоэлектрондық аспаптарды нақтылы физика-техникалық эксперименттерде қолдана білу проблемалары қамтылады; «Дүниенің физикалық суреттемесі туралы» қазіргі түсініктер қарастырылады.

3. Проблемалық оқыту, диалогтық, пікірталас, ойын, тренинг және виртуалды жұмыстар пәнді оқыту технологиясы компонентінің құрамына кіреді.

Оқыту технологиясы – жүйелік категория, оның құрамына оқыту мақсаты, мазмұны, оқыту құралы мен мотивация, студент пен оқытушы, олардың іс-әрекет нәтижесі (кәсіби дайындық деңгейі) кіреді. Оқыту технологиясы оқыту үдерісін ұйымдастыру, басқару және бақылаудан тұрады.

ЖОО-да қойылған мақсатқа байланысты *оқыту технологиясы* үш деңгейде болуы мүмкін: жоғары мектеп педагогикасының деңгейі – мамандарды даярлау технологиясы; жоғары мектеп дидактикасының деңгейі – мамандарды оқыту технологиясы; жоғары мектепте жеке пәндерді оқытудың әдістемелерінің деңгейі – жеке пәнді оқыту технологиясы.

Қазақстан Республикасының 2015 жылға дейінгі білім беруді дамыту тұжырымдамасында: “Жоғарғы білімді дамытудың негізгі үрдісі мамандар даярлау сапасын арттыру, қарқынды ғылыми-зерттеу қызметімен ықпалдастырылған инновациялық білімді дамыту, білім беру мен ақпараттық технологияларды жетілдіру болып табылады”, - деп атап көрсетілген [2].

Қазіргі күні инновация деп көбінесе жаңа технологияларды, әдістер мен құралдарды жасау және қолдануды айтса, сонымен бірге жаңа идеяларды, процестерді бірлікте жетілдірудің де жүйесі. Сондықтан, оқыту мен тәрбиедегі жаңа технология инновациялық идеяларды енгізу, жаңарту нысаны болып табылады.

Инновация өзінің даму барысында белгілі бір өмірлік даму сатыларынан тұрады:

- жаңа идеяның пайда болуы;
- мақсат қоюшылық;
- тарату және жойылу [3,4].

4. XXI ғасырда болашақ мамандарды даярлау, олардың кәсіби бейімделуін қалыптастыру мәселелері – кезек күттірмейтін өзекті қоғам талабы. Кредиттік оқыту технологиясының ендірілуіне байланысты білім берудің жаңа парадигмалары енді «өзін-өзі дамыту», «оқу бәрі үшін және өмір бойына» және «оқу – қалай оқуыңа», болды. Бұл – кредиттік жүйеде енді оқытушының өзіндік жұмысқа аса маңыз беріп, оны ұйымдастырудың алуан түрлері мен жолдарын студентке көрсете отырып, студенттің танымдық әрекетінің ұйымдастырушысы болуы керектігін білдіреді. Кредиттік оқыту жүйесіндегі оқу үдерісінде студент енді жай объектіден әрекет субъектісіне айналды.

Осыған байланысты **теориялық, практикалық және зертханалық** сабақтарды ұйымдастыру барысында студенттердің танымдық іс-әрекетін қалыптастырудың тиімді әдістемесін іздестіру қажет. Аталған сабақ түрлерін кредиттік оқыту жағдайына оңтайландыру үшін, теориялық сабақты жүргізудің дәстүрлі таңдамалы әдістерін инновациялық технология әдістерімен шеберлікпен ұштастыра білу керек. Студенттердің кәсіби қызығушылығын арттыру үшін *теориялық сабақ* барысында жаңа ақпарат құралдарын барынша тиімді қолдану, электрондық оқу құралдарын пайдалану, *практикалық сабақтарда* кәсіпке бағдарланған есептерді шығару, студенттердің өзіндік белсенділігін арттыратын бірнеше жолмен шығатын есептерді қолдану және есептерді шығаруда анимациялық эффектілерді қолдану танымдық іс-әрекеттерді қалыптастыруды тиімділейді. Ал *зертханалық жұмыстарды* жасауда қажетті құрал-жабдықтардың жетіспеушілігін жеңілдететін және студенттердің

уақытын үнемдейтін виртуальді жұмыстарды орындау ұтымды болады. Оқытудың проблемалық, дебат, пікірсайыс, «ми штурмы» сияқты диалогтық әдістері, түрлі тренингтер, рөлдік, ұйымдастырушылық, іскер іс-әрекет ойындары, болашақ мамандарға түрлі жағдаяттарды сезінуге, түсінуге, әр-алуан мәселелердің мәнісіне бойлап, оны шешудің түрлі жолдарын таба білуге үйретеді. Диалогтық әдіс арқылы оқытушы мен студенттер арасында субъект-субъект қатынасы орнайды, олардың тұлғасының өсуіне, өзін-өзі тануына, өзін-өзі анықтауына жағдай жасауға мүмкіндік береді. Диалог барысында тұлғалар арасында өзара сенім артады, қалтқысыздық, шынайылық орнап, өзара бірін-бірі дамыту, бірін-бірі өзгерту бағдары қалыптасады [5].

5. Студенттің өзіндік жұмысына (СӨЖ) ерекше екпін жасау қажеттігі мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарында да айтылған.

Студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру жоғары оқу орнының негізгі нормативтік құжаттарына, соның ішінде, оқу жоспарларына, жұмыс бағдарламаларына, курс бөлімдерін өз алдына оқуға арналған материалдарға сәйкес жүзеге асырылады. Кредиттік жүйе бойынша оқытын студенттердің өзіндік жұмысы курстың жалпы еңбек сыйымдылығының 70 пайызын құрауы тиіс.

Кредиттік оқыту негізінде білім алушының өзіндік жұмысының оқытушы жетекшілігімен және оқытушы қатысуынсыз жасайтын өзіндік жұмысы болып жіктелуі бұл ұғымның мәніне, студенттің өзіндік жұмысының түрлерінің мазмұнына және ұйымдастырылуына жаңаша қарауды талап етеді. СӨЖ – білім алушылардың аудиториялық сабақтарда өтілген материалдар жөніндегі білімін толықтыру және кеңейту мақсатында студенттің аудиториядан тыс жұмыс істеуін қарастыратын бақылаудан тұрады.

6. Студенттердің оқытушының басшылығымен жасайтын өзіндік жұмысы (ОБСӨЖ) – сабақ кестесіне көрсетіліп, оқытушының жетекшілігімен аудиторияда жасайтын жұмысы. Кредиттік оқыту жүйесінде бакалавриатта оқытушының басшылығымен жүргізілетін әр 1 аудиториялық сағатқа 2 сағат өзіндік жұмыс (оқытушы қатысуынсыз және оқытушы басқаруымен жүргізілетін СӨЖ) қоса жүргізіледі.

ОБСӨЖ – арнайы белгіленген уақытта алдарына қойылған дидактикалық мақсатты орындау үшін оқытушының ұйымдастыруымен жүретін білімді іздеуге, оны ұғыну, бекіту, біліктіліктері мен дағдыларын қалыптастыру және дамыту, алған білімдерді жинақтау және жүйелеуге бағытталған студенттердің іс-әрекеті. Ол әр пән бойынша өту мерзімі, уақыты, тьюторлар мен аудиториясы көрсетіліп, барлық академиялық кезең бойы графикке сәйкес жүргізіледі. Тьютор студенттің ағымдық рейтингісіне сәйкес оның ОБСӨЖ сабақтарына қатысуын, жекелей консультация алуын реттеп отырады [6].

Сабақ кестесіне енген ОБСӨЖ пәннің оқу материалын қосымша оқуға бағытталады, онда студентке өзіндік жұмыстың тапсырмалары беріліп, үй тапсырмаларын, курстық жобаларды (жұмыстарды), семестрлік және бақылау жұмыстарын, есептерді және СӨЖ-дің басқа да тапсырмаларының түрлерін орындау туралы консультация беріледі, оларға бақылау, тексеру жасалады, интерактивті сабақ түрлері жүргізіледі. Дайындық деңгейін арттыру үшін ағымдық рейтингі төмен студенттерге немесе пән бойынша берілген тапсырмаларды орындауда қосымша әдістемелік көмек қажет еткендерге консультациялар беріледі. ОБСӨЖ сабақтары консультативтік және интерактивтік формада болуы мүмкін, ол формалар оқу курсының қиындығына, оған бөлінген аудиториялық сағат санына, студенттердің дайындық деңгейлеріне байланысты анықталады. ОБСӨЖ-дің тақырыптары, тапсырмалары, жүргізу формалары, сағат көлемі пәннің силлабусында сипатталады.

Психология және педагогика ғылымдарының түрлі зерттеу нәтижелері кез - келген әрекеттің студенттің тұлғалық ерекшеліктері мен мотивациясын ескермей дұрыс нәтижеге жетуі мүмкін еместігін көрсетеді. Әр студенттің жеке тұлғасының дамуына ықпал жасау үшін оқытушы мен студент бірлесіп жұмыс істейтіндей өзара бірлесе әрекет ету мен қатынастар жүйесі орнатылуы қажет. Тек сонда ғана оң мотивация туындайды.

7. Мотивация – адамның тұтастай мінез-құлқын анықтайтын мақсат, қажеттілік, құндылық, уәж, ұмтылыс және идеал сияқты психикалық сәттердің жиынтығы. Олар жеке тұлғаны белгілі бір іс-әрекетке жұмылдырып, оның бойында өзін-өзі білуге, өзін объективті бағалауға қажеттілік туғызумен сипатталады және оқу үдерісінде студенттің өзіне көңілі толу немесе көңілі толмау сияқты эмоциялары туады. Сондықтан, студенттің танымдық іс-әрекетін белсендіру үшін оның тұлғасының оң мотивациялық жағдай туғызу қажет. Жеке тұлғаның мотивациялық сферасы мақсат, қажеттілік, қызығушылық және уәжден (мотив) тұрады. Қажеттілікке байланысты қайсыбір уәждер туындап, қалыптасып, дамып жатса, енді бірі жойылып жатады.

Әрекет үдерісінде студенттің тұрақты қызығушылығы, өз әрекетінің уәжін ұғынып, мойындауы және оқуға деген қызығушылығын, ынтасын өзім басқаруым қажет деген оның ішкі талпыныстары ең күшті мотивация болып табылады. Қызығушылықты қалыптастыру әуелі оқу-танымдық қызығушылықтан басталып, біртіндеп теориялық қызығушылыққа ауысады, соңында кәсіби қызығушылықпен аяқталады. Танымдық іс-әрекетті қалыптастыру тұрақты мотивацияға, яғни нәтижеге жетуге қызығушылыққа, соған мүдделі болуға байланысты. Студент мотивацияларының түрлері сыртқы, ішкі және процессуалды болып жіктеледі [7].

Танымдық іс-әрекетті қалыптастырудың маңызды әрі оған қажет екендігіне студентті психологиялық жағынан, әрі кәсіби дайындық, әрі маманның ой-өрісін, эрудициясын кеңейту тұрғысынан даярлау қажет. Оның нәтижесі лекция материалын, зертханалық жұмыстарды тереңірек ұғуына көмектесетініне және болашақ кәсібіне қажет болатынына студенттің көзін жеткізу қажет. Белгілі жағдайлар мен мотивацияның деңгейі үйлескен жағдайда білім сапасының артуымен сипатталатын студенттердің танымдық белсенділігі жоғары болады.

- 1 Омарова Р.С. Жоғары оқу орындарында студенттердің танымдық ізденімпаздығын қалыптастыру. П.ғ.к. ...дисс. - Алматы, 2002.
- 2 Қазақстан Республикасының 2015 жылға дейінгі білім беруді дамыту тұжырымдамасы // Жоғары мектеп. – 2004. – № 1. – Б. 5-8.
- 3 Кларин М.В. Педагогическая технология в учебном процессе. – М.: Знание, 1989. – 80 с.
- 4 Савельев А.Я. Технологии обучения и их роль в реформе высшего образования. // Высшее образование России. 1994, №2.- С.29-37.
- 5 Орманова Г.К., Кабылбеков К.А. Формирование и повышение устойчивого интереса студентов к физике путем проблемного изложения материала и использования профессионально ориентированных задач // Высшая школа Казахстана, Алматы, 2007. №2. – С. 170-175
- 6 Орманова Г.К. Опыт использования современных технологий обучения для организации самостоятельной работы по физике студентов, обучающихся по кредитной системе // Международная научно-практическая конференция «Аманжоловские чтения-2007», Усть-Каменогорск.-2007.-С.313-319.
- 7 Абылкасымова А.Е. Познавательная самостоятельность в учебной деятельности студента / Учебное пособие. – Алматы: Санат, 1998. – 160 с.