



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ЖАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

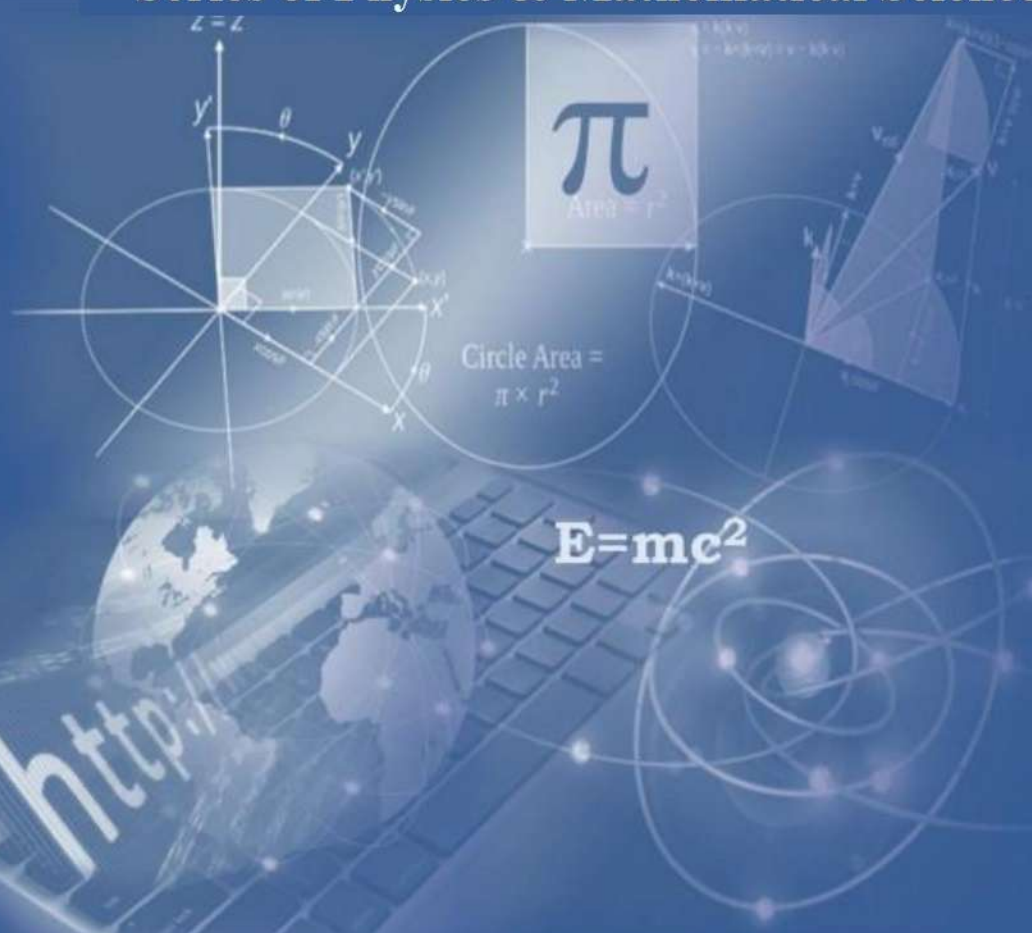
«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»

Series of Physics & Mathematical Sciences

№ 2(74)

2021



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

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

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№2(74)

Алматы, 2021

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ
«Физика-математика ғылымдары»
сериясы №2 (74), 2021 ж.

Бас редактор:
ф.-м.ғ.д. М.А. Бектемесов

Редакция алқасы:

Бас ред.орынбасары:
т.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі Г.Уалиев,
п.ғ.д., **Е.Ы. Бидайбеков**,
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі **В.Н. Косов**,
ф.-м.ғ.к. **М.Ж. Бекпатшаев**

Жауапты хатшылар:
п.ғ.к. **Ш.Т. Шекербекова**,
п.ғ.к. **Г.А. Абдулкаримова**

Редакциялық алқа мүшелері:
Dr.Sci. **К.Алиман** (Japan),
Phd.d. **А.Сабата** (Spain),
Phd.d. **Е.Ковачева** (Bulgaria),
Phd.d. **М.Ружанский** (England),
п.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
А.Е. Абылқасымов,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі **Е.Амиргалиев**,
ф.-м.ғ.д. **А.С. Бердышев**,
т.ғ.д. **С.Г. Григорьев** (Ресей),
п.ғ.д. **В.В. Гриншкун** (Ресей),
ф.-м.ғ.д. **С.И. Кабанихин** (Ресей),
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
М.Н. Калимолдаев,
ф.-м.ғ.д. **Ф.Ф. Комаров**
(Республика Беларусь),
т.ғ.д. **М.К. Кулбек**,
п.ғ.д. **М.П. Лапчик** (Ресей),
ф.-м.ғ.д. **В.М. Лисицин** (Ресей),
п.ғ.д. **Э.М. Мамбетакунов**
(Қырғыз Республикасы),
ф.-м.ғ.д. **С.Т. Мухамбетжанов**,
п.ғ.д. **Н.И. Пак** (Ресей),
ф.-м.ғ.д. **С.Қ. Сахиев**,
п.ғ.д. **Б.Д. Сыдықов**,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі **А.К. Тулешов**,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі **З.Г. Уалиев**,
т.ғ.к. **Ш.И. Хамраев**

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2021

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

Басуға 30.06.2021 қол қойылды
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 25,5 е.б.т.
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 90.

050010, Алматы қаласы,
Достық даңғылы, 13
Абай атындағы ҚазҰПУ-ің “Ұлағат” баспасы

М а з м ұ н ы
С о д е р ж а н и е
C o n t e n t

МАТЕМАТИКА
MATHEMATICS

Kasenov S.E., Temirbekov A.N., Satybaev A.ZH., Temirbekova L.N. Application of the fictitious domain method for ordinary differential equations..... 5

ФИЗИКА
PHYSICS

Баяхметов О.С., Сахиев С.К., Померанцев В.Н. Свойства легких ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ в рамках трехкластерной модели..... 13

Баяхметов О.С., Сахиев С.К., Померанцев В.Н. Статические свойства ядра ${}^6\text{Li}$ в трехкластерной модели 19

ИНФОРМАТИКА
COMPUTER SCIENCE

Рахимова Д.Р., К. Ә. Жақыпбаева Машиналық оқытуға негізделген Post Editing моделін ағылшын-қазақ аудармасы үшін пайдаланудың негізгі мәселелері..... 25

Муханбет А.А., Б.С. Дарибаев, Е.С.Нурахов Нейрондық желілерді қолдана отырып, мұнайды ығыстыру мәселесін шешу..... 32

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКАНЫ
ОҚИТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ,
ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS, PHYSICS
AND INFORMATICS

Ахметов Б.С., Карлов И.А., Жилкишбаев А.А., Серикбаев Т.К. Анализ международного опыта разработки и использования моделей цифровой трансформации организаций высшего образования 39

Дудышева Е.В., Лопаткин Н.Н. Практико-ориентированный модуль робототехники в профильной подготовке учителей физики и информатики 49

Сыдыхов Б.Д., Ыдырысбаев Д.У., Батырхан З.Ә. Білім беруді цифрландыру жағдайында виртуалдау технологияларын қолдану 61

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№ 2 (74), 2021 г.

Главный редактор:
д.ф.-м.н. Бектемесов М.А.

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:
д.ф.-м.н., академик НАН РК Уалиев Г.,
д.п.н. Бидайбеков Е.Ы.,
д.ф.-м.н., член-корр. НАН РК Косов В.Н.,
к.ф.-м.н. Бекпатшаев М.Ж.

Ответ. секретари:
к.п.н. Шекербекова Ш.Т.,
к.п.н. Абдулкаримова Г.А.

Члены редколлегии:
Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),
Phd.d. Cabada A. (Spain),
Phd.d Kovatcheva E. (Bulgaria),
Phd.d. Ruzhansky M. (England),
д.п.н., академик НАН РК Абылкасымова А.Е.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Амиргалиев Е.,
д.ф.-м.н. Бердышев А.С.,
д.т.н. Григорьев С.Г. (Россия),
д.п.н. Гриншкун В.В. (Россия),
д.ф.-м.н. Кабанихин С.И. (Россия),
д.ф.-м.н., академик НАН РК
Калимолдаев М.Н.,
д.ф.-м.н. Комаров Ф.Ф.
(Республика Беларусь),
д.т.н. Кулбек М.К.,
д.п.н. Лапчик М.П. (Россия),
д.ф.-м.н. Лисицин В.М. (Россия),
д.п.н. Мамбетакунов Э.М.
(Киргизская Республика),
д.ф.-м.н. Мухамбетжанов С.Т.,
д.п.н. Пак Н.И. (Россия),
д.ф.-м.н. Сахиев С.Қ.,
д.п.н. Сыдықов Б.Д.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Тулешов А.К.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Уалиев З.Г.,
к.т.н. Хамраев Ш.И.

© Казахский национальный педагогический
университет им. Абая, 2021

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

Подписано в печать 30.06.2021.
Формат 60x84 1/8. Об. 25,5 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 90.

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

Усеинов Б.М., Солодовник А.А., Дьяченко Л.А., 68
Баянова Е.Н. Методические аспекты преподавания физики в
современной школе в условиях очного и дистанционного
обучения

Шекербекова Ш.Т., Абдулкаримова Г.А., Арынова Г.С.,
Ербол А. Білім беру робототехникасын оқыту барысында
болашақ информатика мұғалімдерінің жобалық іс-әрекетін
ұйымдастыру 77

**Abai Kazakh National
Pedagogical University**

BULLETIN
Ser. Physics & Mathematical Sciences

№ 2 (74), 2021.

Editor-in-Chief
Dr. Sci. **Bektemesov M.A.**

Deputy Editor-in-Chief:
Dr. Sci., Academician of NAS RK **Ualiyev G.,**
Dr. Sci. (Ped.), **Bidaibekov Ye.Y.,**
Dr. Sci., Corresponding member
of the NAS of RK **Kosov V.N.,**
Cand.Sci. **Bekpatshayev M.Zh.**

Responsible editorial secretary:
Cand. Sci. (Ped.) **Shekerbekova Sh.**
Cand. Sci. (Ped.) **Abdulkarimova G.A.**

Editorial board:
Dr.Sci. **Alimhan K.** (Japan),
Phd.d. **Cabada A.** (Spain),
Phd.d **Kovatcheva E.** (Bulgaria),
Phd.d. **Ruzhansky M.** (England),
Dr. Sci. (Ped.), Academician NAS of RK
Abylkasymova A.Ye.,
Dr.Sci.(Engineering), Corresponding member
of the NAS of RK **Amirgaliyev Ye.,**
Dr. Sci. **Berdyshev A.S.**
Dr.Sci. **Grigoriev S.G.** (Russia),
Dr.Sci. **Grinshkun V.V.** (Russia),
Dr.Sc. **Kabanikhin S.I.** (Russia),
Dr. Sci., Academician of the NAS of RK
Kalimoldayev M.N.,
Dr. Sci. **Komarov F.F.,** (Republic of Belarus),
Dr.Sci.(Engineering) **Kulbek M.K.,**
Dr. Sci. (Ped.) **Lapchik MP** (Russia),
Dr. Sci. **Lisicin V.M.** (Russia),
Dr. Sci. (Ped.) **Mambetkunov E.M.**
(Kyrgyz Republic),
Dr. Sci. **Mukhambetzhano S.T.,**
Dr. Sci. (Ped.) **Pak N.I.** (Russia),
Dr.Sc. **Sakhiev S.K.,**
Dr. Sci. (Ped.) **Sydykov B.D.,**
Dr.Sci.(Engineering), Corresponding member
of the NAS of RK **Tuleshov A.K.,**
Dr. Sci., Corresponding member
of the NAS of RK **Ualiyev Z.G.,**
Cand. Sci. **Khamraev Sh.I.**

© **Abai Kazakh National Pedagogical
University, 2021**

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

Signed to print 30/06/2021
Format 60x84 1/8. Vol. 25,5 p.
Printing 300 copies. Order 90.

Publishing and Editorial:
050010, 13 Dostyk av., Almaty, Kazakhstan
Publisher "Ulagat" Abai KazNPU

МАТЕМАТИКА MATHEMATICS

УДК 519.6
МРНТИ 27.41.19

<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.01>

APPLICATION OF THE FICTITIOUS DOMAIN METHOD FOR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Kasenov S.E.¹, Temirbekov A.N.¹, Satybaev A.ZH.², Temirbekova L.N.³

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan

³Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

**e-mail: syrym.kasenov@gmail.com*

Abstract

The article shows the ways of applying the method of fictitious domains in solving problems for ordinary differential equations. In the introduction, a small review of the literature on this method, as well as methods for the numerical solution of these problems, is made. The problem statement for the method of fictitious domains for ordinary differential equations is considered. Further, the inequality of estimates was shown. The solution of the auxiliary problem approximates the solution of the original problem with a certain accuracy. The inequality of estimates is obtained in the class of generalized solutions. For the purpose of visual application of the fictitious domain method in problems, a boundary value problem for a one-dimensional nonlinear ordinary differential equation is considered. The problem was written in the form of a difference scheme and led to a solution using the sweep method. In the numerical solution of the problem, numerical calculations were carried out for various values of the parameter included in the auxiliary problem, based on the method of fictitious domains. The numbers of iterations, execution time, and graphs of these calculations are presented and analyzed.

Keywords: fictitious domain method, solution estimation, sweep method, second-order nonlinear differential equation, numerical calculations.

Аңдатпа

ЖАЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ЖАЛҒАН АЙМАҚТАР ӘДІСІНІҢ ҚОЛДАНУЫ

С.Е. Касенов¹, А.Н. Темирбеков¹, А.Ж. Сатыбаев², Л.Н. Темирбекова³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Ош технологиялық университет, Ош қ., Қырғызстан

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Мақалада жай дифференциалдық теңдеулер үшін жалған аймақтар әдісін есептерді шығаруда қолдану жолдары көрсетілген. Кіріспеде осы әдіс бойынша әдебиеттерге, сондай-ақ осы мәселелерді сандық шешу әдістеріне шағын шолу жасалды. Жай дифференциалдық теңдеулер үшін жалған аймақтар үшін есептің қойылымы қарастырылды. Ары қарай жалған аймақтар әдісі бойынша көмекші есептің қойылымын толық келтіре отырып, көмекші есеп шешімі бастапқы есеп шешімін белгілі бір дәлдікпен жуықтайтынын бағалау теңсіздігі арқылы көрсетілді. Бағалау теңсіздігі жалпыланған шешімдер класында алынды. Жалған аймақ әдісінің есептерде нақты қолдануы көрсету мақсатында бірөлшемді сызықты емес жай дифференциалдық теңдеуі үшін шекаралық есебі қарастырылды. Есепті айырымдық сұлба түрінде жазылып, қуалау әдісі бойынша шешуге келтірілді. Есепті сандық шешу барасында жалған аймақтар әдісіне негізделген көмекші есепке кіретін параметрдің әртүрлі мәндері үшін сандық есептеулер жүргізілді. Сол есептеулердің итерация саны, орындалу уақыты және графиктері келтіріліп салыстырылды.

Түйін сөздер: жалған аймақ әдісі, шешімді бағалау, қуалау әдісі, екінші ретті сызықты емес дифференциалдық теңдеу, сандық есептеулер.

Аннотация

С.Е. Касенов¹, А.Н. Темирбеков¹, А.Дж. Сатыбаев², Л.Н. Темирбекова³

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Ошский технологический университет, г.Ош, Кыргызстан

³Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФИКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В статье показаны способы применения метода фиктивных областей при решении задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. В введении сделан небольшой обзор литературы по данному методу, а также методам численного решения этих задач. Рассмотрено постановка задачи для метода фиктивных областей для обыкновенных дифференциальных уравнений. Далее было показано неравенство оценок решение вспомогательной задачи с определенной точностью приближает решение исходной задачи. Неравенство оценок получено в классе обобщенных решений. С целью наглядного применения метода фиктивных области в задачах рассмотрена граничная задача для одномерного нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения. Задачу записали в виде разностной схемы и привели к решению по методу прогонки. При численном решении задачи были проведены численные расчеты для различных значений параметра, входящего в вспомогательную задачу, на основе метода фиктивных областей. Приведены и анализированы числа итераций, время выполнения и графики этих вычислений.

Ключевые слова: метод фиктивных области, оценка решения, метод прогонки, нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка, численные расчеты.

1 Introduction. The method of fictitious domain are widely used for numerical solution of problems of mathematical physics in a free zone [1,2]. With A.N. Kononov [2], he developed the theory of the fictitious areas to solve the problem of free zones in the quantitative implementation of discrete models. On its basis, a new class of local-two-way approximations was created in direct and spectral problems.

R. Glowinski, T-W. Pan, J. In the work of Periaux [3], a set of fictitious domain methods is considered, based on the actual use of the Lagrange multiplier, defined at a specific boundary. Due to true boundary conditions, the proposed method is often used to simulate viscous non-compressible potential flows. According to the proposed methodology, the initial differential problem has an effective control problem with the tribune point, and the iterative method of combined gradients is used for numerical implementation.

2 Report presentation

$$Lu \equiv - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij}(x) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + c(x)u = f(x), \quad (1)$$

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in D_1,$$

$$u(x) = 0, \quad x \in \partial D_1. \quad (2)$$

(1), (2) let's assume that the solution and coefficients of the problem are sufficiently smooth $a_{ij}(x) = a_{ji}(x)$, $x(c) \geq 0$ and let next elliptic conditions satisfied

$$\inf_{x \in D_1} \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \xi_j \geq \mu \sum_{i=1}^n \xi_i^2 \quad (3)$$

μ (1), (2) in the method of fictitious domain to solve the first limit problem (FDM) ξ does not depend on a positive constant

$$D = D_1 \cup D_2,$$

$$D_1 \cup D_2 = S.$$

$$L_\varepsilon v \equiv - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(A_{ij}(x) \frac{\partial v}{\partial x_j} \right) + cv = F(x) \quad (4)$$

where

$$A_{ij}(x) = \begin{cases} a_{ij}(x), & x \in D_1, \\ 0, & x \in D_2, \quad i \neq j, \\ \varepsilon^{-2}, & x \in D_2, \quad i = j. \end{cases}$$

$$c(x) = \begin{cases} c(x), & x \in D_1, \\ 0, & x \in D_2. \end{cases}$$

$$F(x) = \begin{cases} f(x), & x \in D_1, \\ 0, & x \in D_2. \end{cases}$$

(4) we set the limit conditions for the equation

$$v(x) = 0, \quad x \in \partial D. \quad (5)$$

$$[v(x)]|_S = 0, \quad \left[\sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x) \cos(\nu, x_i) \frac{\partial v}{\partial x_j} \right] |_S = 0. \quad (6)$$

where ν - S normal to the boundary; $[\cdot]|_S$ sign is S function jump on the surface. Let's estimate the difference $\omega(x) = u(x) - v(x)$

3 False areas method solution evaluation.

$$L_\varepsilon \omega(x) = 0, \quad x \in D, \quad x \notin S, \quad (7)$$

$$\omega(x) = 0, \quad x \in \partial D, \quad (8)$$

$$[\omega(x)]|_S = 0, \quad \left[\sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x) \cos(\nu, x_i) \frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right] |_S = \varphi(x), \quad (9)$$

where $\varphi(x) = \sum_{i,j=1}^n a_{ij} \cos(\nu, x_i) \frac{\partial u}{\partial x_i}$, $x \in S$.

(7) equations $\omega(x)$ and multiply (8) and (9) subject to conditions D We obtain the following equilibrium by integrating

$$\int_{D_1} \left(\sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial \omega}{\partial x_i} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + c \omega^2 \right) dx + \frac{1}{\varepsilon^2} \int_{D_2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx = - \int_S \varphi(x) \omega(x) ds. \quad (10)$$

We remove the first term of the left part of formula (10) and apply the Cauchy-Schwartz inequality to the right, then

$$\frac{1}{\varepsilon^2} \int_{D_2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \leq \sqrt{\int_S \varphi^2(x) ds} \sqrt{\int_S \omega^2(x) ds} \quad (11)$$

we take.

Width to assessment the positive side $0 < \delta < \delta_0$ was ω_δ We use the inequality true (11) for the boundary band

$$\int_S \omega^2(x) ds \leq C_1 \left(\delta \int_{\omega_\delta} \omega^2(x) dx + \frac{1}{\delta} \int_{\omega_\delta} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \right) \quad (12)$$

and D equal to zero in the boundary part of the region, $\omega(x)$ which was true for the Friedrichs inequality

$$\int_D \omega^2(x) dx \leq C_2 \int_D \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \quad (13)$$

we use (12) where $\delta = \delta_0$ selecting and continuing to integrate to the right of the inequality, we obtain the following

$$\int_S \omega^2(x) dS \leq C_3 \left(\int_{D_2} \omega^2(x) dx + \int_{D_2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \right) \quad (14)$$

$\omega(x) = 0$ $x \in \partial D$ since (14)'s the Friedrichs inequality can be applied to the first connector on the right (13). From here we take

$$\int_S \omega^2(x) dS \leq C_4 \int_{D_2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \quad (15)$$

(15) Taking into account the inequality, we obtain the following estimate from (11):

$$\left(\int_{D_2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \right)^{1/2} \leq C_5 \varepsilon^2 \quad (16)$$

and use (13) we take

$$\left(\int_{D_2} \omega^2(x) dx \right)^{1/2} \leq C_6 \varepsilon^2. \quad (17)$$

Similarly, we obtain the inequality from equation (10) using the elliptical condition (3)

$$\mu \int_{D_1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \leq \sqrt{\int_S \varphi^2 dS} \sqrt{\int_S \omega^2(x) dS} \leq C_7 \varepsilon^2. \quad (18)$$

Using Friedrich's generalized inequality

$$\int_{D_1} \omega^2(x) dx \leq C_8 \left(\int_S \omega^2(x) dS + \int_{D_1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \right)^2 dx \right). \quad (19)$$

and (15), (16) and (18) from the estimates leads to the following inequality

$$\int_{D_2} \omega^2(x) dx \leq C_8 \varepsilon^2. \quad (20)$$

Thus, we have the problem (4) - (6) $v(x)$ solution of the problem (1) - (2) $u(x)$ decision $W_2^1(D_1)$, ε We have proved that the approximation is accurate, ie

$$\|u - v\|_{W_2^1(D_1)} \leq C_9 \varepsilon \quad (21)$$

where C_8 constant does not depend of ε .

Free limited area D_1 The following scheme of approximate solution of the first boundary value problem can be given (1), (2). D_1 the smallest area D cover with a parallelepiped. (4)-(6) so that the solution of the

problem approximates the solution of the original problem with the required accuracy we choose ε . Then we solve the problem (4) - (6) by the difference method with the required accuracy.

4 Numerical solution of the problem.

One-dimensional statement of the problem:

$$y'' - 2yy' = f(x) \quad 0 < x < 0.5 \quad (22)$$

$$y(0) = y(0.5) = 0 \quad (23)$$

where

$$f(x) = \frac{(3 - 2x) \cdot e^{2x} - 1}{1 - e} - \frac{e^{4x} - e^{2x}}{(1 - e)^2} + 2x \quad (24)$$

The exact solution of the problem (22), (23):

$$y(x) = \frac{1 - e^{2x}}{2(e - 1)} + x \quad (25)$$

Auxiliary report for the fictitious domain method:

$$\frac{d}{dx} \left(a(x) \frac{dv}{dx} \right) - 2v \frac{d}{dx} (b(x)v) = f^\varepsilon(x) \quad 0 < x < 1 \quad (26)$$

$$v(0) = v(1) = 0 \quad (27)$$

$$[v]|_{x=0.5} = \left[a(x) \frac{dv}{dx} - b(x)v \right] |_{x=0.5} = 0 \quad (28)$$

where

$$a(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x < 0.5 \\ \frac{1}{\varepsilon^2}, & 0.5 < x < 1 \end{cases}$$

$$b(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x < 0.5 \\ \frac{1}{\varepsilon}, & 0.5 < x < 1 \end{cases}$$

$$f^\varepsilon(x) = \begin{cases} f(x), & 0 < x < 0.5 \\ 0, & 0.5 < x < 1 \end{cases}$$

Inheritance method for nonlinear second order differential equations. To construct the difference form of equation (26), we reduce it to the following form:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d}{dx} \left(a(x) \frac{dv}{dx} \right) - 2v \frac{d}{dx} (b(x)v) - f^\varepsilon(x)$$

We write differently:

$$\frac{v_i^{n+1} - v_i^n}{\tau} = \frac{1}{h} \left[a_{i+1/2} \frac{v_{i+1}^{n+1} - v_i^{n+1}}{h} - a_{i-1/2} \frac{v_i^{n+1} - v_{i-1}^{n+1}}{h} \right] -$$

$$- \frac{(v_i^n - |v_i^n|) \cdot (b_{i+1} v_{i+1}^{n+1} - b_i v_i^{n+1}) + (v_i^n + |v_i^n|) \cdot (b_i v_i^{n+1} - b_{i-1} v_{i-1}^{n+1})}{h} - f_i^\varepsilon$$

where

$$a_{i+1/2} = \frac{a_{i+1} + a_i}{2}, \quad a_{i-1/2} = \frac{a_i + a_{i-1}}{2}$$

We write the last equation in a convenient form

$$A_i \cdot v_{i-1}^{n+1} - B_i \cdot v_i^{n+1} + C_i \cdot v_{i+1}^{n+1} = D_i \tag{29}$$

where

$$A_i = \tau \left(\frac{a_{i-1/2}}{h^2} + \frac{(v_i^n + |v_i^n|)}{h} b_{i-1} \right),$$

$$B_i = \left(1 + \tau \frac{a_{i+1/2} + a_{i-1/2}}{h^2} + 2\tau \frac{|v_i^n|}{h} b_i \right)$$

$$C_i = \tau \left(\frac{a_{i+1/2}}{h^2} - \frac{(v_i^n - |v_i^n|)}{h} b_{i+1} \right)$$

$$D_i = -(v_i^n - \tau f_i^\varepsilon)$$

We solve equation (29) by inheritance.

Let's do numerical calculations. [0; 1] segment of the grid with a step $h = 1/N$ Let's build a grid in steps, where $N = 100$. Iteration $\|v^{n+1} - v^n\| < \varepsilon = 10^{-4}$ stop under the condition. Numerical calculations $\varepsilon = \{1; 0.1; 0.01\}$ was conducted on three grounds.

Table 1. The results of the calculation by the method of inheritance

ε values	n number of iterations	Execution time (in seconds)
1	88	4.27
0.1	28	1.31
0.01	16	0.51

In order to test the algorithm for numerical solution of the problem, we first solve the problem in the segment and compare the graphs of the numerical solution with the exact analytical solution (Figure 1).

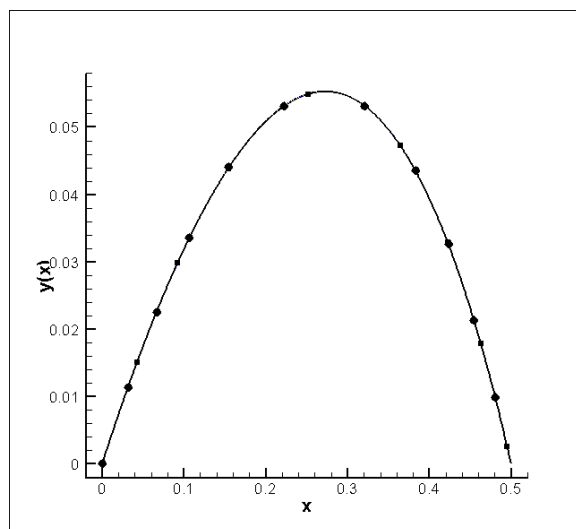


Figure 1. $y(x)$'s function graph
 ■ approximate solution, ● exact solution

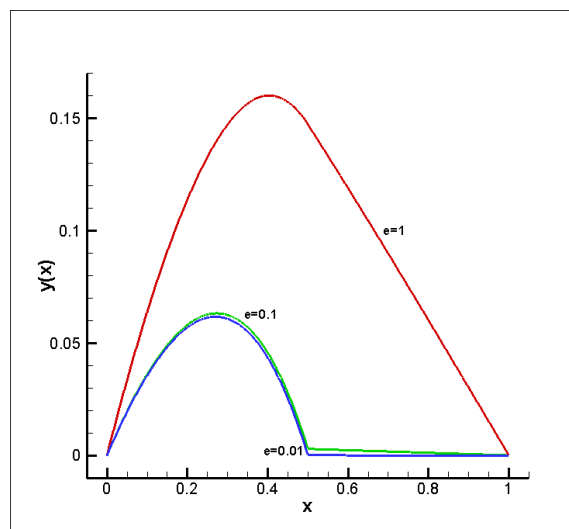


Figure 2. ε for a different value $v(x)$ function graph

5 Conclusion.

We see that the method of inheritance of our chosen numerical solution corresponds to the exact solution. Therefore, you can see that the algorithm is chosen correctly. Looking at the second figure, we can see from the graph that different values of the parameter obtained for the method of false zones have a significant impact on the solution of the problem. We also notice that the parameter value has an effect on the number and time of iterations of the report. We see that the method of inheritance of our chosen numerical solution corresponds to the exact solution. Therefore, you can see that the algorithm is chosen correctly. Looking at the second figure, we can see from the graph that different values of the parameter obtained for the method of false zones have a significant impact on the solution of the problem. We also notice that the parameter value has an effect on the number and time of iterations of the report.

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09058430 Development of numerical methods for solving Navier-Stokes equations combining fictitious domains and conjugate equations)

References

- 1 Вабищевич П.Н. Метод фиктивных областей для задачи математической физики. – М.:Изд-во МГУ, 1991.-156 с.
- 2 Коновалов А.Н. Задачи фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. 3-е изд. Singapore et al.: World Scientific, 1994.173 с.
- 3 R. Glowinski , T-W. Pan , J. Periaux, A fictitious domain method for Dirichlet problem and applications. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 1994, 111, pp.283-303.
- 4 Шокин Ю.И., Данаев Н.Т., Хакимзянов Г.С., Шокина Н.Ю. Лекции по разностным схемам на подвижных сетках – Алматы, 2008. Ч.2. – 184 с.
- 5 Eiseman P.R. Adaptive grid generation // *Comput. Meth. Appl. Mech. Engng.* 1987. V. 64. P. 321 - 376.
- 6 133. Hawken D.F., Gottlieb J.J., Hansen J.S. Review article. Review of some adaptive node - movement techniques in finite - element and finite-difference solutions of partial differential equations // *J. Comput. Phys.* 1991. V. 95. № 2. P. 254 - 302.
- 7 Thompson J.F. Grid generation techniques in computational dynamics // *AIAA Journal.* 1984. V. 22. P. 1505 - 1523.
- 8 Thompson J.F., Warsi Z.U.A., Mastin C.W. *Numerical grid generation, foundations and applications.* – 1985, New York, etc.: Elsevier.
- 9 Лисейкин В.Д. Методы построения разностных сеток: Моногр. / Новосибир.гос.ун-т. Новосибирск, 2014. 208 с.
- 10 Прокопов Г.П. об организации сравнения алгоритмов и программ построения регулярных двумерных разностных сеток. М. 1989. (Препринт № 18. АН СССР. ИПМ им. Келдыша. 27 с.)
- 11 Garanzha V.A. Computation of discrete curvatures based on polar polyhedra theory. *Proceedings of International Conference "Numerical geometry, grid generation and scientific computing", Moscow, 10-13 June 2008, M.: Folium, 2008. P.182-189.*
- 12 Garanzha V.A. Approximation of the curvature of Alexandrov surfaces using dual polyhedra // *Rus. J. Numer. Analys. Modeling.* 2009. V.24. 5. P.409-423.
- 13 Garanzha V.A. Discrete extrinsic curvatures and approximation of surfaces by polar polyhedra // *Ж. вычисл. матем. и матем. физ.* 2010. Т.50. I. С.71-98.
- 14 Z. Xie, R. Sevilla, O. Hassan, K. Morgen, The generation of arbitrary order curved meshes for 3D finite element analysis. *Computational Mechanics*, 51(3),361-374, 2013.
- 15 J.-F. Remacle, J. Lambrechts, C. Geuzaine, and T. Toulorge, Optimizing the geometrical accuracy of 2D curvilinear meshes. *Procedia Engineering*, 82, 228–239, 2014
- 16 Temirbekov, N., Malgazhdarov, Y., Tokanova, S., Baigereyev, D., Turarov, A. Information technology for numerical simulation of convective flows of a viscous incompressible fluid in curvilinear multiply connected domains / *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2019, 97(22), pp. 3166–3177

References

- 1 Vabishhevich P.N. (1991) Metod fiktivnyh oblastej dlja zadachi matematicheskoj fiziki [The method of fictitious domains for a mathematical physics problem]. – М.:Изд-во МГУ, p.156.(in Russian)
- 2 Kononov A.N. (1994) Zadachi fil'tracii mnogofaznoj neszhimaemoj zhidkosti [Problems of filtration of a multiphase incompressible fluid]. 3-e izd. Singapore et al.: World Scientific. p.173. (in Russian)
- 3 R. Glowinski , T-W. Pan, J. Periaux, A fictitious domain method for Dirichlet problem and applications. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 1994, 111, pp.283-303.

- 4 Shokin Ju.I., Danaev N.T., Hakimzjanov G.S., Shokina N.Ju. (2008) *Lekcii po raznostnym shemam na podvizhnyh setkah*[Lectures on difference schemes on movable grids]. Almaty, part 2. p.184. (in Russian)
- 5 Eisman P.R. Adaptive grid generation // *Comput. Meth. Appl. Mech. Engng.* 1987. V. 64. P. 321 - 376.
- 6 Hawken D.F., Gottlieb J.J., Hansen J.S. Review article. Review of some adaptive node - movement techniques in finite - element and finite-difference solutions of partial differential equations // *J. Comput. Phys.* 1991. V. 95. № 2. P. 254 - 302.
- 17 Thompson J.F. Grid generation techniques in computational dynamics // *AIAA Journal.* 1984. V. 22. P. 1505 - 1523.
- 7 Thompson J.F., Warsi Z.U.A., Mastin C.W. *Numerical grid generation, foundations and applications.* – 1985, New York, etc.: Elsevier.
- 8 Lisejkin V.D. (2014) *Metody postroenija raznostnyh setok* [Methods for constructing difference grids]: Monogr. / NSU. Novosibirsk. p.208. (in Russian)
- 9 Prokopov G.P. (1989) *Ob organizacii sravnenija algoritmov i programm postroenija reguljarnyh dvumernyh raznostnyh setok* [On the organization of comparison of algorithms and programs for constructing regular two-dimensional difference grids]. M. (Preprint № 18. AN SSSR. IPM im. Keldysha. 27 p.) (in Russian)
- 10 Garanzha V.A. Computation of discrete curvatures based on polar polyhedra theory. *Proceedings of International Conference "Numerical geometry, grid generation and scientific computing", Moscow, 10-13 June 2008, M.: Folium, 2008. P.182-189.*
- 11 Garanzha V.A. Approximation of the curvature of Alexandrov surfaces using dual polyhedra // *Rus. J. Numer. Analys. Modeling.* 2009. V.24. 5. P.409-423.
- 12 Garanzha V.A. (2010) Discrete extrinsic curvatures and approximation of surfaces by polar polyhedral. *Zh. Vychisl. mat. and mat. physical* T.50. 1.,71-98.
- 13 Z. Xie, R. Sevilla, O. Hassan, K. Morgen, *The generation of arbitrary order curved meshes for 3D finite element analysis. Computational Mechanics*, 51(3), 361-374, 2013.
- 14 J.-F. Remacle, J. Lambrechts, C. Geuzaine, and T. Toulorge, *Optimizing the geometrical accuracy of 2D curvilinear meshes. Procedia Engineering*, 82, 228–239, 2014
- 15 Temirbekov, N., Malgazhdarov, Y., Tokanova, S., Baigereyev, D., Turarov, A. *Information technology for numerical simulation of convective flows of a viscous incompressible fluid in curvilinear multiply connected domains / Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2019, 97(22), pp. 3166–3177

ФИЗИКА PHYSICS

МРНТИ 29.15.03

УДК 539.14

<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.02>

О.С. Баяхметов^{1*}, С.К. Сахиев^{1,2}, В.Н. Померанцев³

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

² Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

³ Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

e-mail: bayakhmetov.o.s.92@gmail.com

СВОЙСТВА ЛЕГКИХ ЯДЕР ⁶He И ⁶Be В РАМКАХ ТРЕХКЛАСТЕРНОЙ МОДЕЛИ

Аннотация

Данная научная статья представляет собой исследование структуры легких ядер ⁶He и ⁶Be в рамках трехкластерной $\alpha+2n$ -модели. В основу методов расчета положено вариационное решение стационарного уравнения Шредингера для относительного движения трех кластеров в ядрах ⁶He и ⁶Be, соответственно. В качестве потенциала взаимодействия нуклонов выбран реалистичный потенциал Рейда, а для взаимодействия альфа-частицы и нуклонов использован потенциал с четно-нечетным расщеплением по волнам.

Посчитаны реалистичные волновые функции относительного движения альфа-частицы и нуклонов в данных ядрах и низколежащие уровни энергии. Определены статические наблюдаемые основного 0^+ состояния ядер ⁶He и ⁶Be, в частности среднеквадратичные зарядовые и материальные радиусы и энергии связи. Полученные значения среднеквадратичных зарядового и материального радиусов ядра ⁶He подтверждают гипотезу о наличии нейтронной гало-структуры данного ядра.

Ключевые слова: трехкластерная модель, волновая функция, энергия связи, среднеквадратичный зарядовый радиус, среднеквадратичный материальный радиус, статические наблюдаемые.

Аңдатпа

О.С. Баяхметов¹, С.К. Сахиев^{1,2}, В.Н. Померанцев³

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

² Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ Д.В. Скобельцын атындағы ядролық физика ғылыми-зерттеу институты, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу қ., Ресей

⁶He ЖӘНЕ ⁶Be ЖЕҢІЛ ЯДРОЛАРДЫҢ ҮШ КЛАСТЕРЛІ МОДЕЛЬДЕРІНДЕГІ ҚАСИЕТТЕРІ

Бұл ғылыми мақала үш кластерлі $\alpha+2n$ -модель шеңберінде ⁶He және ⁶Be жеңіл ядролардың құрылымын зерттеуге арналған. Есептеу әдістері ⁶He және ⁶Be ядроларындағы үш кластердің салыстырмалы қозғалысы үшін стационарлық Шредингер теңдеуінің вариациялық шешіміне негізделген. Нуклондардың өзара әрекеттесуі ретінде жұмсақ реалистік Рейд потенциалы таңдалды, ал альфа-бөлшек пен нуклондардың өзара әрекеттесуін сипаттау үшін толқындар бойынша жұп-тақ бөлінуі бар потенциалы қолданылды.

Осы ядролардағы альфа-бөлшек пен нуклондардың салыстырмалы қозғалысының реалистік толқындық функциялары және төмен орналасқан энергия деңгейлері есептелген. ⁶He және ⁶Be ядроларының 0^+ негізгі күйінің статикалық бақыланатындар, атап айтқанда, орташа квадраттық зарядтық және материалдық радиустары мен байланыс энергиялары анықталды. ⁶He ядросының орташа квадраттық зарядтық және материалдық радиустарының анықталған мәндері осы ядроның нейтронды гало құрылымының болуы туралы гипотезаны растайды.

Түйін сөздер: үш кластерлі модель, толқындық функция, байланыс энергиясы, орташа квадраттық зарядтық радиус, орташа квадраттық материалдық радиус, статикалық бақыланатындар

Abstract

PROPERTIES OF LIGHT NUCLEI ${}^6\text{He}$ AND ${}^6\text{Be}$ IN THE FRAMEWORK OF THE THREE-CLUSTER MODEL

Bayakhmetov O.S.¹, Sakhiyev S.K.^{1,2}, Pomerantsev V.N.³

¹*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

²*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

³*Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

This scientific work is the study of the structure of light nuclei ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Be}$ in the framework of the three-cluster $\alpha+2n$ -model. The calculation methods have been based on the variational solution of the stationary Schrödinger equation for the relative motion of three clusters in ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Be}$ nuclei, respectively.

The realistic Reid potential has been chosen as the nucleon-nucleon interaction potential, and the potential with even-odd wave splitting has been used for the interaction of the alpha-particle and nucleons. Realistic wave functions of the relative motion of the alpha particle and nucleons in these nuclei and low-lying energy levels have been calculated. The static observables of the 0^+ ground state of ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Be}$ nuclei, in particular, the root-mean-square charge and material radii and binding energies, have been determined. The obtained values of the root-mean-square charge and material radii of the ${}^6\text{He}$ nucleus confirm the hypothesis of the presence of a neutron halo structure of this nucleus.

Keywords: three-cluster model, wave function, binding energy, root-mean-square charge radius, root-mean-square material radius, static observables

Введение

Кластерная структура легких ядер представляет собой важный аспект современных исследований в ядерной физике [1]. В данной статье мы рассмотрим структуру легких ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ в рамках трехкластерной $\alpha+2n$ -модели. Основная цель работы заключается в исследовании низколежащих уровней энергии и статических характеристик ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$.

В научной работе [2] была подробно изучена трехкластерная $\alpha+p+n$ -структура ядра ${}^6\text{Li}$. В частности, впервые были построены реалистичные волновые функции и достаточно точно определены низколежащие уровни энергии. Данные результаты повлекли за собой множество других современных научных работ, посвященных дальнейшим исследованиям кластерной структуры как ядра ${}^6\text{Li}$ [3, 4], так и других легких слабосвязанных ядер [5]. Таким образом, учитывая тот факт, что ядро ${}^6\text{Li}$ на сегодняшний день максимально исследовано в рамках используемой модели, сосредоточим свое внимание на менее изученных свойствах других ядер с массой $A = 6$, то есть ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$.

Формализм трехкластерной $\alpha+2n$ -модели

Трехкластерная $\alpha+2n$ -модель впервые была подробно исследована в серии научных статей Кукулина В.И. и соавторов [2, 6-8]. В данных работах приведены результаты по изучению кластерной структуры ядра ${}^6\text{Li}$. В частности, рассчитаны реалистичные волновые функции для низколежащих уровней энергии ядра, найдены энергии связи, посчитаны статические наблюдаемые, а также продольные и поперечные электромагнитные формфакторы. Формализм $\alpha+2n$ -модели с такими же выбранными потенциалами взаимодействия кластеров, как и в работе [2], может также быть применен и для менее исследованных ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$.

Структура $\alpha+2n$ -модели с использованием относительных координат Якоби ($\mathbf{r}, \boldsymbol{\rho}$) приведена на рисунке 1:

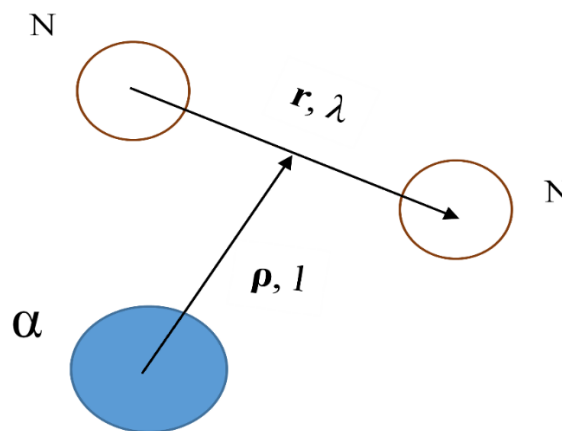


Рисунок 1. Кластерная $\alpha+2n$ -модель в координатах Якоби ($\mathbf{r}, \boldsymbol{\rho}$)

Два нуклона соединены радиус-вектором \mathbf{r} и движутся с относительным орбитальным моментом λ . Далее, α -частица рассматривается как тяжелый кластер и соединяется с центром масс двух нуклонов радиус-вектором ρ с соответствующим орбитальным моментом относительного движения l . Полный орбитальный момент системы L определяется векторной суммой угловых моментов λ и l . В свою очередь, полный спин S определяется векторной суммой спинов двух нуклонов s_1 и s_2 . Радиальная часть волновой функции относительного движения задается суммой гауссианов. При этом для отдельно взятой конфигурации с угловыми моментами (λLS) необходимо порядка 100 гауссианов для оптимальной точности расчета. Нелинейные параметры гауссианов определяются вариационным методом решения стационарного уравнения Шредингера. Таким образом, полная волновая функция относительного движения рассматриваемой модели задается следующим выражением:

$$\Phi^{oml}(r, \rho) = \sum_{i\lambda l} C_i^{\lambda l} r^\lambda \rho^l \exp(-\alpha_i^\lambda r^2 - \beta_i^l \rho^2) \times \sum_{M_L M_S \mu m} \langle LM_L SM_S | JM_J \rangle \langle \lambda \mu l m | LM_L \rangle y_{\lambda \mu}(\hat{r}) y_{lm}(\hat{\rho}) \chi_{SM_S}(\xi_1, \xi_2), \quad (1)$$

где $C_i^{\lambda l}$ – линейный параметр разложения, α_i^λ и β_i^l – нелинейные параметры разложения на гауссианы, $\langle LM_L SM_S | JM_J \rangle$ и $\langle \lambda \mu l m | LM_L \rangle$ – коэффициенты Клебша-Гордана, $y_{\lambda \mu}(\hat{r})$ и $y_{lm}(\hat{\rho})$ – сферические функции, $\chi_{SM_S}(\xi_1, \xi_2)$ – спиновая функция, L и M_L – полный орбитальный момент и его проекция, S и M_S – полный спин и его проекция, J и M_J – спин ядра и его проекция, μ и m – проекции относительных орбитальных моментов λ и l .

Гамильтониан выбранной нами модели представим в следующем виде:

$$H^{tot} = T + V_{NN}(r) + V_{N_1\alpha} + V_{N_2\alpha}, \quad (2)$$

где T – кинетическая энергия, $V_{NN}(r)$ – потенциал нуклон-нуклонного взаимодействия, $V_{N_1\alpha}$ – потенциал взаимодействия альфа-частицы и i -го нуклона.

В качестве NN-взаимодействия был выбран реалистичный потенциал Рейда [2]. В свою очередь, для исследования $N\alpha$ -взаимодействия был использован потенциал с четно-нечетным расщеплением:

$$V_{N\alpha} = V_C + V_{ls}(\mathbf{ls}), \quad (3)$$

где V_C – центральная часть, $V_{ls}(\mathbf{ls})$ – спин-орбитальная часть потенциала. Учитывая четно-нечетное расщепление потенциала, для четных и нечетных волн взаимодействия имеем разные параметры глубины и размытия потенциала. Потенциалы имеют гауссоидную форму:

$$V(r) = V_0 \exp(-k^2 r^2) \quad (4)$$

Параметры V_0 и k для центральной и спин-орбитальной частей потенциала, взятые из работы [2], приведены в таблице 1:

Таблица 1. Параметры потенциала $N\alpha$ -взаимодействия

Часть потенциала	Четные волны		Нечетные волны	
	V_0 , МэВ	k , фм^{-1}	V_0 , МэВ	k , фм^{-1}
Центральная V_C	-65.58	0.6203	-46.303	0.43216
Спин-орбитальная V_{ls}	-12.169	0.8032	-15.931	0.62816

Используя гамильтониан системы (2) и действуя на волновую функцию относительного движения (1), решаем стационарное уравнение Шредингера относительного движения и получаем стандартную задачу на собственные значения и собственные вектора. Линейные и нелинейные параметры разложения радиальной части волновой функции на гауссианы и уровни энергий ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ были найдены стохастическим вариационным методом.

Результаты и обсуждение

Результаты составленной нами вариационной программы по расчету низколежащих уровней ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ представлены в таблицах 2 и 3:

Таблица 2. Низколежащие уровни энергии и конфигурации волновых функций ядра ${}^6\text{He}$

Состояние J^π, T	Энергия связи, МэВ	Экспериментальная энергия связи, МэВ	Конфигурация λLS	Вес, %
$0^+, 1$	-0.278	-0.975	0000	88.108
			1111	9.838
			2200	1.528
			3311	0.525
$2^+, 1$	1.571	0.825	2020	20.617
			0220	41.975
			1111	34.664
			1121	0.032
			2220	0.351
			3311	1.290
			4220	0.504
			2420	0.569

Таблица 3. Низколежащие уровни энергии и конфигурации волновых функций ядра ${}^6\text{Be}$

Состояние J^π, T	Энергия связи, МэВ	Экспериментальная энергия связи, МэВ	Конфигурация λLS	Вес, %
$0^+, 1$	1.61	1.37	0000	92.492
			1111	1.533
			2200	5.890
			3311	0.086
$2^+, 1$	2.70	3.0411	2020	4.202
			0220	5.030
			1111	89.095
			1121	0.001
			2220	0.106
			3311	1.420
			4220	0.044
			2420	0.103

Состояния ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ совпадают по значению спина, изоспина и четности. Нами были исследованы основное 0^+1 и первое возбужденное 2^+1 состояния данных ядер. Для расчета были использованы также одинаковые для обоих ядер конфигурации волновых функций и размерности их базисов. В целом, спектр энергий обоих ядер оказался недосвязанным на небольшую величину. При этом было выбрано максимальное количество возможных конфигураций волновых функций, в частности с большими угловыми моментами. Из результатов наглядно видно, что для основного состояния обоих ядер доминирующей является S-конфигурация (0000). В случае первого возбужденного состояния происходит значительное смешивание конфигураций с различными угловыми моментами.

Посчитанные значения статических характеристик ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ приведены в таблице 4:

Таблица 4. Статические наблюдаемые ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$

Наблюдаемая	Ядро ${}^6\text{He}$		Ядро ${}^6\text{Be}$
	Теория	Эксперимент [9]	Теория
$\sqrt{r^2}, \text{ фм}$	4.57		12.73
$\sqrt{\rho^2}, \text{ фм}$	3.95		11.06
$\sqrt{r_{ch}^2}, \text{ фм}$	2.09	2.054(14)	6.56

$\sqrt{r_m^2}$, фм	2.57	2.48(3)	6.49
---------------------	------	---------	------

Первые две статические наблюдаемые $\sqrt{r^2}$ и $\sqrt{\rho^2}$ несут в себе смысл величины среднего расстояния между двумя нуклонами и между центром масс двух нуклонов и альфа-частицы, соответственно.

Как видно из полученных результатов, нейтроны в ядре ${}^6\text{He}$ удалены друг от друга на 4.57 фм, а альфа-частица находится на расстоянии 3.95 фм относительно их центра-масс.

Удивителен факт того, что данные наблюдаемые для ядра ${}^6\text{Be}$ принимают довольно-таки огромные значения (12.73 фм и 11.06 фм, соответственно), что соответствует размерностям тяжелых ядер. Причина в том, что между двумя протонами действует сильное кулоновское отталкивание, а также альфа-частица отталкивается от протонов кулоновским взаимодействием.

Сильное кулоновское отталкивание кластеров в ядре ${}^6\text{Be}$ также подтверждается полученными нами большими значениями его среднеквадратичного зарядового и среднеквадратичного материального радиусов (6.56 фм и 6.49 фм). В целом, согласно экспериментальным данным [9] ядро ${}^6\text{Be}$ является нестабильным, соответственно его наблюдаемые сверхчувствительны к измерению.

В связи с этим до сих пор отсутствуют данные по статическим характеристикам и свойствам ядра ${}^6\text{Be}$. Материальный и зарядовый радиусы ядра ${}^6\text{He}$ хорошо согласуются с экспериментальными значениями. Как и ожидалось, среднеквадратичный материальный радиус превышает среднеквадратичный зарядовый на величину порядка 0.5 фм. В этом смысле можно говорить о нейтронной гало-структуре данного ядра.

Заключение

Таким образом, в настоящей работе нами рассмотрена и исследована кластерная структура легких ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^6\text{Be}$ в рамках трехчастичной $\alpha+2n$ -модели. В целом, спектр энергий для низколежащих состояний данных ядер по сравнению с экспериментальными значениями оказывается частично недосвязанным. Тем не менее, среднеквадратичные зарядовый и материальный радиусы ядра ${}^6\text{He}$ достаточно хорошо согласуются с экспериментом. Подтверждается гипотеза о нейтронной гало-структуре ядра ${}^6\text{He}$. Стоит отметить, что уровни энергий более точно воспроизводятся для ядра ${}^6\text{Be}$. Однако, в силу нестабильности данной ядерной системы, не хватает экспериментальных значений статических наблюдаемых для ядра ${}^6\text{Be}$. Таким образом, проблема кластерной структуры ядра ${}^6\text{Be}$ остается актуальной задачей для исследований в ядерной физике низких энергий.

Список использованной литературы

- 1 Abbas A. Structure of $A = 6$ nuclei: ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ and ${}^6\text{Be}$ // *Modern Physics Letters A*. – 2004. – Vol. 19 № 31. – P. 2365-2370.
- 2 Kukulin V.I. et al. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model: (IV). Large space calculation for $A = 6$ nuclei with realistic nuclear forces // *Nuclear Physics A*. – 1995. – Vol. 586. – P. 151-189.
- 3 Horiuchi W., Suzuki Y. Momentum distribution and correlation of two-nucleon relative motion in ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Li}$ // *Physical Review C*. – 2007. – Vol. 76. – P. 024311-1-13.
- 4 Kakenov M., Kukulin V.I., Pomerantsev V.N., Bayakhmetov O. Properties of dibaryons in nuclear medium // *Eur. Phys. J. A*. – 2020. – Vol. 56. – P. 266-1-18.
- 5 Bayakhmetov O. et al. Static properties of the ${}^9\text{Be}$ nucleus in the ground and excited states in the cluster model // *Phys. Scr.* – Vol. 94. – P. 085301-1-7.
- 6 Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Voronchev V.T., Sazonov P.B. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (I). Ground state of ${}^6\text{Li}$ // *Nuclear Physics A*. – 1984. – Vol. 417, № 1. – P. 128-156.
- 7 Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Voronchev V.T., Sazonov P.B. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (II). The spectrum of low-lying states of nuclei with $A = 6$ // *Nuclear Physics A*. – 1986. – Vol. 453. – P. 365-388.
- 8 Kukulin V.I., Voronchev V.T., Kaipov T.D., Eramzhyan R.A. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (III). Electromagnetic structure of ${}^6\text{Li}$ // *Nuclear Physics A*. – 1990. – Vol. 517. – P. 221-263.
- 9 Tilley D.R. et al. Energy levels of light nuclei $A = 5, 6, 7$ // *Nuclear Physics A*. – 2002. – Vol. 708. – №1-2. – P. 3-163.

References

- 1 Abbas A. (2004) Structure of $A = 6$ nuclei: ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ and ${}^6\text{Be}$. *Modern Physics Letters A*. Vol. 19, № 31, 2365-2370.
- 2 Kukulin V.I. et al. (1995) Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model: (IV). Large space calculation for $A = 6$ nuclei with realistic nuclear forces. *Nuclear Physics A*. Vol. 586, 151-189.
- 3 Horiuchi W., Suzuki Y. (2007) Momentum distribution and correlation of two-nucleon relative motion in ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Li}$. *Physical Review C*. Vol. 76, 024311-1-13.
- 4 Kakenov M., Kukulin V.I., Pomerantsev V.N., Bayakhmetov O. (2020) Properties of dibaryons in nuclear medium. *Eur. Phys. J. A*. Vol. 56, 266-1-18.

5 Bayakhmetov O. et al. Static properties of the ${}^9\text{Be}$ nucleus in the ground and excited states in the cluster model. *Phys. Scr.* Vol. 94, 085301-1-7.

6 Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Voronchev V.T., Sazonov P.B. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (I). Ground state of ${}^6\text{Li}$. *Nuclear Physics A.* 1984. 417, № 1, 128-156.

7 Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Voronchev V.T., Sazonov P.B. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (II). The spectrum of low-lying states of nuclei with $A = 6$. *Nuclear Physics A.* 1986. Vol. 453, 365-388.

8 Kukulin V.I., Voronchev V.T., Kaipov T.D., Eramzhyan R.A. (1990) Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model (III). Electromagnetic structure of ${}^6\text{Li}$. *Nuclear Physics A.* Vol. 517, 221-263.

9 Tilley D.R. et al. (2002) Energy levels of light nuclei $A = 5, 6, 7$. *Nuclear Physics A.* Vol. 708. №1-2, 3-163.

О.С. Баяхметов^{1*}, С.К. Сахиев^{1,2}, В.Н. Померанцев³

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

² Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

³ Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

e-mail: bayakhmetov.o.s.92@gmail.com

СТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДРА ${}^6\text{Li}$ В ТРЕХКЛАСТЕРНОЙ МОДЕЛИ

Аннотация

Настоящая научная работа посвящена глубокому исследованию структуры слабо связанного легкого ядра ${}^6\text{Li}$ в рамках трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели. Основной формализм модели развит в вариационном подходе к решению уравнения Шредингера относительного движения трех кластеров в ядре ${}^6\text{Li}$. В качестве нуклон-нуклонного взаимодействия выбран реалистичный потенциал Рейда с мягким кором (RSC-potential). Для описания взаимодействия альфа-частицы и нуклонов использован потенциал с четно-нечетным расщеплением по волнам. Посчитан спектр низколежащих уровней энергии ядра ${}^6\text{Li}$, а также найдены реалистичные волновые функции относительного движения кластеров в данном ядре. Приведены матричные элементы и операторы основных статических характеристик ядра ${}^6\text{Li}$. В частности, посчитаны среднеквадратичные зарядовый и материальный радиусы, магнитный дипольный и электрический квадрупольный моменты ядра ${}^6\text{Li}$.

Ключевые слова: статические свойства, трехкластерная модель, среднеквадратичный зарядовый радиус, среднеквадратичный материальный радиус, квадрупольный момент, магнитный момент

Аңдатпа

О.С. Баяхметов¹, С.К. Сахиев^{1,2}, В.Н. Померанцев³

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

² Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ Д.В. Скобельцын атындағы ядролық физика ғылыми-зерттеу институты, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу қ., Ресей

${}^6\text{Li}$ ЯДРОСЫНЫҢ ҮШ КЛАСТЕРЛІ МОДЕЛЬДЕРІНДЕГІ СТАТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Бұл ғылыми жұмыс үш кластерлі $\alpha+p+n$ -модель шеңберінде әлсіз байланысқан ${}^6\text{Li}$ жеңіл ядросының құрылымын терең зерттеуге арналған. Модельдің негізгі формализмі ${}^6\text{Li}$ ядросындағы үш кластердің салыстырмалы қозғалысы үшін Шредингер тендеуін шешудің вариациялық тәсілінде дамыған. Нуклон-нуклондық өзара әрекеттесуі ретінде жұмсақ кор Рейд потенциалы (RSC-potential) таңдалды. Альфа-бөлшек пен нуклондардың өзара әрекеттесуін сипаттау үшін толқындар бойынша жұп-тақ бөлінуі бар потенциалы қолданылады. ${}^6\text{Li}$ ядросының төмен орналасқан энергетикалық деңгейлерінің спектрі есептелді және осы ядродағы кластерлердің салыстырмалы қозғалысының реалисттік толқындық функциялары табылды. ${}^6\text{Li}$ ядросының негізгі статикалық сипаттамаларының матрицалық элементтері мен операторлары қарастырылады. Атап айтқанда, ${}^6\text{Li}$ ядросының орташа квадраттық зарядтық және материалдық радиустары, магниттік диполь және электрлік квадрупольдық моменттері есептелді.

Түйін сөздер: статикалық сипаттамалар, үш кластерлі модель, орташа квадраттық зарядтық радиус, орташа квадраттық материалдық радиус, квадрупольдік момент, магниттік момент

Abstract

STATIC PROPERTIES OF THE ${}^6\text{Li}$ NUCLEUS IN THE THREE-CLUSTER MODEL

Bayakhmetov O.S.¹, Sakhiyev S.K.^{1,2}, Pomerantsev V.N.³

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

³ Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

This scientific work is devoted to a deep study of the structure of the weakly bound light ${}^6\text{Li}$ nucleus in the framework of the three-cluster $\alpha+p+n$ -model. The main formalism of the model has been developed in the variational approach to solving the Schrödinger equation for the relative motion of three clusters in the ${}^6\text{Li}$ nucleus. The realistic Reid soft core potential (RSC-potential) have been utilized as the nucleon-nucleon interaction. The potential with even-odd splitting in waves is used for describing the interaction of the alpha-particle and nucleons. The spectrum of low-

lying energy levels of the ${}^6\text{Li}$ nucleus has been calculated, and realistic wave functions of the relative motion of the clusters in this nucleus have been defined. The matrix elements and operators of the main static characteristics of the ${}^6\text{Li}$ nucleus are presented. In particular, the root-mean-square charge and material radii, magnetic dipole and electric quadrupole moments of the ${}^6\text{Li}$ nucleus have been calculated.

Keywords: static properties, three-cluster model, root-mean-square charge radius, root-mean-square material radius, quadrupole moment, magnetic moment

Введение

Кластерная структура легких ядер представляет собой большой интерес в области ядерной физики низких энергий. Кластером в ядре принято называть нуклоны (протоны и нейтроны) либо ассоциации нуклонов, представляющие собой стабильные ядра с относительно большой энергией связи по сравнению с энергией связи рассматриваемой ядерной структуры. Например, одной из таких стабильных ассоциаций нуклонов является ядро ${}^4\text{He}$, то есть α -частица. Учитывая относительно небольшую энергию связи изотопов водорода и ядра ${}^3\text{He}$, приходим к выводу о том, что помимо нуклонов наилегчайшим стабильным кластером можно считать α -частицу. Выбирая систему, состоящую из одной альфа-частицы и двух нуклонов, получаем трехкластерные $\alpha+2N$ -модели легких ядер с $A = 6$, а именно ${}^6\text{Li}$, ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Be}$.

В данной научной работе приведем полученные результаты по исследованиям кластерной структуры ядра ${}^6\text{Li}$ в рамках трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели. В частности, приведем полученные спектр энергий и волновую функцию основного $J^\pi = 1^+$ состояния ядра ${}^6\text{Li}$, а также значения основных статических наблюдаемых: среднеквадратичных зарядового и материального радиусов, магнитного дипольного и электрического квадрупольного моментов.

Волновая функция и спектр энергий ядра ${}^6\text{Li}$ в $\alpha+p+n$ -модели

В данной работе использован формализм трехкластерной $\alpha+2N$ -модели с Паули проектированием. В качестве нуклон-нуклонного взаимодействия был выбран реалистичный потенциал Рейда [1], а для описания взаимодействия альфа-частицы с нуклонами – потенциал с четно-нечетным расщеплением, обширно исследованный Кукулиным и соавторами в научной работе [2] при изучении кластерной структуры легких ядер с $A = 6$.

Схема трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели в относительных координатах Якоби представлена на рисунке 1:

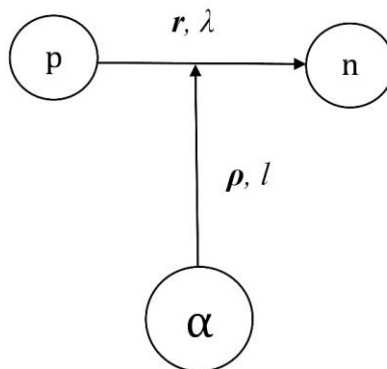


Рисунок 1. Трехкластерная модель ядра ${}^6\text{Li}$

Ограничимся лишь графическим видом радиальной волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$. Спин-угловая функция задается стандартным образом как неприводимое тензорное произведение сферических функций рангов, соответствующих орбитальным моментам подсистем трехкластерной модели λ и l (схема связи угловых моментов проиллюстрирована на рисунке 1), на спиновую функцию двух нуклонов. При этом векторная сумма орбитальных моментов λ и l определяет полный орбитальный момент системы L . Далее, векторная сумма полного орбитального момента L и полного спина двухнуклонной подсистемы S дают полный спин J ядра ${}^6\text{Li}$. Стоит отметить, что, учитывая принцип Паули в двухтелных подсистемах, получаем определенное количество конфигураций с квантовыми числами (λ, l, L, S) . Радиальная часть волновой функции относительного движения находится вариационным методом при решении общей задачи на собственные значения и собственные вектора. Для нахождения каждой отдельной конфигурации

радиальной части волновой функции с квантовыми числами (λ, l, L, S) использовано расширение на Гауссов базис, т.е. радиальная волновая функция представляется в виде сумм гауссоид (как правило 50-100 гауссоид на отдельную конфигурацию).

График профиля радиальной волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$ в основном состоянии 1^+ приведен на рисунке 2:

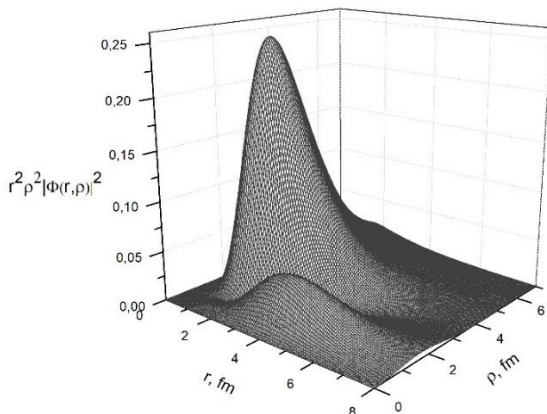


Рисунок 2. Профиль волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$

Приведем статистические веса конфигураций волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$ в основном состоянии $1^+, 0$ в таблице 1:

Таблица 1. Конфигурации волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$ в основном состоянии

Состояние J^π, T	Конфигурация λLS	Статистический вес $P_k, \%$
$1^+, 0$	0001	89.815
	2021	7.009
	1110	2.157
	2201	0.473
	2211	0.284
	2221	0.028
	0221	0.233

Исходя из результатов таблицы 1, наглядно видно, что основной вклад дает конфигурация с малыми значениями орбитальных моментов (0001). Это связано с тем, что при увеличении орбитального момента увеличивается центробежная сила, которая является по своей природе отталкивающей.

Спектр полученных энергий связи представлен в таблице 2:

Таблица 2. Спектр низколежащих уровней энергии ядра ${}^6\text{Li}$

Состояние J^π, T	Уровень энергии, МэВ	Экспериментальное значение, МэВ [3]
$1^+, 0$	-3.25	-3.7
$3^+, 0$	-1.04	-1.514
$2^+, 0$	1.28	0.610
$(1^+, 0)_2$	2.7	1.95

Согласно результатам таблицы 2 можно сделать вывод о том, что в целом спектр низколежащих уровней энергии ядра ${}^6\text{Li}$ в рамках трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели описывается достаточно хорошо. Стоит отметить, что незначительная недосвязка в энергиях соответствует тому, что масса альфа-частицы значительно больше масс нуклонов. Как правило, в трехтелных моделях с двумя нуклонами

и тяжелым кором всегда наблюдается небольшая недосвязка по причине малого значения кинетической энергии кора.

Операторы и матричные элементы статических наблюдаемых

Квадрат среднеквадратичного зарядового радиуса ядра ${}^6\text{Li}$ представляется следующим выражением в трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели:

$$r_{ch}^2({}^6\text{Li}) = \frac{2}{9}\langle\rho^2\rangle + \frac{1}{12}\langle r^2\rangle + \frac{2}{3}r_{ch}^2(\alpha) + \frac{1}{3}(r_{ch}^2(p) + r_{ch}^2(n)), \quad (1)$$

где $\langle\rho^2\rangle$ – квадрат среднего расстояния от альфа-частицы до центра масс протона и нейтрона, $\langle r^2\rangle$ – квадрат среднего расстояния между нуклонами в ядре ${}^6\text{Li}$, $r_{ch}^2(\alpha)$ – квадрат среднеквадратичного зарядового радиуса альфа-частицы, $r_{ch}^2(p)$ – квадрат среднеквадратичного зарядового радиуса протона, $r_{ch}^2(n)$ – квадрат среднеквадратичного зарядового радиуса нейтрона.

Квадрат среднеквадратичного материального радиуса ядра ${}^6\text{Li}$ определяется как разность квадрата среднеквадратичного зарядового радиуса и суммы квадратов среднеквадратичных зарядовых радиусов протона и нейтрона:

$$r_m^2({}^6\text{Li}) = r_{ch}^2({}^6\text{Li}) - r_{ch}^2(p) - r_{ch}^2(n). \quad (2)$$

Магнитный момент ядра ${}^6\text{Li}$ представляет собой следующую величину:

$$\mu({}^6\text{Li}) = \mu_p + \mu_n - \left(\mu_p + \mu_n - \frac{1}{2} \right) \sum_k \frac{J(J+1) + L_k(L_k+1) - S_k(S_k+1)}{2J(J+1)} \times P_k, \quad (3)$$

где μ_p – магнитный момент протона, μ_n – магнитный момент нейтрона, J – спин ядра ${}^6\text{Li}$, L_k – полный орбитальный момент, S_k – полный спин, P_k – статистический вес k -й конфигурации волновой функции относительного движения ядра ${}^6\text{Li}$ (см. таблицу 1).

Оператор квадрупольного момента ядра ${}^6\text{Li}$:

$$\hat{Q} = \hat{Q}_r + \hat{Q}_p = \sqrt{\frac{16\pi}{5}} e \left\{ \frac{1}{4} y_{20}(\vec{r}) + \frac{2}{3} y_{20}(\vec{\rho}) \right\}, \quad (4)$$

где \hat{Q}_r и \hat{Q}_p – операторы квадрупольного момента в относительных координатах Якоби \mathbf{r} и $\boldsymbol{\rho}$, e – элементарный заряд, $y_{20}(\vec{r})$ и $y_{20}(\vec{\rho})$ – сферические гармоники второго ранга в относительных координатах Якоби \mathbf{r} и $\boldsymbol{\rho}$. Так как окончательное выражение для матричного элемента квадрупольного момента ядра ${}^6\text{Li}$ задается довольно громоздким выражением, то ограничимся лишь общим видом его оператора, заданном в выражении (4).

Результаты и обсуждение

Результаты основных статических наблюдаемых ядра ${}^6\text{Li}$ в рамках трехкластерной $\alpha+p+n$ -модели представлены в таблице 3:

Таблица 3. Статические наблюдаемые ядра ${}^6\text{Li}$

Статическая наблюдаемая	Настоящая работа	Двухкластерная модель $\alpha+d$ [3]	Эксперимент [4]
$\sqrt{r_{ch}^2}$, фм	2.56	2.60	2.56
$\sqrt{r_m^2}$, фм	2.43	-	2.43
μ , я. м.	0.82982	-	0.822
Q , мбн	5.5	-0.65	-0.82

Для более точного значения среднеквадратичных зарядового и материального радиусов ядра ${}^6\text{Li}$ нами была добавлена небольшая поправка на зарядовый радиус нейтрона $r_{ch}^2(n) = -0.1161$ фм² [5]. Также были использованы следующие значения среднеквадратичных зарядовых радиусов α -частицы и протона: $\sqrt{r_{ch}^2(\alpha)} = 1.671$ фм и $\sqrt{r_{ch}^2(p)} = 0.875$ фм [5], соответственно. По результатам таблицы 3 наглядно видно, что зарядовый и материальный радиусы определены с максимальной точностью по отношению к экспериментальным данным [4]. Также магнитный дипольный момент ядра достаточно хорошо согласуется по своему значению с определенным в эксперименте [4] значением. Это свидетельствует о том, что выбранные нами конфигурации волновой функции соответствуют действительности природы трехкластерной структуры ядра ${}^6\text{Li}$.

Однако, на сегодняшний день остается открытой проблема квадрупольного момента ядра ${}^6\text{Li}$, так как его значение в $\alpha+p+n$ -модели выходит довольно завышенным и противоположным по знаку. Электрические наблюдаемые ядра ${}^6\text{Li}$ в двухкластерной $\alpha+d$ -модели были исследованы нами ранее в работе [3]. Заметим, что данная модель дает немного завышенное значение среднеквадратичного зарядового радиуса. Однако, данная модель достаточно хорошо описывает квадрупольный момент ядра ${}^6\text{Li}$. В целом, трехкластерная модель дает достаточно точные результаты статических наблюдаемых ${}^6\text{Li}$.

Заключение

Таким образом, в настоящей работе представлены результаты исследований кластерной структуры ядра ${}^6\text{Li}$ в рамках трехчастичной $\alpha+p+n$ -модели. В целом, несмотря на незначительную недосвязку полученный спектр энергий достаточно хорошо согласуется с экспериментальными значениями. Стоит отметить практически точное совпадение полученных значений среднеквадратичных зарядового и материального радиусов, магнитного дипольного момента с экспериментальными данными.

Однако, квадрупольный момент не совпадает по знаку и, более того, оказывается значительно завышенным по абсолютному значению в трехкластерной модели. Тем не менее, полностью учитывая все результаты настоящей работы, можно в дальнейшем использовать полученные волновые функции для расчетов потенциалов взаимодействий и реакций ядра ${}^6\text{Li}$ с нуклонами, альфа-частицами и другими легкими и тяжелыми ядрами.

Список использованной литературы

- 1 Reid R.V. Local phenomenological nucleon-nucleon potentials // *Ann. of Phys.* – 1968. – Vol. 50. – № 3. – P. 411-448.
- 2 Kukulin V.I. et al. Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model: (IV). Large space calculation for $A = 6$ nuclei with realistic nuclear forces // *Nuclear Physics A.* – 1995. – Vol. 586. – P. 151-189.
- 3 Баяхметов О.С., Сахиев С.К. Особенности кластерной структуры ядра ${}^6\text{Li}$ и ее значение при процессах термоядерного синтеза // *Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки».* – 2019. – № 4(68). – С. 120-125.
- 4 Tilley D.R. et al. Energy levels of light nuclei $A = 5, 6, 7$ // *Nuclear Physics A.* – 2002. – Vol. 708. – № 1-2. – P. 3-163.
- 5 Horiuchi W., Suzuki Y. Momentum distribution and correlation of two-nucleon relative motion in ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Li}$ // *Physical Review C.* – 2007. – Vol. 76. – P. 024311.

1 Reid R.V. (1968) *Local phenomenological nucleon-nucleon potentials // Ann. of Phys. Vol. 50, № 3. 411-448.*

2 Kukulin V.I. et al. (1995) *Detailed study of the cluster structure of light nuclei in a three-body model: (IV). Large space calculation for A = 6 nuclei with realistic nuclear forces. Nuclear Physics A. Vol. 586, 151-189.*

3 Bajahmetov O.S., Sahiev S.K. (2019) *Osobennosti klasternoj struktury jadra ${}^6\text{Li}$ i ee znachenie pri processah termojadernogo sinteza [Features of the cluster structure of the ${}^6\text{Li}$ nucleus and its significance in the processes of thermonuclear fusion]. Vestnik KazNPU im. Abaja. Serija «Fiziko-matematicheskie nauki». № 4(68), 120-125.*

4 Tilley D.R. et al. (2002) *Energy levels of light nuclei A = 5, 6, 7. Nuclear Physics A. Vol. 708, № 1-2, 3-163.*

5 Horiuchi W., Suzuki Y. (2007) *Momentum distribution and correlation of two-nucleon relative motion in ${}^6\text{He}$ and ${}^6\text{Li}$. Physical Review C. Vol. 76, 024311.*

ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE

МРНТИ 20.23.17
УДК 004.421

<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.04>

Д.Р. Рахимова¹, К. Ә. Жақыпбаева^{1*}

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан
*e-mail: zhakypbaeva18@gmail.com

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУҒА НЕГІЗДЕЛГЕН POST EDITING МОДЕЛІН АҒЫЛШЫН-ҚАЗАҚ АУДАРМАСЫ ҮШІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа

Машиналық оқыту жасанды интеллекттің бір саласы болып саналады. Оның негізгі идеясы компьютер алдын-ала жазылған алгоритмді қолданумен ғана шектеліп қоймай, мәселені өздігімен шешуді үйрену. Аударма жасау ісі саласында соңғы кездері машиналық оқытуды аудармашының түзетулерімен интеграциялай отырып пайдалану мәселесі өте өзекті болып табылады. Кәсіби аударма саласындағы бұл жана бағытты ағылшын тілінде post-edited machine translation (PEMT) немесе machine translation post-editing (MTPE) деп атау бекітілген.

Көп жағдайларда, машиналық аударманың нәтижелері жариялауға жарамсыз болып жатады. Мұндай нәтижелерді жариялау үшін адамның, яғни аудармашылардың тікелей қатысуы қажетті. Екі жақтың бірлесе жұмыс істеуі жақсы нәтижелер көрсеткендіктен бұл өз кезегінде постредакциялауға және оны зерттеу мен постредакциялаудың автоматтандырылған жүйелерін жасауға қызығушылық тудырып отыр.

Мақалада машиналық оқыту және постредакциялау әдісі қарастырылып, ағылшын-қазақ аудармасына арналған post-editing моделі зерттелді. Зерттеу барысында ағылшын-қазақ аудармасы кезінде жиі кездесетін қателіктер анықталды және GOOGLE translate, яндекс, sozdik.kz, webtran.ru онлайн аударма жүйелерінің нәтижелері салыстырылды. Машиналық оқытуды жүзеге асыруға қажетті материалдар жинақталды және тәжірибе нәтижелері келтірілді.

Түйін сөздер: машиналық оқыту, машиналық аударма, post-edited machine translation (PEMT), постредакциялау.

Аннотация

Д.Р. Рахимова¹, К. А. Жақыпбаева¹

¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ POST-EDITING НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНГЛО-КАЗАХСКОГО ПЕРЕВОДА

Машинное обучение - одна из основных отраслей искусственного интеллекта. Его основная идея - не только использовать алгоритм, написанный компьютером, но и научиться решать задачу самостоятельно. В последние годы в сфере перевода очень актуален вопрос использования машинного обучения и его интеграции с исправлениями переводчика. Это новое направление в области профессионального перевода на английском языке называется post-edited machine translation (PEMT) или machine translation post-editing (MTPE).

Во многих случаях результаты машинного перевода непригодны для публикации. Публикация таких результатов требует непосредственного исправления человека (переводчика). Поскольку совместные работы человека и машины показали хорошие результаты, это, в свою очередь, вызвало интерес к постредактированию и разработке автоматизированных систем постредактирования.

В статье рассматривается метод машинного обучения и постредактирования, а также исследуется модель post-editing для англо-казахского перевода. В ходе исследования были выявлены распространенные ошибки при переводе с английского на казахский и сопоставлены результаты систем онлайн-перевода GOOGLE translate, yandex, sozdik.kz, webtran.ru. Собраны материалы, необходимые для реализации машинного обучения, и представлены результаты эксперимента.

Ключевые слова: машинное обучение, машинный перевод, post-edited machine translation (PEMT), постредактирование.

Abstract

MAIN PROBLEMS OF USING THE POST-EDITING MODEL BASED ON MACHINE LEARNING FOR ENGLISH-KAZAKH TRANSLATION

Rakhimova D.R.¹, Zhakupbayeva K. A.²

¹ *KazNU named Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan*

Machine learning is one of the main branches of artificial intelligence. Its main idea is not only to use an algorithm written by a computer, but also to learn how to solve a problem on your own. Recently, in the field of translation, the issue of using machine learning and its integration with translator fixes has become very relevant. This new direction in professional English translation is called post-edited machine translation (PEMT) or post-edited machine translation (MTPE).

Since the collaborative work of man and machine has given good results, this, in turn, sparked interest in post-editing and the development of automated post-editing systems.

The article discusses the method of machine learning and post-editing, and also explores the post-editing model for English-Kazakh translation. The study identified common mistakes in translation from English into Kazakh and compared the results of online translation systems googl, yandex, sozdik.kz, webtran.ru. The materials necessary for the implementation of machine learning are collected, and the results of the experiment are presented.

Keywords: machine learning, machine translation, post-edited machine translation (PEMT), post-editing.

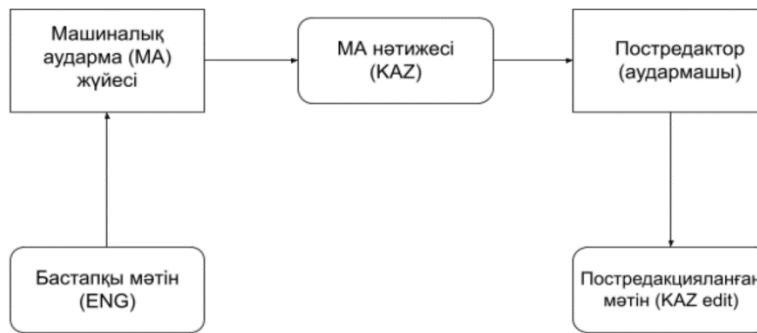
Кіріспе

Соңғы онжылдықта аударуға қажетті деректер көлемінің артуына байланысты машиналық аудармаға деген сұраныс та арта түскен болатын және бұл фактор машиналық аударма сапасының жақсаруына, жұмыс істеу жылдамдығының артуына және қолжетімдірек болуына да өз септігін тигізді. Машиналық аударманың әртүрлі аударма жүйелерімен интеграциялануы оның профессионалды контекстте көбірек таралуына жол ашып отыр. Әрине, аудармашылардың орнын толығымен машиналық аударма басуы қазіргі кезде мүмкін емес тәрізді көрінеді, алайда машинамен бірлесе жұмыс істеу бүгінгі күнде кәсіби аудармашылардың жұмысының бір бөлігіне айналды [1-3].

Бүгінгі таңдағы толықтай дерлік ақпараттардың цифрландырылған кезеңінде қазақ тілі үшін машиналық аударманың маңыздылығы артып отыр. Себебі, ақпараттар әр минут сайын жаңартылып отырады және әлемдік ғаламтор жүйесі және басқа ақпарат көздері арқылы тез тарайтыны белгілі. Бұл фактор ақпараттарды өңдеуге кететін уақыттың қысқаруына әсерін тигізді. Ақпараттар бір тілден екінші тілге өте тез (яғни онлайн, адамның қатысуынсыз) және дұрыс, қатесіз аударылуы қажет. Мақалада зерттеулер ағылшын-қазақ аудармасы үшін жасалған. Қазіргі уақытта, әрине, ағылшын-қазақ аудармасын жүзеге асыруға көмектесетін онлайн аударма жүйелері көп. Бірақ аударма кезінде көптеген қателіктер кездесіп жатады. Мақалада ағылшын-қазақ аудармасы кезіндегі қателіктердің туындау себептері келтірілген және GOOGLE translate, яндекс, sozdik.kz, webtran.ru онлайн аударма жүйелерінің нәтижелеріне анализ жасалды. Жалпы, машиналық аударма – бір табиғи тілдегі мәтінді басқа тілдегі мазмұны бойынша эквивалентті мәтінге айналдыру үшін компьютерде орындалатын іс-әрекет, әрекеттің нәтижесі [4]. Ал, post-editing – адам еңбегін қолданып, машиналық аударма нәтижесін жақсарту процесі [5]. Машиналық аударманы жүзеге асыру мақсатында ағылшын, қазақ тілдеріндегі параллельді корпустар жинақталған. Жалпы машиналық оқытуды іске асыру үшін біз NMT-ді (Neural machine translation) пайдаланамыз және мақалада жүргізілген тәжірибелер нәтижелері келтірілген.

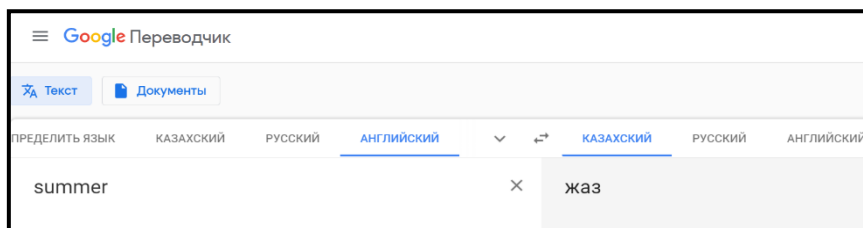
Зерттеу әдіснамасы

Машиналық аударма жүйелерінің айтарлықтай дамуына қарамастан, шығатын материал көбінесе адамның қайта қарауын қажет етеді. Бұл процесс өңдеуден кейінгі машиналық аударма (PEMT, постредакциялау) деп аталады және алдын-ала қойылған талаптарға сәйкес машиналық аударма мәтініне түзетулер енгізуді білдіреді. Редакциядан кейінгі редакциялаудың айырмашылығы, бірінші жағдайда бастапқы мәтін - бұл машина жасаған аударма, ал екінші жағдайда - бұл адам аудармасы. Өңдеуден кейінгі кезеңнен өткен мәтінді әрі қарай редакторға стилистикалық, грамматикалық және лексикалық қателерді және мәтіннің мақсатты оқырманға функционалды бағытын түзету үшін беруге болады. Түзету жасайтын маман аудармашыдан немесе редактордан гөрі жоғары білікті болуы қажет (1-сурет).

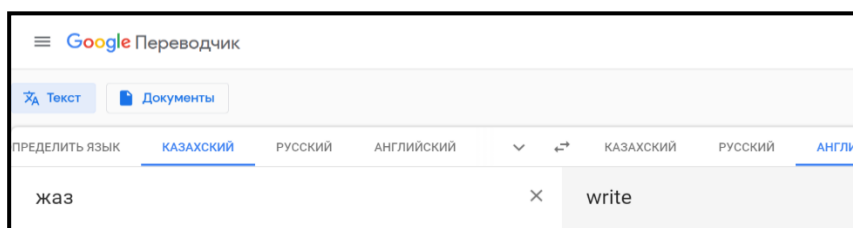


Сурет 1. Post-editing жүзеге асырылуы моделі [6]

Машиналық аударманың шығарылу сапасына бастапқы мәтіннің белгілі бір сипаттамалары әсер етеді, олар «аудару қабілеттілігі көрсеткіштері» немесе «аударудың жағымсыз индикаторлары» [2]. Осы сипаттамалар бойынша зерттеулердің көп бөлігі ағылшын тілінде жүргізілгеніне қарамастан, алынған нәтижелерді барлық тілдерге қолдануға болады. Осы сипаттамалардың біріншісі - **сөйлемнің ұзындығы мен құрылымы**. Ұзын да, өте қысқа сөйлемдер де сапасыз нәтижеге әкелуі мүмкін. Машиналық аударма жүйесі үшін мағынаны дәл беру үшін өте қажет ұзақ сөйлемді дұрыс талдау қиынға соғады. Қысқа сөйлемдер шектеулі контекстке байланысты екі мағыналы болуы мүмкін. Сөйлем құрылымы тұрғысынан алғанда сөйлемнің негізгі мүшелерінің біреуі немесе екеуі де жоқ болатын толық емес сөйлемдерді, сондай-ақ жалғаулық шылаулары бар сөйлемдерді аудару қиын. Сөйлемнің тағы бір «аударудың жағымсыз индикаторы» - бұл белгілі бір сөйлеу бөліктері мен сөз тіркестерінің болуы, мысалы, жеке зат есімдер, күрделі зат есімдер, етістіктің тұлғасыз түрлері; немесе предлогтармен тіркелген тіркестер, зат есімнің ұзақ тіркестері. Мысалы, қазақ тіліндегі бір сөзден ғана тұратын сөйлем “Жаз” (2,3-сурет).



Сурет 2. Summer сөзінің қазақ тіліне Google аударма жүйесінің көмегімен аударылуы



Сурет 3. Жаз сөзінің ағылшын тіліне Google аударма жүйесінің көмегімен аударылуы.

Мұнда жаз сөзін ағылшын тілінен қазақ тіліне және керісінше аударған кезде мүлде екі түрлі мағынадағы сөздер нәтижеге шығып тұр. “Жаз” сөзі қазақ тілінде көп мағыналы сөз екенін ескеретін болсақ, бұл мысал бізге постредакциялаудың артықшылығы осындай кереғарлық жағдайларда контекстке байланысты аударма жасауға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді.

Қазіргі кезде кең қолданыстағы аударма қызметтері осы ерекшеліктерді барынша ескеруге тырысуда. Бірақ әлі де көптеген орнын толтыру қажет кем кетіктері бар. Кең қолданылып жүрген интернет желісіндегі аударма қызметтері кейбір қазақ тіліндегі сөйлемдерді контекст бойынша дұрыс аудармай жатады. Дұрыс аударылмауының себептерінің бірі сөйлемде омонимдердің кездесуі (1-кесте):

Кесте 1. Кең қолданыстағы аударма қызметтерінің нәтижелері.

<i>Негізгі мәтін</i>	<i>Google translate</i>	<i>Yandex Translate</i>	<i>Webtranslate</i>
<i>Армандар мен Бақыт далада ойнап жүр. Arman and Bakhyt are playing in the field.</i>	<i>Arman and Bakhyt are playing in the field.</i>	<i>Dreams and Happiness are playing in the field.</i>	<i>Arman and Bakhyt are playing in the field.</i>
<i>Бір күні апасы бәліш пісіріп, қызына кешікпеуін айтады. One day, her mother bake a cake, the daughter of late say</i>	<i>Бір күні әпкесі торт пісіріп, қызына кешікпеуді бұйырды.</i>	<i>Бірде оның әпкесі торт пісіріп, қызына кешікпеу үшін айтты.</i>	<i>Бір күні әпкесі торт пісіріп, қызына кешікпеуді бұйырды.</i>
<i>Ұлы әкесінің мақтанышына, мамасының қуанышына айналады. The pride of his father's, mother's joy becomes</i>	<i>Әкесінің, анасының қуанышының мақтанышы болады.</i>	<i>Әкесінің мақтанышы, ананың қуанышы.</i>	<i>Әкесінің, анасының қуанышының мақтанышы болады.</i>

Бұдан бөлек ағылшын-қазақша аударма жасалуы барысында қателердің туындауына қазақ тілінің өзіндік ерекшеліктері үлкен әсерін тигізеді. Олар төмендегідей:

- лексикалық құрылымның жақындығы;
- үйлесімділік (сингармонизм) заңы;
- агглютинация - қосымшалар қатары;
- санаттың болмауы;
- көмекші сөздердің (предлогтардың) болмауы;
- сөздердің арнайы тәртібі [3].

Машиналық оқытуды жүзеге асыру үшін алдымен үлкен көлемде ағылшын тіліндегі корпустар қажет, корпустар нәтижелерін онлайн аударма жүйесі көмегімен, яғни, машиналық аударма көмегімен қазақ тіліне аударамыз және алынған нәтижелерді редакциялаймыз, соңында редакциялаудан өткен, сапалы мәтін біздің постредакцияланған текстіміз болып табылады. Постредакцияланған мәтінді және онлайн аударма жүйесі аударған мәтінді пайдаланып машиналық оқытуды жүзеге асырамыз.

Осы мақсатты жүзеге асыру үшін мен www.akorda.kz сайтының ағылшын және қазақ тілдеріндегі нұсқаларынан өзімізге қажетті параллельді корпустарды жинақтап алдық. Төменде корпусты жинақтауға арналған кодтың негізгі бөлігі келтірілген:

```
import requests
from bs4 import BeautifulSoup as BS
func = Functions()
_host = 'https://www.akorda.kz/'
_url = 'https://www.akorda.kz/'
f = open('result.txt', 'w')
for i in range(120):
    print(_url)
    r = requests.get(_url)
    html = BS(r.content, 'html.parser')
    links = []
    for block in html.select('#content > .news_en > header > h2.entry-title'):
        for link in block.select('a'):
            links.append(link['href'])
    print(links)
    for lin in links:
        nfo = func.post_info(lin)
        f.write('text: ' + nfo + '\n\n')
    _url = func.next_page(_url)
f.close()
```

1 THE FIRST PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN - ELBASY .
 2 He was born on July 6 , 1940 in the village of Chemolgan , Kaskelen District , Almaty region .
 3 In 1967 , he graduated from the Highest Technical Educational Institution at the Karaganada Metallurgic Works .
 4 He is a Doctor in Economics , Academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan , International Academy of Engineering , Russian Federation Academy of Social Sciences , Honorable Professor of the Al-Farabi Kazakh State National University , Honorable Member of the Academy of Science of the Republic of Belarus , Honorable Professor of the Lomonosov Moscow State University .
 5 From 1960 through 1969 , he worked at the Karaganda Metallurgical Works .
 6 From 1969 through 1973 , he was involved in the Party and Komsomol work in Temirtau of the Karaganda region .
 7 From 1973 to 1977 , he was a secretary of the party committee at the Karaganda Metallurgic Works .
 8 From 1977 through 1979 , he served as secretary , and then second secretary of the Regional Committee of the Party in Karaganda .
 9 From 1979 through 1984 , he served as Secretary of the Central Committee of the Communist Party of Kazakhstan .
 10 From 1984 through 1989 , he was a Chairman of the Ministers Council of the Kazakh Soviet Socialist Republic .
 11 From 1989 through 1991 , he served as First Secretary of the Central Committee of the Communist Party of Kazakhstan .
 12 From February to April 1990 , he concurrently served as Chairman of the Supreme Council of the Kazakh Soviet Socialist Republic .
 13 Since April 1990 , he is a President of the Republic of Kazakhstan .
 14 On December 1 , 1991 the first national presidential elections were held where Nursultan Nazarbayev had been supported by 98 . 7 percent of electors .
 15 On April 29 , 1995 the powers of the President Nursultan Nazarbayev have been prolonged till 2000 as a result of the national referendum .
 16 On January 10 , 1999 he was elected the President of the Republic of Kazakhstan on the alternative basis with 79 . 78 per cent of electors .
 17 On April 3 , 2011 he was again elected President of the Republic of Kazakhstan supported by 95 . 5 per cent of electors .
 18 Nursultan Nazarbayev , Kazakhstan's President in office , wins a double-digit victory at the latest early elections of the head of state on April 26 , 2015 .

Сурет 3. Код нәтижесінде жинақталған ағылшын тіліндегі корпус

Мұндағы нәтижеге токенизация жасалған, яғни, бұл нәтиже ары қарай түрлі эксперименттер жасауға ыңғайлы түрге келтірілген.

Барлық нәтижелер түрлі салыстырулар мен тексерулерді орындау үшін ыңғайлы кесте түрінде жинақталуда. Қазіргі кезде жинақталып жатқан материалдар мысалын келесі кестеден көруге болады (2 - кесте).

Кесте 2. Ағылшын-қазақ және редакцияланған қазақ тіліндегі мәтін мысалы.

English	Kaz (google)	Kaz (post-edited)
THE FIRST PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN - ELBASY	ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІРІНШІ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫ	ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ – ЕЛБАСЫ
He was born on July 6, 1940 in the village of Chemolgan, Kaskelen District, Almaty region.	Ол 1940 жылы 6 шілдеде Алматы облысы, Қаскелең ауданы, Шамалған ауылында дүниеге келген.	1940 жылғы 6 шілдеде Алматы облысы, Қаскелең ауданы, Шамалған ауылында дүниеге келген.

Neural machine translation машиналық аударманы жүзеге асыру үшін жасанды нейрондық жүйелерді пайдалану болып табылады. Эксперименттік бөлікті жүзеге асыру үшін көптеген қолжетімді ресурстарды қарастырған болатынбыз және әртүрлі ақпараттар осы ізденістер нәтижесінде жинақталды. Келесі код көмегімен NMT-ді жүзеге асырдық:

```
!python -m nmt.nmt.nmt \
--src=kaz --tgt=kazedit \
--vocab_prefix=./nmt_data/vocab \
--train_prefix=./nmt_data/train \
--dev_prefix=./nmt_data/tst2012 \
--test_prefix=./nmt_data/tst2013 \
--out_dir=./nmt_model \
--num_train_steps=12000 \
--steps_per_stats=100 \
--num_layers=2 \
--num_units=128 \
--dropout=0.2 \
--metrics=bleu [6]
```

Зерттеу нәтижелері

Бастапқыда параллельді корпустағы жалпы сөйлемдер саны 24000 болған еді. Оның 16000 сөйлемі - train, 4000 сөйлем – валидация және 4000 сөйлем – тестілеу. Орындалған NMT нәтижесі **Bleu = 6.1** көрсетті.

Мұндағы, Bleu (Bilingual Evaluation Understudy) – нәтижені алу кезіндегі негізгі өлшем болып табылады және бұл мәтіннің аудармасын бір немесе бірнеше сілтеме аудармаларымен салыстыруға арналған өлшем.

Кейіннен корпустар көлемі ұлғайтылды, train – 33000 → 38642 → 42642 → 50642 аралығында өзгеріп отырды. Корпус көлемі 50642 сөйлемге жеткен кезде валидацияға арналған сөйлемдер саны 4000-нан 1302-ге дейін, ал тесттегі сөйлемдер саны 4000-нан 1250-ге дейін кемітілді.

Соңғы алынған нәтиже bleu test: 7.8.

Дискуссия

Жоғарыда келтірілген кодтағы гиперпараметрлерді корустардың көлеміне қарай өзгертіп қажетті нәтижелерді ала аламыз. Зерттеулер мен ізденістер барысында Github порталында вьетнам-ағылшын аудармасы үшін келтірілген машиналық оқыту нәтижелері қарастырылған болатын, сілтемесі пайдаланылған әдебиеттер тізімінде келтірілді [7-10].

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі ағылшын-қазақ аудармасының сапасын жақсартуға үлкен септігін тигізе алады. Қазіргі уақытта технологиялардың өте тез дамуы мен аударма қызметтеріне деген сұраныстың артуын ескеретін болсақ, машиналық аударма саласының алдағы уақытта да сұраныста болатынын түсінуге болады. Сол себепті, қазақ тіліне әлемдік тілдердегі ақпараттардың дұрыс аударылуына баса назар аудару маңызды болып табылады.

Қорытынды

Сонымен, мақалада постредакциялаудың жұмыс істеу моделі және жұмыс істеу принципі түрлі мысалдар көмегімен түсіндірілген. Корпустарды жинақтауға мүмкіндік беретін код келтірілген және жақсы нәтижеге жету үшін өте үлкен көлемдегі мәтіндер қажет болғандықтан, екінші кестедегідей ретпен постредакциялау орындалып нәтижелер жинақталуда. Машиналық оқытуды жүзеге асыру үшін жасанды нейрондық жүйелерді пайдаланылды және оның коды мен тәжірибе нәтижелері мақалада келтірілген. Ендігі кезекте машиналық оқыту нәтижелерінің сапасын, яғни аударманың дұрыс болуына тікелей әсер ететін параметрлер көрсеткіштерін жақсарту мақсаты алға қойылып отыр.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Koponen M. *Is Machine Translation Post-editing Worth the Effort? A Survey of Research into Post-editing and Effort* // *The Journal of Specialised Translation Issue 25 – January 2016*, - С. 3-5
- 2 Нечаева Н.В., Светова С.Ю. *Постредактирование машинного перевода как актуальное направление подготовки переводчиков в вузах // Вопросы методики преподавания в вузе. - 2018. - №7 (25). - С. 64-72*
- 3 Дүйсебекова К.С., Копболсын Л.С. *Вычислительная обработка казахского языка: сборник научных трудов / под редакцией Рахимовой Д.Р. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. – С. 123-124*
- 4 Tomas Mikolov, Wen-tau Yih, and Geoffrey Zweig. *Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations. The Association for Computational Linguistics. In HLTNAACL, p. 746–751(2013).*
- 5 Чакырова Ю.И. *Постредактирование в транслатологической парадигме // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. – 2013. – №8. – С. 137-144.*
- 6 Thang Luong, Eugene Brevdo, Rui Zhao (2019) *Neural Machine Translation (seq2seq)* - <https://github.com/tensorflow/nmt>
- 7 *The Importance of Machine Translation Post-Editing and Its Application to Translation* // WEB- Strastburg University website. [Electronic resource] - 2018. - URL: <https://mastertloc.unistra.fr/2018/12/03/>
- 8 ISO 18587:2017 (2017). *Translation Services – Post-editing of machine translation output – Requirements. International Organization for Standardization*
- 9 *Fully automated machine translation service* // [Electronic resource] – 2020. – URL: <https://www.semantix.com/machine-translation/>
- 10 *Post-editing Machine Translation Best Practices. By Dan Zdarek* // [Electronic resource] - 2020. - URL: <https://www.memsource.com/blog/post-editing-machine-translation-best-practices/>

References

- 1 Koponen M., (2016) *Is Machine Translation Post-editing Worth the Effort? A Survey of Research into Post-editing and Effort [Is Machine Translation Post-editing Worth the Effort A Survey of Research into Post-editing and Effort] The Journal of Specialised Translation Issue 25, 3-5. (In English)*
- 2 Nechaeva N.V., Svetova S.Ju., (2018) *Postredaktirovanie mashinnogo perevoda kak aktual'noe napravlenie podgotovki perevodchikov v vuzah [Machine translation post-editing as an important area of training translators in universities] Voprosy metodiki преподаvanija v vuzе. №7 (25). 64-72 (In Kazakh)*

3 Dujsebekova K.S., Korbolsyn L.S., (2020) *Vychislitel'naja obrabotka kazahskogo jazyka: sbornik nauchnyh trudov*[Computational processing of the Kazakh language: collection of scientific papers] / pod redakciej Rahimovoj D.R. – Almaty: Қазақ universiteti, 123-124

4 Tomas Mikolov, Wen-tau Yih, and Geoffrey Zweig, (2013) *Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations* [Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations]. The Association for Computational Linguistics. In *HLTNAACL*, 746–751.

5 Chakyrova Ju.I. (2013) *Postredaktirovanie v translatologicheskoj paradigme* [Post-editing in the translational paradigm] // *Vestnik PNIPU. Problemy jazykoznanija i pedagogiki*. №8. 137-144. [In Russian]

6 Thang Luong, Eugene Brevdo, Rui Zhao (2019) *Neural Machine Translation (seq2seq)* <https://github.com/tensorflow/nmt>

7 *The Importance of Machine Translation Post-Editing and Its Application to Translation WEB-* Strastburg University website (2018) [Electronic resource]. URL: <https://mastertloc.unistra.fr/2018/12/03/>.

8 ISO 18587:2017 (2017) *Translation Services – Post-editing of machine translation output – Requirements*. International Organization for Standardization.

9 *Fully automated machine translation service* (2020) [Electronic resource]. URL:<https://www.semantix.com/machine-translation/>

10 *Post-editing Machine Translation Best Practices*. By Dan Zdarek (2020) [Electronic resource]. URL:<https://www.memsource.com/blog/post-editing-machine-translation-best-practices/>

МРНТИ 28.23.37
УДК 004.

<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.09>

А.А. Муханбет, Б.С. Дарибаев, Е.С. Нурахов*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**e-mail: mukhanbetaksultan0414@gmail.com*

НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ

Аңдатпа

Мұнайды ығыстыру мәселесі нейрондық желілер арқылы шешілді. Бакли-Левевертт моделі таңдалды, ол мұнайды сумен ығыстыру процесін сипаттайды. Мұнай, су фазаларының үздіксіздік теңдеуінен және Дарси заңынан тұрады. Міндет-мұнайды ығыстыру мәселесін оңтайландыру. Оңтайландыру үш деңгейде жүзеге асырылады: есептеулерді векторлау; алгоритмді нейрондық желілерді қолдана отырып жүзеге асыру. Жұмыста ұсынылған әдістің ерекшелігі-әдісті жоғары дәлдікпен және ең аз қателіктермен сәйкестендіру, нейрондық желілердің көмегімен шешу. Зерттеу жұмысы сонымен қатар нейрондық және рекуррентті нейрондық желілермен салыстырылған алғашқы жұмыстардың бірі болып табылады. Зерттеу нәтижесінде градиентті жоғарылату жіктеуіштері мен нейрондық желі жоғары дәлдікті көрсетті, сәйкесінше 99,99% және 97,4%. Осы мақсатқа жету үшін 10-класстан 67000-нан астам деректер жиынтығы жасалды. Бұл деректер кеуекті ортадағы мұнайды ығыстыру мәселелерін шешу үшін маңызды. Ұсынылған әдістеме нейрондық желілерге мұнай туралы білімді енгізудің қарапайым және талғампаз тәсілін ұсынады. Бұл нейрондық желілердің ең маңызды екі кемшілігін жояды: үлкен мәліметтер жиынтығына қажеттілік және экстраполяцияның сенімділігі. Ұсынылған принциптерді болашақта сансыз тәсілдермен жинақтауға болады және тікелей және кері мұнай мәселелерін шешу үшін алгоритмдердің жаңа класын құруға әкелуі керек.

Түйін сөздер: Бакли-Левевертт, нейрондық желі, сәулет, метрика, оқыту.

Аннотация

А.А. Муханбет, Б.С. Дарибаев, Е.С. Нурахов*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Проблема вытеснения нефти решалась с помощью нейронных сетей. Была выбрана модель Бакли-Левевертта, описывающая процесс вытеснения нефти водой. Он состоит из уравнения неразрывности нефтяной и водной фаз и закона Дарси. Задача - оптимизировать проблему вытеснения масла. Оптимизация проводится на трех уровнях: векторизация расчетов; реализация алгоритма с использованием нейронных сетей. Особенностью предлагаемого в работе метода является идентификация метода с высокой точностью и минимальными ошибками, решение с помощью нейронных сетей. Это исследование также является одним из первых, в котором сравниваются нейронные и рекуррентные нейронные сети. В результате исследования классификаторы повышения градиента и нейронные сети показали высокую точность, 99,99% и 97,4% соответственно. Для достижения этой цели было создано более 67 000 наборов данных из 10-го класса. Эти данные важны для решения проблемы вытеснения нефти в пористых средах. Предлагаемый метод обеспечивает простой и изощренный способ внедрения знаний о нефти в нейронные сети. Это устраняет два наиболее важных недостатка нейронных сетей: необходимость в больших наборах данных и надежность экстраполяции. Предлагаемые принципы могут быть обобщены бесчисленным количеством способов в будущем и должны привести к созданию нового класса алгоритмов для решения прямых и обратных нефтяных проблем.

Ключевые слова: Бакли-Левевертт, нейронная сеть, архитектура, метрики, обучение.

Аннотация

SOLVING THE PROBLEM OF OIL RELEASE USING NEURAN NETWORKS

*Mukhanbet A.A. *, Daribaev B.S., Nurakhov Y.S.*

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The problem of oil displacement was solved through neural networks. The Buckley-Leverett model was chosen, which describes the process of displacing oil with water. It consists of the equation of continuity of oil and water phases and Darcy's law. The task is to optimize the problem of oil displacement. Optimization is carried out at three levels: vectorization of calculations; implementation of the algorithm using neural networks. The peculiarity of the method proposed in the work is the identification of the method with high accuracy and minimal errors, the solution with the help of neural networks. The study is also one of the first to compare neural and recurrent neural networks. As a result

of the study, gradient enhancement classifiers and neural networks showed high accuracy, 99.99% and 97.4%, respectively. To achieve this goal, more than 67,000 data sets from 10th grade were created. These data are important for solving the problem of oil displacement in porous media. The proposed method provides a simple and sophisticated way to introduce oil knowledge into neural networks. This eliminates two of the most important disadvantages of neural networks: the need for large data sets and the reliability of extrapolation. The proposed principles can be summarized in countless ways in the future and should lead to the creation of a new class of algorithms for solving direct and reverse oil problems.

Keywords: Buckley-Leverett, neural network, architecture, metrics, training.

Кіріспе

Машиналық оқыту және компьютерлік көру бұрыннан бері зерттеудің ең танымал бағыттарының бірі болып келеді. Соңғы жылдары машиналық оқыту әдістері деректерді өңдеу үшін ғылымның әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Мұнай өнеркәсібінде машиналық оқытуды қолдану да белсенді түрде кеңейуде. Мұнай өндіру мәселелерін шешу үшін резервуарлардың геологиялық модельдерін қолдану қажет. Резервуар моделінің мөлшері ұлғайған сайын есептеу уақыты артады. Сондықтан мұнай өндіруді болжауға көп уақыт кетеді.

Бұл мәселені шешудің бір тәсілі-осы жұмыстың мақсаты болып табылатын нейрондық желілерді пайдалану. Бұл жұмыста мұнай өндіруді болжау үшін машиналық оқытудың тиімді әдістерін қолдану тәсілдері қарастырылады. Жүйені оқыту үшін мұнай кен орнынан алынған Тарихи деректер және екі ұңғымаға (айдау және өндіру) негізделген суррогат модельдерінен алынған синтетикалық деректер пайдаланылды. Синтетикалық деректер әртүрлі геологиялық параметрлерді өзгерту арқылы математикалық модельдер (мұнайды ығыстыру модельдері, қабаттардың мұнай беруін арттыру модельдері) негізінде алынды. Алгоритмді жүзеге асыру кезінде Машиналық оқыту және жіктеу әдістері ескерілді. Нәтижесінде, машинаны оқыту әдістерін қолдана отырып, тұрақты тордағы дәстүрлі есептеу тәжірибелерімен салыстырғанда анағұрлым өнімді екендігі анықталды.

Энергетикалық жүйелер-бұл машиналық оқыту әдістері үшін ерекше проблемалар жиынтығы. Олардың үлкен қаржылық және экологиялық салдары, үлкен белгісіздігі және қатаң физикалық шектеулері бар. Бақылау-өлшеу құралдары, телеметрия және деректерді сақтау саласындағы соңғы жетістіктер операторларға шешім қабылдау кезінде деректерге көбірек сенім артуға мүмкіндік берді. Алайда, осы деректердің барлығын біріктіру проблема болып табылады, ал шешімдер туралы уақтылы хабарлау қажеттілігі көптеген салаларда маңызды бәсекелестік артықшылыққа айналды [1]. Бұл жұмыстың басты уәждерінің бірі-жердегі жүйелерге машиналық оқытуды қолданудың сенімді әдістемесі әлі жоқ.

Физикаға негізделген қазіргі заманғы машиналық оқыту әдістері туралы әдебиеттерді шолудан кейін Бакли-Левевертт проблемасына әдіс және оны қолдану ұсынылған [2]. Бастапқы тапсырманың өзгеруі жалғасады, оның ішінде бірнеше физикалық және өлшемді.

Қазіргі уақытта есептеулер мұнай мен газ өндіру саласындағы маңызды бөлімдердің бірі болып табылады. Мұнайдың ығысуын және басқа процестерді модельдеуге болады. Көптеген жетекші мұнай-газ компаниялары есептеулерге көбірек көңіл бөледі, өйткені оларсыз компанияларды одан әрі дамыту мүмкін емес. Кеуекті ортадағы мұнайды ығыстыру мәселесі күрделі және машинаны оқыту әдістерін қолдана отырып, мұнайды өндіру және ығыстыру туралы мәліметтерді дұрыс болжауға болады.

Әдістеме

Бұл зерттеудің мақсаты нейрондық желілерді қолдана отырып, мұнайды ығыстыру мәселесін шешудің тиімділігін болжау және арттыру болып табылады. Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы-нейрондық желілерді қолдана отырып, мұнайды ығыстыру мәселелерін шешу үшін жоғары дәлдікпен және ең аз қателіктермен әдісті анықтау. Бұл мұнайдың ығысуын жақсы және дәл модель арқылы болжауға мүмкіндік береді. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- мұнайды ығыстыру үшін Бакли-Левевертт моделін қолдана отырып мәліметтер жиынтығын жинау;
- нейрондық желілерді пайдалана отырып мұнайдың ығысуын болжау міндеттерін іске асыру;
- болжау есептеріндегі ең жақсы жіктеуішті анықтау үшін алгоритмдердің сапасына сандық бағалау жүргізу.

Баклей-Левевертт моделі

Белгілі бір уақыт аралығында белгілі бір температурада айдау ұңғымасынан суды соруды есептеу қарастырылады. P_{inj} және P_{prod} ($P_{inj} > P_{prod}$) қысымы айдау және өндіру ұңғымаларында орнатылады. Сорылатын су мұнайды резервуардан шығарады, ол өз кезегінде өндіруші ұңғымаға түседі. Бұл мәселені зерттеп, резервуардағы мұнайды ығыстыру кезінде массалық емес процестерді талдау үшін компьютерлік үлгіні жасау қажет [3].

Екіфазалы сүзудің математикалық моделі ағындағы су мен май балансының теңдеулерінен тұрады. $\partial\Omega$ шекарасы арқылы Ω ауданының жүйелік теңдеуі келесі түрде жазылады.

$$m \frac{\partial S_1}{\partial t} + \operatorname{div}(\bar{v}_1) = 0, \quad (1)$$

$$m \frac{\partial S_2}{\partial t} + \operatorname{div}(\bar{v}_2) = 0, \quad (2)$$

$$\bar{v}_1 = -k \frac{f_1}{\mu_1} \nabla P, \quad (3)$$

$$\bar{v}_2 = -k \frac{f_2}{\mu_2} \nabla P, \quad (4)$$

мұндағы m -қабаттың кеуектілігі, s_1, s_2 -сәйкесінше су мен мұнаймен қанықтыру, $0 \leq s_1, s_2 \leq 1, s_1 + s_2 = 1$; өткізгіштік коэффициенті; k қатынасы абсолютті өткізгіштік, f_1, f_2 – салыстырмалы фазалық өткізгіштік; μ_1, μ_2 -тұтқырлық; P -қысым.

Сонымен, P функциясы, яғни қысым келесі бастапқы және соңғы жағдайларда табылуы керек.

$$\left. \frac{\partial P}{\partial n} \right|_{\partial\Omega} = 0, \quad (5)$$

мұндағы $\partial\Omega$ -аумақтың шекарасы [4].

Сызықтық әдіспен есептеу үшін қысымды анықтау алгоритмі қолданылады. Осы қысымның n -ші уақытша қабатында қысым осы уақыт қабатында болады, содан кейін есептеулер бірдей ретпен қайталанады. Нәтижелердің дұрыстығын тексеру үшін айдамалау және өндіру ұңғымалары дебиттерінің сәйкестігі тексеріледі және бақыланады.

Есеп айырысулар мынадай тәртіппен жүргізіледі:

- есептеу үшін қажетті бастапқы деректер берілді;
- қысымның таралуы шарт орындалғанға дейін есептеледі;
- келесі есептеу уақыт өте келе жүреді [5].

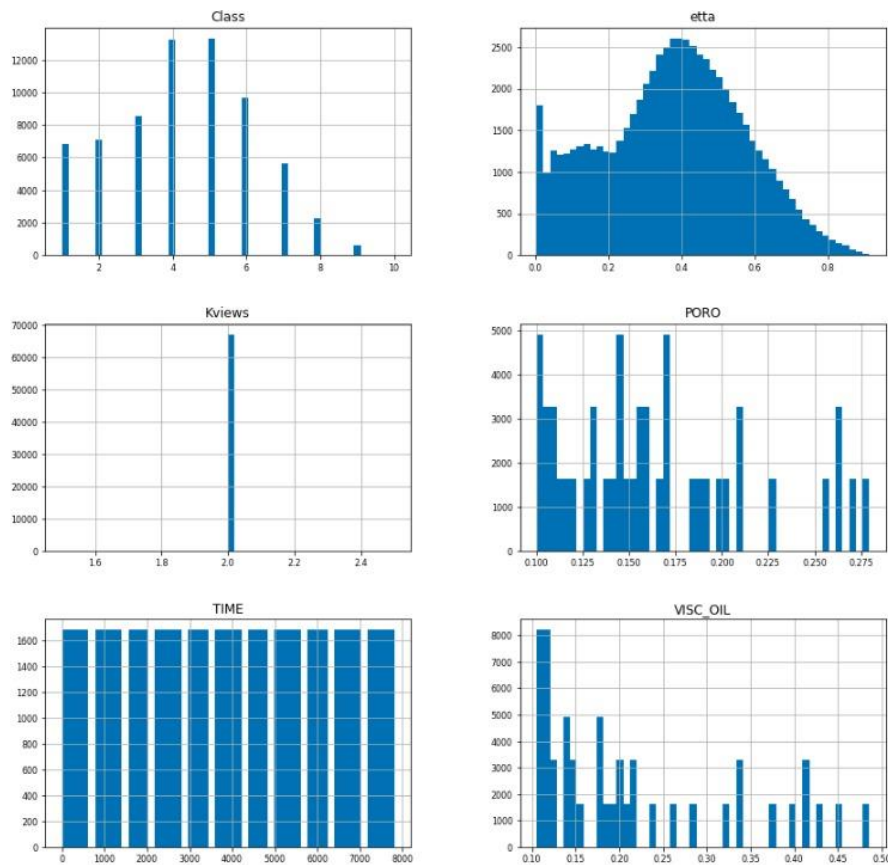
Бұл жұмыста алынған математикалық модельдің синтетикалық деректері оқыту және тестілеу үлгілеріне бөлінді. Машинаны оқыту моделінің кіріс параметрлері ретінде төрт параметр, ал шығыс параметрі ретінде мұнай алу коэффициенті алынды.

Кіріс параметрлері ретінде мұнай өндіру міндеті параметрлерінің әртүрлі комбинациясы алынды (кеуектілік, мұнай фазасының тұтқырлығы және жыныстың абсолютті өткізгіштігі). Ал шығыс параметрі ретінде мұнай өндіру коэффициентінің мәні таңдалды. Бакли-Левретт моделін қолдана отырып, әртүрлі өткізгіштік индекстер үшін 6 синтетикалық мәліметтер жиынтығы жасалды. Әрбір деректер жиынтығында тұтқырлық, кеуектілік және мұнай өндіру коэффициенті мәндері бар. Майдың тұтқырлығы 0,1–0,5 аралығында, кеуектілігі 0,1–0,3 аралығында және өткізгіштіктің әртүрлі нұсқаларында өзгереді. Деректер алынған Бакли-Левретт математикалық моделін [6] көруге болады.

Нәтижелер

Бакли-Левретт моделін қолдана отырып мәліметтер жинау

Жалпы, бұл деректер Бакли-Левретт математикалық моделінің синтетикалық деректері болып табылады [7]. Деректердің жалпы көлемі 67240 құрайды. Бакли-Левретт моделінің ішінде параметрлер алынды (1-сурет), атап айтқанда: кеуектілік, тұтқырлық, абсолютті өткізгіштік, уақыт итерациясы, мұнай алу коэффициенті.



Сурет 1. Бакли-Леверетт математикалық моделінің синтетикалық мәліметтерінің визуализациясы

Деректер жиынтығын зерттеу және осы деректерді баған түрінде бейнелеу арқылы айнымалы ішіндегі мәндерді бөлуге болады.

Нейрондық желілер.

Нейрондық желі архитектурасына жалпы 21658 параметрді қолданылды. Бұл зерттеу NN үшін кіріс параметрлері ретінде кеуектілік, мұнай фазасының тұтқырлығы, абсолютті өткізгіштігі және уақыт бойынша итерация көрсетілген. Мұнай шығару коэффициенті нейрондық желінің шығыс параметрі ретінде көрсетілген. Нейрондық желі 5 жасырын қабаттан тұрады. Активациялық функциясы-relu, ал активациялық функциясының шығыс функциясы softmax болды. Шығын функциясы үшін RMS қатесі қолданылды. 5 кіріс параметрлері алынды. Жасырын қабаттағы бес нейрон нейрондық желілер үшін оңтайлы сан екендігі анықталды.

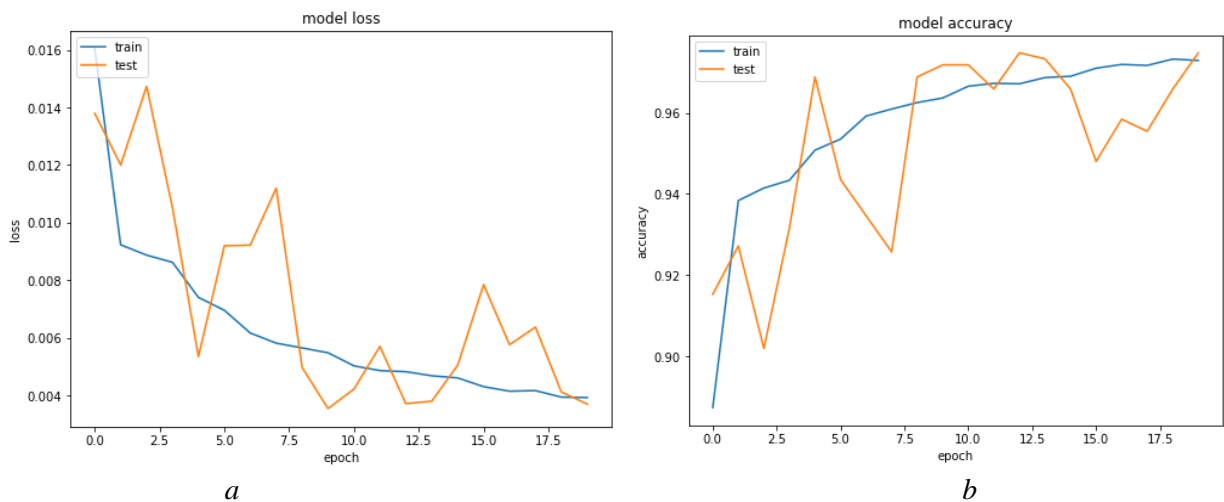
Нейрондық желіні оқыту үшін көптеген кіріс параметрлері қолданылған жұмыс бар. Бұл нейрондық желінің шамадан тыс және жеткіліксіз болуына әкелді. Нейрондық желі архитектурасын 2-суреттен көруге болады.

Шығын неғұрлым аз болса, модель соғұрлым жақсы болады. Оқыту және тексеру кезінде шығындар есептеледі және олардың өзара әрекеттесуі модельдің осы екі жиынтықта қаншалықты жақсы жұмыс істейтінін көрсетеді. Бұл оқыту немесе тест жиынтығындағы әр мысал үшін жіберілген қателіктердің қосындысы.

Нейрондық желілер жағдайында шығындар әдетте теріс логарифмдік ықтималдық және сәйкесінше жіктеу және регрессия үшін квадраттардың қалдық сомасы болып табылады. Содан кейін, әрине, оқыту моделінің негізгі мақсаты нейрондық желілерде кері таралу сияқты әртүрлі оңтайландыру әдістерін қолдана отырып, салмақ векторының мәндерін өзгерту арқылы модель параметрлеріне қатысты шығындар функциясының мәнін азайту (азайту) болып табылады. Шығындар мөлшері оңтайландырудың әр итерациясынан кейін белгілі бір модельдің қаншалықты жақсы немесе нашар әрекет ететінін көрсетеді. Нейрондық желі үшін шығындар мен дәлдікті түсіндіруді суреттен көруге болады.

Model: "sequential"		
Layer (type)	Output Shape	Param #
dense (Dense)	(None, 32)	192
dense_1 (Dense)	(None, 64)	2112
dense_2 (Dense)	(None, 128)	8320
dense_3 (Dense)	(None, 64)	8256
dense_4 (Dense)	(None, 32)	2080
dense_5 (Dense)	(None, 16)	528
dense_6 (Dense)	(None, 10)	170
Total params: 21,658		

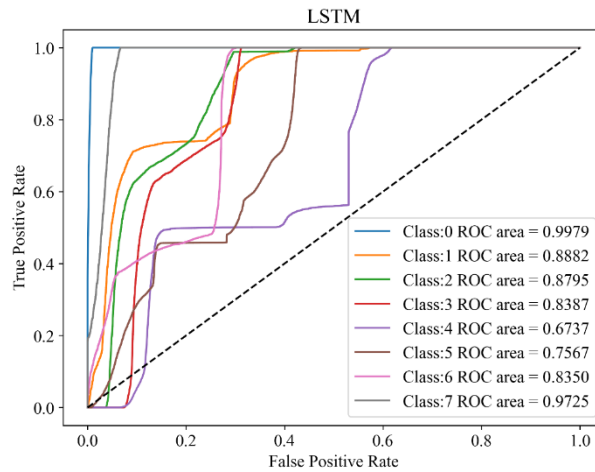
Сурет 2. Нейрондық желі архитектурасы



Сурет 3. Нейрондық желі метрикасы: *a* - шығын функциясының мәні; *b* - дәлдік мәні

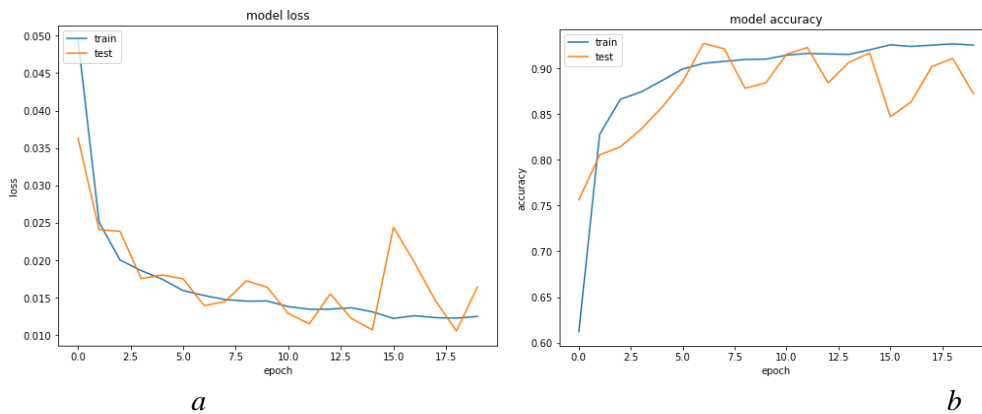
Нейрондық желілер үшін ROC қисықтарын құрудың стандартты әдісі-жіктеу үшін шығыс түйінінің шегін өзгерту. 4-суретте ROC қисығының жоғары нәтижесін тудыратыны көрсетілген, өйткені ол жұмыс нүктелерінің жақсы бөлінуінен тұрады.

Зерттеудің келесі моделі-рекуррентті нейрондық желі. Жасалған модельдің қысқаша сипаттамасында келесі параметрлер бар: қабаттар және олардың модельдегі реті, әр қабаттың шығу формасы, әр қабаттағы параметрлер (таразылар) саны, модельдегі параметрлердің (таразылардың) жалпы саны.



Сурет 4. Рекуррентті нейрондық желінің әр класы үшін қабылдағыштың жұмыс қисықтары

Бұл қисықтың сандық түсіндірмесі AUC ауданының көрсеткішін береді (5-сурет). ROC қисық сызығымен және жалған оң жіктеулердің үлес осімен шектелген. AUC нәтижесі неғұрлым жоғары болса, классификатор соғұрлым жақсы жұмыс істейді.



Сурет 5. Қайталанатын нейрондық желінің көрсеткіштері:
a - шығын функциясының мәні; b - дәлдік мәні

5-суретті зерттей келе, тексеру деректерінің дәлдігі оқыту мәліметтеріне қарағанда жоғары екендігін айтуға болады.

6. Алгоритмдерді салыстырмалы талдау нәтижелерін талқылау

Бұл жұмыста нейрондық желілер мен жіктеуіштерді қолдана отырып, мұнайдың ығысуын болжау мәселесін шешу әзірленді. Шешім үшін мәліметтер жиынтығы Баклей-Леверетт моделінен алынды. Параметрлер суретте көруге болатын Баклей-Леверетт моделінің бөлігі ретінде алынды. Атап айтқанда: кеуектілік, тұтқырлық, абсолютті өткізгіштік, уақыт итерациясы, мұнай алу коэффициенті. Жалпы алғанда, 5 параметрден тұратын 67000 синтетикалық деректер жиналды. Мұнай өндіру кезінде көптеген параметрлерді алуға болады, бірақ бұл деректерді өңдеуге және оқытуға көп уақыт кетеді және нейрондық желілерді қайта даярлау қажет болуы мүмкін. Бұл мәселені математикалық шешуде қоршаған орта мен сұйықтықтың кейбір параметрлері төмендетілді немесе тұрақты мәндер ретінде қабылданды, өйткені мұндай нәтижелерді қосу есептеу уақытын бірнеше есе арттырады. Резервуардың екі өлшемді шаршы бөлімі есептеу аймағы ретінде таңдалды және шекаралық мәндерді табу үшін симметрия шарты таңдалды. Есептеулер модельдеу кезінде сұйықтықтың қозғалысын көрсетеді, бірақ қолданыстағы резервуардың параметрлерін таңдағанда оны нақты жағдайда мұнай өндіруді және ығысуды болжау үшін қолдануға болады.

5. Қорытынды

1. Бакли-Леверетт моделі мұнайды ығыстыру мәселесін шешу үшін зерттелді. Мұнайды ығыстыру мәселесін болжау нейрондық және қайталанатын желілерді қолдану арқылы жүзеге асырылды. Болжау есептеріндегі ең жақсы жіктеушіті анықтау үшін алгоритмдердің сапасын сандық бағалау жүргізілді. Ұсынылған зерттеу жұмысы мұнайдың ығысуын дұрыс болжауға бағытталған. Осы мақсатқа жету үшін 10-сынып үшін 67000-нан астам деректер жиынтығы жасалды.

2. Нейрондық желілердің нәтижелері классификаторлардың нәтижелерімен сәйкес келеді. Нейрондық желінің дәлдігі 97,1%, ал қайталанатын нейрондық желінің дәлдігі 93% құрайды.

3. Нейрондық желінің дәлдік матрицасы шынайы оң шешімдер (TP) үшін 11692 және шынайы теріс шешімдер (TN) үшін 3409 көрсетеді. Жалған оң (FP) және жалған теріс (FN) шешімдер үшін жіктеу қателері 3 құрайды. Болашақта бұл жіктеушітердің өнімділігін CUDA және FPGA технологияларын қолдана отырып параллелизациялау арқылы арттыру жоспарлануда.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Emmanuel de Bezenac, Arthur Pajot, and Patrick Gallinari. *Deep learning for physical processes: Incorporating prior scientific knowledge*. CoRR, abs/1711.07970, 2017.

2 S. E. Buckley and M. C. Leverett. *Mechanism of fluid displacement in sands*. Transactions of the AIME, 146(01):107–116, 1942.

3 Muhammad M.AlmajidMoataz, O.Abu-Al-Saud. *Prediction of porous media fluid flow using physics informed neural networks*. Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 208, Part A, January 2022

4 Leyla Muradkhanli. *Neural Networks for Prediction of Oil Production*. IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 415-417

5 Raghad Al-Shabandara, Ali Jaddoab, Panos Liatsisc, Abir Jaafar Hussain. *A deep gated recurrent neural network for petroleum production forecasting*. Machine Learning with Applications, Volume 3, 15 March 2021

6 Hung Vo Thanh, Yuichi Sugai., Kyuro Sasaki. *Application of artificial neural network for predicting the performance of CO2 enhanced oil recovery and storage in residual oil zones*. Scientific Reports volume 10, Paper number: 18204 (2020)

7 Chaoyang Hu, Fengjiao Wang, Chi Ai, Xu Wang, Yongping Wang. *An Improved New Convolutional Neural Network Method for Inverting the Pore Pressure in Oil Reservoir by Surface Vertical Deformation*. Lithosphere (2021) 2021 (Special 1): 5597238.

References:

1 Emmanuel de Bezenac, Arthur Pajot, and Patrick Gallinari. (2017) *Deep learning for physical processes: Incorporating prior scientific knowledge*. CoRR, abs/1711.07970,

2 S. E. Buckley and M. C. Leverett. (1942) *Mechanism of fluid displacement in sands*. Transactions of the AIME, 146(01):107–116,

3 Muhammad M.AlmajidMoataz, O.Abu-Al-Saud. (2022) *Prediction of porous media fluid flow using physics informed neural networks*. Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 208, Part A,

4 Leyla Muradkhanli. (2018) *Neural Networks for Prediction of Oil Production*. IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 30, 415-417

5 Raghad Al-Shabandara, Ali Jaddoab, Panos Liatsisc, Abir Jaafar Hussain. (2021) *A deep gated recurrent neural network for petroleum production forecasting*. Machine Learning with Applications, Volume 3, 15.

6 Hung Vo Thanh, Yuichi Sugai., Kyuro Sasaki. (2020) *Application of artificial neural network for predicting the performance of CO2 enhanced oil recovery and storage in residual oil zones*. Scientific Reports volume 10, Paper number: 18204/

7 Chaoyang Hu, Fengjiao Wang, Chi Ai, Xu Wang, Yongping Wang. (2021) *An Improved New Convolutional Neural Network Method for Inverting the Pore Pressure in Oil Reservoir by Surface Vertical Deformation*. Lithosphere (Special 1): 5597238.

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ METHODS OF TEACHING MATHEMATICS, PHYSICS AND INFORMATICS

МРНТИ 15.01.29

УДК 378

<https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-7901.05>

Б.С.Ахметов^{1*}, И.А.Карлов², А.А.Жилкишбаев³, Т.К. Серикбаев¹

¹ *Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан*

² *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия*

³ *Каспийский университет технологий и инжиниринга им.Ш.Есенова, Актау, Казахстан*

*e-mail: bakhytzhana.akhmetov.54@mail.ru

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация

В статье представлен анализ пяти международных и национальных рамочных моделей цифровой трансформации организаций высшего образования, выделяются приоритетные направления трансформации университетов в условиях развивающейся цифровой среды, выявляются типовые дефициты, встречающиеся в национальных программах и стратегиях цифровой трансформации организаций высшего образования.

Статья нацелена на определение основных направлений изменений деятельности образовательных организаций, предусмотренных в данных фреймворках, а также соотнесение их с мероприятиями, предусмотренными в национальных программах и стратегиях цифровой трансформации организаций высшего образования и выявление системных дефицитов. В статье описаны цифровые стратегии отдельных университетов, которые разрабатываются в соответствии с целями и задачами конкретного университета, его компетенциями и дефицитами, а также ожиданиями его основных стейкхолдеров.

Ключевые слова: цифровая трансформация, рамочные модели, высшее образование.

Аңдатпа

Б.С.Ахметов¹, И.А.Карлов², А.А.Жилкишбаев³, Т.К. Серикбаев¹

¹ *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан*

² *«Экономика жоғары мектебі» Ұлттық зерттеу университеті, Ресей, Мәскеу*

³ *Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан*

ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНЫҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ МОДЕЛДЕРІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУДАҒЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕНІ ТАЛДАУ

Мақалада жоғары білім беру ұйымдарын цифрлық трансформациялаудың бес халықаралық және ұлттық құрылымдық модельдеріне талдау жасалып, дамып келе жатқан цифрлық орта жағдайында университеттер трансформациясының басым бағыттары анықталды, жоғары білім беруді цифрлық трансформациялау ұлттық бағдарламалары мен стратегияларында кездесетін типтік кемшіліктер анықталды.

Мақала осы шеңберлерде көзделген білім беру ұйымдары қызметіндегі өзгерістердің негізгі бағыттарын анықтауға, сондай-ақ оларды ұлттық бағдарламаларда және жоғары білім беру ұйымдарын цифрлық трансформациялау стратегияларында көзделген іс-шаралармен үйлестіруге және жүйелік тапшылықтарды анықтауға бағытталған. Мақалада белгілі бір университеттің мақсаттары мен міндеттеріне, оның құзыреттілігі мен тапшылығына, сондай-ақ оның негізгі мүдделі тараптарының үміттеріне сәйкес әзірленген жекелеген университеттердің цифрлық стратегиялары сипатталған.

Түйін сөздер: цифрлық трансформация, фреймворкалық модельдер, жоғары білім.

Abstract

ANALYSIS OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT AND USE OF MODELS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION ORGANIZATIONS

Akhmetov B.S.¹, Karlov² I., Zhilkishbayev A.A.³, Serikbayev T.K.¹

¹ Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan

² National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

³ S.Esenov Caspian University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan

The article presents an analysis of five international and national framework models for digital transformation of higher education organizations, identifies priority areas of university transformation in the context of an evolving digital environment, identifies typical deficiencies found in national programs and strategies for digital transformation of higher education organizations.

The article is aimed at identifying the main directions of changes in the activities of educational organizations provided for in these frameworks, as well as correlating them with the activities provided for in national programs and strategies for digital transformation of higher education organizations and identifying systemic deficits. The article describes the digital strategies of individual universities, which are developed in accordance with the goals and objectives of a particular university, its competencies and deficits, as well as the expectations of its main stakeholders.

Keywords: digital transformation, framework models, higher education.

Введение. В условиях острой глобальной конкуренции и жестких ресурсных ограничений требуется выделение приоритетов среди возможных направлений дальнейшего развития системы высшего образования в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Одним из таких приоритетов является цифровая трансформация высшего образования.

Мы говорим именно о **цифровой трансформации**, которая подразумевает не просто внедрение цифровых технологий в процессы организации, а переосмысление и изменение данных процессов, как за счет внедрения цифровых технологий, так и напрямую не связанные с ними, а являющимися ответом системы образования на изменения общественных отношений и экономики под влиянием массового распространения цифровых технологий. Именно в этом заключается принципиальное отличие текущей ситуации от многочисленных проектов информатизации образования, которые активно разрабатывались и реализовывались в системе высшего образования с 70-80-х годов XX века.

Стоящие перед высшим образованием задачи цифровой трансформации требуют формирования новых моделей «цифровых» организаций с новыми подходами к реализации всех видов деятельности, базовых и вспомогательных процессов, новыми принципами взаимодействия участников образовательного процесса и новыми цифровыми сервисами.

В системе высшего образования с начала 2010 годов мы наблюдаем процессы разработки и принятия цифровых стратегий (digital strategies) и цифровых планов (digital plan) на уровне отдельных университетов. Сначала в этом направлении пошли организации, имеющие серьезный задел и наработанные компетенции, затем присоединились и другие.

Необходимо отметить, что цифровые стратегии отдельных университетов разрабатываются в соответствии с целями и задачами конкретного университета, его компетенциями и дефицитами, а также ожиданиями его основных стейкхолдеров. Это накладывает существенные ограничения на тиражирование его опыта и наработок в другие вузы.

Однако, когда вопрос разработки программ цифровой трансформации в вузах начал носить массовый характер появилась потребность в разработке более универсальных моделей, которые могли бы использоваться вузами при разработке своих стратегий.

Эти рамочные модели (фреймворки) определяют основные направления, которые должны быть охвачены мероприятиями программы цифровой трансформации.

В ходе исследования нами был проведен детальный анализ 5 рамочных моделей вузов: это модель международной ассоциации по вопросам цифровой трансформации высшего образования Educause, европейская модель цифровых компетенций образовательных организаций (The DigCompOrg Framework), индийская модель цифрового университета Digital University Framework, разработанная государственной компанией Maharashtra Knowledge Corporation Limited (MKCL), модель цифровой трансформации вузов Microsoft (Microsoft Education Transformation Framework for Higher Education), и модель цифрового университета 2018 компании PWC (the digital blueprint).

Целью анализа стало определение основных направлений изменений деятельности образовательных организаций, предусмотренных в данных фреймворках, а также соотнесение их с

мероприятиями, предусмотренными в национальных программах и стратегиях цифровой трансформации организаций высшего образования и выявление системных дефицитов.

1. Модель цифровой трансформации вузов Educause – США. Данная модель цифровой трансформации разработана международной ассоциацией по вопросам цифровой трансформации высшего образования Educause, в которую на данный момент входит более 1800 вузов из 50 стран. Ассоциация занимается исследованиями процессов цифровой трансформации организаций высшего образования, обменом опытом и распространением лучших практик.

На рисунке 1 представлена структура данного фреймворка [1], который состоит из трех крупных блоков: драйверы цифровой трансформации, компоненты, эффекты цифровой трансформации.



Рисунок 1. Модель цифровой трансформации вузов *Educause*

Блок 1. Драйверы.

Данный блок фокусируется на условиях, которые являются инициаторами и ускорителями проектов цифровой трансформации в организациях высшего образования. Понимание причин, лежащих в основе процессов цифровизации, крайне важно для создания эффективных стратегий и постановки целей и задач цифровой трансформации.

Среди драйверов цифровой трансформации выделяются три вызова современности:

- разрушение экосистем;
- технический прогресс;
- изменение ожиданий студентов.

Блок 2. Эффекты

Данный блок задает целевое видение процессов цифровой трансформации вуза, что должно появиться в университете в результате изменений.

С точки зрения авторов модели, процессы цифровой трансформации должны привести к:

- внедрению инноваций в обучении и преподавании;
- появлению новых бизнес-моделей;
- улучшению образовательных результатов;
- возникновению новых исследовательских возможностей.

Блок 3. Компоненты

Данный блок модели отвечает на вопрос каким образом можно изменить деятельность вузов, чтобы в новых условиях достичь обозначенных выше эффектов. В данной модели выделено три направления цифровой трансформации:

- изменение культуры организации;
- внедрение в процессы организации новых цифровых технологий и инструментов, построенных на их основе;
- новых навыков и компетенций сотрудников образовательных организации.

2. Европейская модель цифровых компетенций образовательных организаций. Международная рамочная модель цифровых компетенций образовательных организаций (The DigCompOrg Framework) [2] является основой европейского инструмента самооценки процессов цифровой трансформации образовательных организаций SELFIE. Данная модель оценки процессов цифровой

трансформации является развитием более общего фреймворка DIGCOMP, представленного в [3], предназначенным именно на комплексную оценку цифровой трансформации в масштабе организации, а не на педагога или государственной политики.

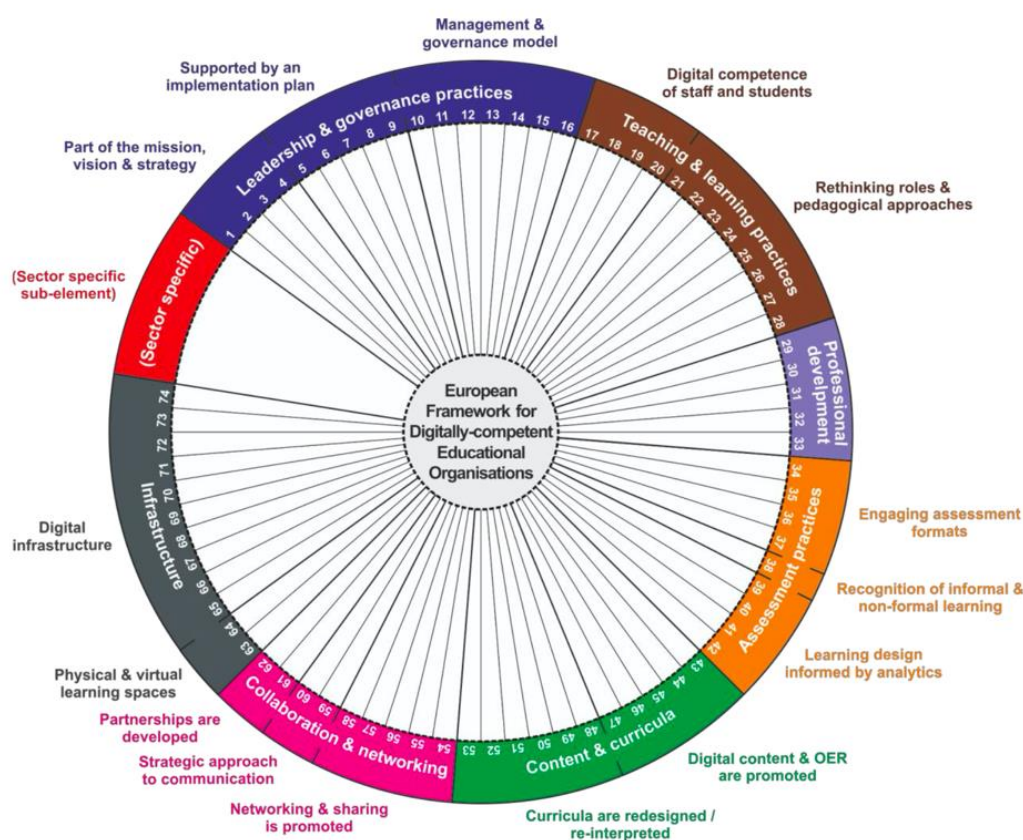


Рисунок 2. Модель цифровой трансформации образовательных организаций «DigCompOrg Framework»

Его разработка направлена на создание единого видения цифровой трансформации образовательных организаций в странах Европейского союза, и направлена на создание возможности для сопоставимости подходов, используемых в разных странах и организациях и их взаимному обучению.

Модель DigCompOrg, представленная на рисунке 2 содержит семь ключевых элементов и пятнадцать подэлементов, которые являются общими для всех уровней образования. Модель также подразумевает возможность добавления специфичных для уровня элемента и подэлементов (красный сектор на рисунке). Для каждого из элементов и подэлементов DigCompOrg был разработан ряд дескрипторов (всего их 74). Схематически элементы, подэлементы и дескрипторы DigCompOrg представлены в виде секторов круга с акцентом на их взаимосвязь и взаимозависимость.

Элемент 1. Руководство и практики управления

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- интеграция цифровых образовательных технологий в миссию и стратегию развития образовательной организации;
- наличие плана реализации стратегии цифровой трансформации;
- внедрение модели управления цифровой трансформацией организации.

Элемент 2. Практики обучения и преподавания

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- цифровые компетенции сотрудников и учащихся;
- переосмысление в организации ролей участников образовательного процесса и педагогических подходов.

Элемент 3. Профессиональное развитие

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- выстроенная система профессионального развития сотрудников;
- широкий спектр подходов к профессиональному развитию;
- предоставление возможностей профессионального развития всем категориям сотрудников.

Элемент 4. Практики оценивания

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- мотивирующий формат оценочных процедур;
- признание неформального и информального обучения
- использование аналитики в дизайне образовательного процесса.

Элемент 5. Контент и учебные планы

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- использование цифрового контента и открытых образовательных ресурсов;
- перепроектирование и переосмысление учебных планов для использования педагогических возможностей, предоставляемых цифровыми технологиями.

Элемент 6. Сотрудничество и сетевое взаимодействие

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- продвижение сетевого взаимодействия, обмена и сотрудничества
- стратегический подход к организации взаимодействий
- партнерские отношения с местными, региональными, национальными и международными организациями.

Элемент 7. Инфраструктура

Включает в себя следующие направления (подэлементы):

- проектирование физической и виртуальной среды организации в соответствии с современными требованиями;
- системное управление цифровой инфраструктурой организации.

Необходимо отметить, что данная модель охватывает только образовательную деятельность и не затрагивает другие направления и процессы, имеющие место в современном исследовательском вузе. Эти ограничения необходимо учитывать при использовании данной модели в качестве основы для разработки стратегии цифровой трансформации вуза.

Отметим, что безусловным плюсом данной модели является системный и комплексный охват образовательного процесса, в котором цифровая трансформация образования рассматривается не как непосредственное внедрение в образовательный процесс цифровых инструментов, а как изменение его базовых принципов под влиянием цифровых технологий и трансформации общества и экономики.

3. Модель Maharashtra Knowledge Corporation Limited – Индия. Индийская модель цифрового университета MKCL Digital University Framework [4], разработанная государственной компанией Maharashtra Knowledge Corporation Limited (MKCL) представляет собой теоретическую методическую рамку и набор сервисов (программного обеспечения, представляемого по модели SAAS) для университетов и колледжей.

На данный момент фреймворк используется в 20 университетах Индии, более 9 тысяч вузов и колледжей с общим контингентом около 9 млн. студентов используют отдельные сервисы фреймворка.

Авторы модели рассматривают цифровой университет как программную среду для непрерывного управления жизненными циклами студентов, учебных заведений и академических курсов. Управление жизненным циклом учащихся на основе цифровых сервисов - это ядро этой структуры.

Важно подчеркнуть, что, создавая внешнее технологическое решение, включающего в себя набор цифровых сервисов для разных категорий пользователей, разработчики были вынуждены создать теоретическую рамку, описывающую подходы к организации основных процессов в вузах. Подробная архитектура модели представлена на рисунке 3. На рисунке 4 представлена структура основных модулей платформы.

Можно выделить несколько ключевых направлений, по которым создателями предлагается методическая рамка реализации соответствующих процессов в вузах и набор необходимых цифровых сервисов:

- взаимодействие с абитуриентами и прием;

- разработка и управление образовательных программ и учебных материалов;
- управление образовательной траекторией студента;
- управление образовательной организацией;
- оценка и экзамены.

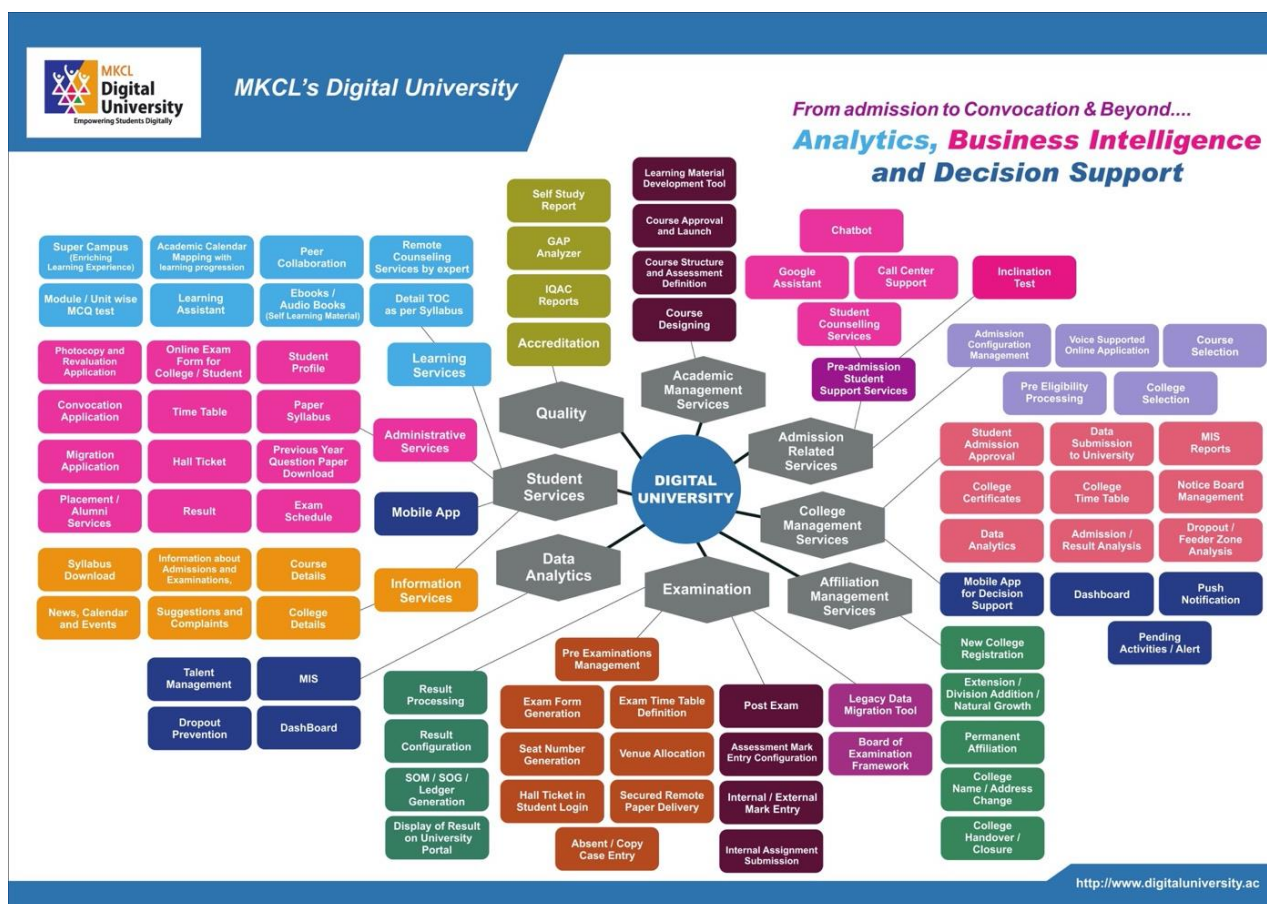


Рисунок 3. Модель цифрового университета MKCL

Allied Modules

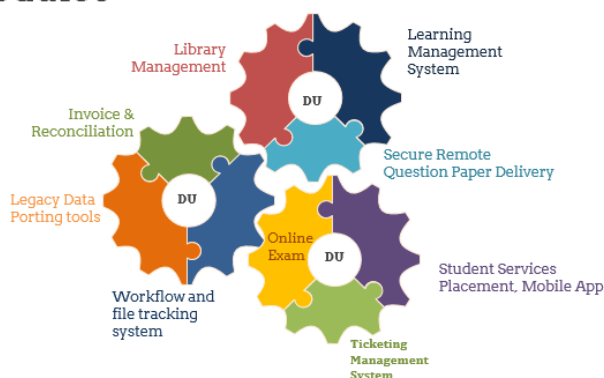


Рисунок 4. Архитектура платформы MKCL

4. Модель цифровой трансформации вузов Microsoft. Рамочная модель (фреймворк) цифровой трансформации вузов Microsoft Education Transformation Framework for Higher Education разработана и продвигается компанией Microsoft [5] вместе со своими программными продуктами, которые активно используются в большинстве вузов мира.

Фреймворк Microsoft – платформенное решение, включающее набор методических материалов по организации деятельности образовательных организаций, широкий набор цифровых инструментов, сервисов и продуктов, описания успешных кейсов, а также образовательные мероприятия.

Модель, заложенная в фреймворк, представлена рис.5 включает 4 основных блока: Успешность студентов, Преподавание и обучение, Безопасный и связанный кампус и Академические исследования.



Рисунок 5. Модель цифровой трансформации вузов
«Transformation Framework for Higher Education»

Далее рассмотрим содержание каждого из представленных в модели блоков. В каждом блоке модели выделено несколько приоритетных направлений, для которых приводится описание целевого состояния на четырех этапах цифровой трансформации.

Блок 1. Успешность студента

Одним из приоритетных направлений цифровой трансформации является вовлечение студентов в процессы университета, улучшение их результатов и поддержание отношений с ними на протяжении всей жизни.

Блок включает четыре основных направления:

- Подбор студентов;
- Удержание студентов;
- Завершение обучения и выпуск;
- Взаимодействие с выпускниками.

Блок 2. Преподавание и обучение

Использование новых подходов к организации образовательного процесса, трансформация образовательной программы с целью развития у обучающихся компетенций, необходимых для успешной жизни в современных условиях.

Блок включает четыре основных направления:

- Управление обучением;
- Совместное обучение;
- Образовательные пространства;
- Навыки и компетенции будущего.

Блок 3. Безопасный и связанный кампус

Переосмысление подходов к созданию образовательной среды, интеграции физического и виртуального пространства, а также эффективное управление инфраструктурой организации на основе цифровых инструментов.

Блок включает четыре основных направления:

- Обмен данными;
- Управление безопасностью;
- Управление объектами;
- Интегрированный кампус.

Блок 4. Академические исследования

Формирование в вузе новых подходов к исследованиям, обеспечение эффективного взаимодействия между исследователями и предоставление им новых цифровых инструментов и методов.

Блок включает четыре основных направления:

- Реализация исследований;
- Взаимодействие исследователей;
- Высокопроизводительные вычисления и искусственный интеллект
- Планирование и управление исследованиями.

Принципиальное отличие представленного фрейворка цифровой трансформации вузов, от аналогичного, разработанного компанией Microsoft для организаций общего образования, связано с большей сложностью и разнообразием процессов в университетах, в частности с присутствием помимо образовательной и исследовательской деятельности. Также модель учитывает большую цифровую зрелость организаций высшего образования по сравнению с общим, поэтому заложенные в модель элементы существенно сложнее и технологичнее.

5. Модель цифрового университета 2018 PWC (the digital blueprint). В 2018 году международная консалтинговая компания PricewaterhouseCoopers представила свое видение цифровой трансформации университетов. Помимо прочего, опубликованные материалы содержат план цифровой трансформации вузов (the digital blueprint) [6], который по своей сути представляет рамочную модель цифровой трансформации.

Данная модель содержит 3 основных блока (рисунок 6): студенты, сотрудники и НПР, университет.

Блок 1. Студенты.

Включает в себя следующие элементы:

- формирование единого цифрового образовательного пространства вуза и инструментов навигации;
- процедуры и инструменты выбора собственной образовательной траектории;
- максимальное сопровождение в первые 100 дней обучения;
- аналитика и обратная связь о результатах обучения и академическая поддержка;
- поддержка исследовательской деятельности обучающихся;
- платформа для внеучебной коммуникации студентов и навигации в кампусе;
- академические сервисы с возможностью взаимодействия с потенциальными работодателями.

Блок 2. Сотрудники и НПР

Включает в себя следующие элементы:

- поддержка образовательной деятельности НПР;
- учебная и педагогическая аналитика;
- поддержка исследовательской деятельности НПР;
- профессиональная коммуникация и совместная работа;
- цифровые платформы управления организацией;
- сервисная и коммуникационная цифровая образовательная среда.

Блок 3. Университет

Включает в себя следующие элементы:

- управление брендом университета (внешнее позиционирование, в том числе и в цифровой среде);
- взаимодействие с абитуриентами и управление приемной кампанией;
- рекрутинг сотрудников;
- управление взаимодействием с партнерами (другими образовательными организациями, коммерческими компаниями);
- взаимодействие с выпускниками;
- управление образовательным и научным контентом.

Сравнительный анализ моделей. Проанализировав рассмотренные рамочные модели и сравнив с содержанием программных документов, связанных с цифровизацией высшего образования, на национальном уровне и уровне университетов РФ и РК, можно выделить ряд системных дефицитов и сформировать перечень предложений по возможному дополнению мероприятий.

1. Трансформация образовательного процесса и смена ролей его участников. Международный опыт разработки и использования моделей показывает, что цифровую трансформацию образования

рассматривают не только как внедрение цифровых решений и развитие технической инфраструктуры образовательных организаций, а как изменение принципов функционирования базовых процессов организации, а также взаимодействия и ролей участников образовательного процесса. Это особенно хорошо видно в модели Educause, в которой технологии появляются на втором уровне модели, наряду с изменением культуры организации и компетенциями сотрудников.

Формирование концептуального видения изменений, которые должны произойти в принципах организации образовательного процесса, а также ролей его участников является одним из главных приоритетов успешной реализации мероприятий федеральных проектов.

2. Использование цифровых технологий и успешность обучающихся. В ряде моделях, таких как Microsoft Education Transformation Framework for Higher Education и модель Educause одним из ключевых элементов становится успешность обучающихся. Она рассматривается в контексте удержания студентов, успешного завершения обучения и успешности дальнейшей траектории выпускника.

На данном этапе реализации программ цифровой трансформации цифровые технологии и цифровая трансформация не рассматриваются в контексте повышения успешности обучающихся. Необходимо отметить, что это, в том числе, связано с более узким взглядом на цифровую трансформацию, по сравнению с зарубежными моделями.

3. Тиражирование опыта образовательных организаций. Анализ опыта разработки и реализации программ цифровой трансформации показывает, что данные процессы идут крайне неравномерно. К моменту, когда общая масса вузов осознала необходимость и начала разработку и реализацию стратегий цифрового развития, ведущие университеты уже реализовали первую очередь своих программ и уже приступили к их актуализации и обновлению, став уже признанными центрами компетенций в области цифровой трансформации.

Аналогичная ситуация наблюдается и в российской системе образования. В российской системе ВО есть около 10 университетов, имеющих серьезные компетенции и заделы в области цифровой трансформации своей деятельности. В этом контексте одной из ключевых задач становится трансляция опыта ведущих университетов на всю систему высшего образования.

Анализ международного опыта показывает следующие возможные сценарии тиражирования разработок ведущих университетов на систему ВО:

1. Специализированные решения, инструменты и сервисы, разрабатываемые ведущими вузами самостоятельно. Распространение по моделям открытого ПО, коробочных продуктов и подписок на сервисы.

2. Базовые и специализированные платформы и сервисы, разрабатываемые ведущими технологическими кампаниями в партнерстве с вузами. Создание и апробация прорывных технологических решений, разработка и апробация бизнес-процессов на основе новых цифровых решений.

3. Специализированные платформы и сервисы, которые могут стать частью национальных сервисов и платформ в ВО, например государственные суперсервисы или национальная система прокторинга.

4. Методические рекомендации по изменению бизнес-процессов, внедрению решения или продукта. Формирование банка практик и распространение их среди всех вузов в открытом доступе.

В качестве примера реализации стратегии тиражирования можно привести опыт американской ассоциации University Innovation Alliance [7], включающей 11 американских государственных университетов. Цели создания данного альянса являлось выявление новых цифровых решений и оценка их эффективности, масштабирование решений с доказанной эффективностью, а также коммуникация вузов и распространение успешного опыта. Ведущие университеты - лидеры в области цифровизации, входящие в альянс (Arizona State University, Georgia State University, University of Texas at Austin) инициируют проекты, в которые вовлекаются остальные 8 университетов. В каждом из проектов один из ведущих университетов выступает ментором, на базе вузов - участников проекта проводится внедрение решений и исследование их эффективности. Результаты доступны всем участникам альянса.

5. Безопасность в цифровой среде. Переход в цифровую среду размывает барьеры, ограждающие личную жизнь человека от общественной, и создает принципиально новые риски, как для учащихся, так и для педагогов. Все рассмотренные нами в рамках исследования модели, так или иначе,

рассматривают вопросы безопасности в цифровой среде. Причем речь идет об абсолютно разных аспектах безопасности, среди которых можно выделить:

- сетевую защиту цифровой инфраструктуры организации;
- безопасность персональных данных организации, педагогов и учащихся;
- обеспечение физической безопасности в образовательной среде;
- ответственное поведение учащихся и педагогов в цифровой среде (цифровая гигиена);
- безопасное использование цифровых технологий и здоровье сбережение;
- предотвращение кибербуллинга – травли в цифровой среде.

На данный момент в мероприятиях программ цифровой трансформации вопросам безопасности уделено слишком мало внимания. Проблема не рассматривается во всей полноте, а только в отдельных аспектах, например, сохранности персональных данных или защиты цифровой инфраструктуры.

Список использованной литературы

- 1 *Getting Ready for Digital Transformation: Change Your Culture, Workforce, and Technology*, <https://er.educause.edu/articles/2019/7/getting-ready-for-digital-transformation-change-your-culture-workforce-and-technology>
- 2 Kamylyis, P., Punie, Y. & Devine, J. (2015); *Promoting Effective Digital-Age Learning - A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations*; EUR 27599 EN; doi:10.2791/54070
- 3 Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. In Y. Punie & B. n. Brecko (Eds.): JRC-IPTS.
- 4 *Digital University Framework*, <http://digitaluniversity.ac/affiliation-management-system-2>
- 5 *Microsoft Education Transformation Framework for Higher Education*, <https://www.microsoft.com/en-us/education/higher-education/education-transformation-framework>
- 6 *Transforming Higher Education*, <https://www.pwc.co.uk/2018university>
- 7 James Paterson, *What a predictive analytics experiment taught 11 colleges about sharing data*, <https://www.highereddive.com/news/what-a-predictive-analytics-experiment-taught-11-colleges-about-sharing-dat/552986/>

References:

- 1 *Getting Ready for Digital Transformation: Change Your Culture, Workforce, and Technology*, <https://er.educause.edu/articles/2019/7/getting-ready-for-digital-transformation-change-your-culture-workforce-and-technology>
- 2 Kamylyis, P., Punie, Y. & Devine, J. (2015); *Promoting Effective Digital-Age Learning - A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations*; EUR 27599 EN; doi:10.2791/54070
- 3 Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. In Y. Punie & B. n. Brecko (Eds.): JRC-IPTS.
- 4 *Digital University Framework*, <http://digitaluniversity.ac/affiliation-management-system-2>
- 5 *Microsoft Education Transformation Framework for Higher Education*, <https://www.microsoft.com/en-us/education/higher-education/education-transformation-framework>
- 6 *Transforming Higher Education*, <https://www.pwc.co.uk/2018university>
- 7 James Paterson, *What a predictive analytics experiment taught 11 colleges about sharing data*, <https://www.highereddive.com/news/what-a-predictive-analytics-experiment-taught-11-colleges-about-sharing-dat/552986/>

Е.В. Дудышева^{1*}, Н.Н. Лопаткин¹

¹Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина, Бийск, Россия,
*e-mail dudysheva@yandex.ru

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ РОБОТОТЕХНИКИ В ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Аннотация

В статье рассматриваются проектирование и апробация практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке будущих учителей физики и информатики в педагогическом университете, включающие проектирование междисциплинарного содержания модуля и проведение практических занятий со школьниками.

В процессе экспериментальной работы показано, что будущие учителя физики и информатики могут повысить уровень специальных знаний и умений в области конструирования учебных роботов, если формой обучения выступит междисциплинарный модуль по образовательной робототехнике дисциплин «Электродинамика» и «Архитектура компьютера», а одним из методов будет проведение занятий со школьниками по конструированию роботов под наблюдением преподавателей вуза. Значимость состоит в возможности углубленной подготовки студентов младших курсов для прохождения производственной практики с использованием современного цифрового учебного оборудования.

Практические задания модуля способствуют эффективной подготовке студентов, если они выполняются в процессе работы со школьниками на учебном робототехническом оборудовании, таком как LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0. Основные вопросы модуля по образовательной робототехнике – электропитание робота, сервомоторы, датчики роботов, архитектура микроконтроллеров роботов – должны быть изучены до выполнения заданий.

Ключевые слова: педагогическое образование, подготовка учителей физики и информатики, образовательная робототехника, цифровые технологии в образовании, практико-ориентированное обучение, междисциплинарный модуль.

Аңдатпа

Е.В. Дудышева¹, Н.Н. Лопаткин¹

¹ В.М. Шукшин атындағы Алтай мемлекеттік гуманитарлық-педагогикалық университеті, Бийск, Ресей

ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ПРОФИЛДІК ДАЙЫНДАУДАҒЫ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ТӘЖІРИБЕГЕ БАҒЫТТАЛҒАН МОДУЛІ

Мақалада модульдің пәнаралық мазмұнын жобалауды және оқушылармен практикалық сабақтар өткізуді қамтитын педагогикалық университеттегі болашақ физика және информатика мұғалімдерін профилдік даярлауда білім беру робототехникасы бойынша тәжірибеге бағытталған модульді жобалау және апробациялау қарастырылады.

Экспериментальдық жұмыс барысында болашақ физика және информатика мұғалімдері "Электродинамика" және "Компьютер архитектурасы" пәндерінің білім беру робототехникасы бойынша пәнаралық модуль оқыту формасы болса, оқу роботтарын құрастыру саласында арнайы білім мен дағды деңгейін арттыра алатындығы көрсетілді, ал әдістердің бірі ЖОО оқытушыларының бақылауымен роботтарды құрастыру бойынша оқушылармен сабақтар өткізу болады. Маңыздылығы қазіргі заманғы цифрлық оқу жабдықтарын қолдана отырып, өндірістік практикадан өту үшін төменгі курс студенттерін тереңдетіп даярлау мүмкіндігінен тұрады.

Модульдің практикалық тапсырмалары, егер олар LEGO Mindstorms Education EV3 және Ultimate Robot Kit V2.0 сияқты робототехникалық жабдықта мектеп оқушыларымен жұмыс жасау барысында орындалса, студенттердің тиімді дайындалуына ықпал етеді. Білім беру робототехникасы бойынша модульдің негізгі мәселелері – роботты электрмен қоректендіру, сервомоторлар, робот датчиктері, робот микроконтроллерлерінің архитектурасы-тапсырмаларын орындағанға дейін зерделенуі тиіс.

Түйін сөздер: педагогикалық білім беру, физика және информатика мұғалімдерін даярлау, білім беру робототехникасы, білім берудегі цифрлық технологиялар, практикаға бағытталған оқыту, пәнаралық модуль.

Abstract

PRACTICAL-ORIENTED MODULE OF ROBOTICS IN VOCATIONAL TRAINING OF PHYSICS AND INFORMATICS TEACHERS

Dudysheva E.V.¹, Lopatkin N.N.¹

¹Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, Russia

The article discusses the design and testing of a practice-oriented module on educational robotics in the vocational training of future teachers of physics and computer science at a pedagogical university. The module includes the development of the interdisciplinary content and conduct practical exercises with students.

In the process of experimental work, it was shown that future teachers of physics and computer science can increase the level of special knowledge and skills in designing educational robots, if the form of training is an interdisciplinary module on educational robotics within disciplines "Electrodynamics" and "Computer architecture", and if one of the methods is working with schoolchildren on the assembly of robots under the supervision of university lecturers. The significance is the possibility of in-depth learning of junior courses students for future practical training using contemporary digital educational equipment.

The practical tasks of the module contribute to the effective preparation of students if they are carried out in the process of working with students on educational robotic equipment, such as LEGO Mindstorms Education EV3 and Ultimate Robot Kit V2.0. The main issues of the educational robotics module—power supply of the robot, servomotors, sensors of robots, architecture of microcontrollers of robots—should be studied before completing tasks.

Keywords: teacher education, teacher training for physics and computer science, educational robotics, digital technologies in education, practice-oriented learning, interdisciplinary module.

Введение

Стремительное внедрение цифровых технологий в образование побуждает педагогические вузы находить резервы в подготовке будущих учителей, включить в образовательный процесс наиболее эффективные формы и методы. Одними из наиболее востребованных являются методы практико-ориентированного обучения. К таким методам в подготовке учителей относится непосредственная учебно-методическая работа с обучающимися, а именно со школьниками классов или возрастных групп, в которых предполагается использование тех или иных цифровых технологий. Далеко не всегда и не всем студентам удается провести необходимую апробацию на педагогической практике – по организационным причинам несовпадения с календарно-тематическим планом, методическим – отсутствия обновленных тем в утвержденных программах обучения, техническим – отсутствия в школе того типа учебного цифрового оборудования, с которым знакомились студенты в профильных и методических дисциплинах в вузе.

Мы предположили, что более реализуемым вариантом могут служить интенсивы в рамках дополнительного образования школьников, когда они приходят в цифровые лаборатории вузов на занятия на своих каникулах или в рамках кружковой работы. Такая возможность имеется именно у педагогических вузов в связи с присутствием квалифицированных педагогов, специализирующихся на методиках школьного образования, которые готовы поддержать студентов и обеспечить школьникам высокое качество дополнительного образования с применением современных методик.

Традиционным способом подготовки студентов к практическому применению цифровых технологий в обучении школьников являются методические дисциплины, которые закономерно не изучаются на младших курсах педагогических вузов. Для освоения студентами современных цифровых технологий предназначены общепрофессиональные дисциплины, в которых можно продемонстрировать будущим учителям примеры работы чат-ботов, программ голосового распознавания, дополненной реальности и инструментария других средств «сквозных» технологий, потенциально применимого как в обучении школьников, так и в организации работы самих учителей. Однако такие технологии можно изучать на разных уровнях – не только на общепользовательском и общепрофессиональном, но на уровне профильном, насколько допускает уровень предметной подготовки.

Робототехника является востребованной областью для учебно-исследовательского творчества обучающихся, даже в начальных классах, где на уроках технологии или во внеурочной деятельности дети могут собирать простейшие модели с помощью учителей. Но чтобы выполнять даже чуть более сложные задания, требуется наличие специализированных знаний и умений, понимание принципов работы технологий робототехники.

Как правило, приемы конструирования робототехнических моделей должны применять на своих уроках учителя информатики. Для учителей информатики применение образовательной

робототехники не сводится к сборке и демонстрации простых моделей учебных роботов по заданным инструкциям. Педагоги должны ответить на вопросы школьников, изменить функционал роботизированного устройства, организовать проектную работу со школьниками, подготовить их к конкурсу с нестандартными моделями. Однако в силу сложившихся методик учителя информатики более нацелены на обучение программированию в универсальных средах персональных компьютеров и зачастую не готовы к самостоятельному конструированию робототехнических устройств. Мы считаем, что в действующих учебных планах начальные умения можно привить студентам в традиционных дисциплинах, рассматривающих вопросы архитектуры компьютера уже на младших курсах.

Наиболее глубоко принципы работы технологий робототехники можно рассмотреть в программах подготовки по двум профилям – физики и информатики. В самой структуре предметной подготовки, в соответствии с содержанием школьных курсов информатики и физики, кроется высокий потенциал изучения строения роботов как автоматизированных устройств с программным управлением на основе вариативного набора электронных компонентов и датчиков различного назначения. Вопросы конструирования электронных систем и устройств также присутствуют в действующих учебных планах педагогического бакалавриата профиля «Физика». Мы предположили, что эффективной формой обучения студентов может стать междисциплинарный практико-ориентированный модуль, выделенный за счет доли самостоятельной работы в соответствующих профильных дисциплинах физики и информатики.

Таким образом, целью представленного исследования является проектирование и апробация практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке будущих учителей физики и информатики.

Гипотеза исследования: студенты педагогического бакалавриата могут повысить профессиональный уровень знаний и умений в области конструирования учебных роботов, если:

во-первых, формой обучения выступит междисциплинарный модуль дисциплин профильной подготовки физики и информатики, изучающих вопросы архитектуры компьютеров и электронных устройств;

во-вторых, одним из методов обучения будет подготовка и проведение практических занятий со школьниками в их внеучебное время по конструированию роботов, с поддержкой преподавателей педагогического вуза.

Методология исследования

Основными методами исследования были педагогическое проектирование и конструирование образовательного процесса, междисциплинарный содержательный анализ учебной документации, педагогическое наблюдение, экспертная оценка, тестирование, статистическая обработка данных педагогических измерений.

Первый этап исследования – проектирование междисциплинарного содержания практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике, разработка соответствующего учебно-методического материала и применение его в соответствующих профильных дисциплинах.

Структурное и динамическое развитие концепции образовательной робототехники, в том числе как мультипредметной и междисциплинарной области, показано в публикации [1] с помощью библиометрического подхода на материале статей, индексируемых Web of Science. Связь электроники, программирования и робототехники особенно ярко отражена в работах [2,3]. Работа [2] представляет учебного робота, который спроектирован и сконструирован для учебного процесса в университете, а именно для знакомства студентов-первокурсников с основными и фундаментальными понятиями электротехники и электроники, включая управление, беспроводную передачу сигналов и аналого-цифровое преобразование. Работа [3] предлагает описание авторской методики обучения в школе робототехнической программно-элементной базе и знакомит с результатами применения разработанных рекомендаций в образовательном процессе. Основной упор сделан на обосновании выбора необходимых языков программирования для поэтапного их изучения с точки зрения простоты их освоения с одной стороны, и полноты функциональных возможностей для применения в робототехнике, с другой стороны. В частности, с 9 по 11 класс предлагается обучить школьников основам программирования на Small Basic 1.0, диалекте языка С (на основе С#), Arduino IDE (с диалектом языка С). Также даются конкретные рекомендации по работе с датчиками Arduino, шаговыми двигателями и сервоприводами. Отмечается, что школьники должны знать основы физики и понятия, связанные с электрическим током. Со всей очевидностью возникает

проблема достаточной квалификации студентов педагогического бакалавриата, которые могли бы проводить подобные занятия, а это приводит к необходимости обучения по изучаемым уже на младших курсах дисциплинам профильной подготовки.

Анализ учебного плана и рабочих программ дисциплин, изучаемых студентами бакалавриата Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина (АГГПУ им. В.М. Шукшина, Бийск, Россия), обучающихся очно по направлению подготовки «Педагогическое образование» с профилями подготовки «Физика и Информатика», показал, что для проектирования практико-ориентированного модуля по образовательной робототехнике в профильной подготовке наиболее подходит дальнейшее развитие методических материалов (за счет доли часов для самостоятельного изучения) по дисциплинам «Электродинамика» и «Архитектура компьютера», изучаемых студентами на втором курсе (весенний семестр). На основе анализа в модуль по образовательной робототехнике для группы второго курса – будущих учителей физики и информатики (13 человек) включены два раздела «Электродинамика в робототехнике» и «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике». Теоретические вопросы модуля были соотнесены со второй (практической) частью и изучены всеми студентами самостоятельно в рамках соответствующих дисциплин до начала выполнения практических заданий.

Для студентов педагогического бакалавриата – будущих учителей физики и информатики – нами разработан диагностический инструментарий в виде теста и критериев оценки практических заданий по практическим навыкам работы с учебным робототехническим оборудованием. Тест прошел предварительную апробацию на валидность и понятность формулировок с привлечением студентов старших курсов. Теоретический материал и диагностический инструментарий прошел также экспертную оценку со стороны отобранных учителей школ после прохождения ими теста по разделу образовательной робототехники.

Второй этап исследования заключался в подготовке и проведении практических занятий по конструированию роботов, для части студентов – со школьниками в каникулярное время, для другой части студентов – в форме дополнительных самостоятельных занятий. Диагностика проводилась дважды после самостоятельного изучения студентами учебно-методических материалов: до второго этапа (входная диагностика) и после него (выходная диагностика).

Данный этап проведен в марте-апреле 2021 г., во время обучения школьников по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе технической направленности «Школа робототехники и программирования», реализуемой в рамках образовательного проекта «Талант 22». Данный проект разработан региональным центром выявления и поддержки одаренных детей Алтайского края, созданным по модели центра «Сириус» в рамках федерального проекта РФ «Успех каждого ребенка» общероссийского национального проекта «Образование». Образовательный центр выявления и поддержки одаренных детей «Сириус» оказывает участникам техническую поддержку, предоставляя цифровое оборудование.

Цифровое учебное оборудование АГГПУ им. В.М. Шукшина позволяло на практике продемонстрировать изученные студентами теоретические понятия на различных уровнях сложности. Но для работы со школьниками из имеющихся видов робототехнических конструкторов было отобрано два вида, наиболее подходящих также и для школьников, соответственно, LEGO Mindstorms Education EV3 (с дополнительным ресурсным набором к каждому основному) для учащихся 5-7 классов и Ultimate Robot Kit V2.0 для учащихся 8-9 классов. Программируемый микрокомпьютер EV3 включает в себя шестикнопочный интерфейс управления с функцией изменения подсветки для индикации режима работы, монохромный дисплей с высоким разрешением, встроенный спикер, порт USB, слот для чтения карт памяти формата mini SD, 4 порта ввода и 4 порта вывода. Он поддерживает Bluetooth, WiFi для связи с компьютерами, имеет программный интерфейс, позволяющий создавать программы и настраивать регистрацию данных. С данным набором ребята старшего возраста могут улучшать свои навыки, используя языки программирования на основе Java или C+. На проведенных занятиях программирование микрокомпьютеров EV3 моделей роботов LEGO Mindstorms Education EV3 осуществлялось с ноутбуков в одноименной Scratch-подобной визуальной среде, разработанной специально для этой серии на базе LabVIEW компанией National Instruments. Данная оболочка содержит готовые алгоритмы (включая все основные виды циклов) в виде иконок, из которых учащимся собирается последовательность действий. Набор образовательного робототехнического конструктора (STEM-комплект) Ultimate Robot Kit V2.0 содержит плату управления MegaPi с микроконтроллером ATmega2560-16AU, что в принципе

позволяет обучать азам работы в средах программирования Arduino IDE, Python (совместно с Raspberry Pi) и Node JS. Управление моделями роботов Ultimate Robot Kit V2.0 и редактирование программ осуществлялось при помощи графического программного обеспечения через мобильное приложение Makeblock APP из Google Play.

Специфика работы со школьниками в области образовательной робототехники, кроме описанных выше статей, отражена, например, в публикациях [4-6]. Работа [4] представляет методические принципы и анализ современных методик обучения робототехнике, а работа [5] предлагает инновационную модель изучения робототехники на базе технологии «перевернутый класс», поддерживаемую технологической картой урока, интерактивными тестами, видео-уроками, маршрутным листом, приложениями и соответствующей методикой обучения (алгоритм следования по линии с одним датчиком цвета). Работа [6] описывает опыт интеллектуального анализа данных при изучении образовательной робототехники, а именно при использовании датчиков. В частности, разработанная система отслеживания регистрирует в файле журнала и сохраняет на SD-карте результаты каждой попытки программирования (опрос датчиков), выполняемой студенческими командами (учащихся начальной и средней школы), затем данные обрабатываются с использованием методов машинного обучения. Изучается связь путей решения проблем с показателями ранних достижений.

Анализ публикаций показывает, что основными дидактическими средствами обучения, применяемыми в образовательной робототехнике, являются робототехнические конструкторы Lego Mindstorms (NXT и EV3). Также используются и разрабатываются роботы, программируемые в среде Arduino IDE. Таким образом, еще раз подтверждается обоснованность использования наборов LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0 для обучения школьников при проведении исследования с участием студентов.

Поток обучающихся состоял из трех групп школьников 5-9 классов, прошедших конкурсный отбор. Занятия проходили с привлечением к работе со школьниками студентов-кураторов. К каждой команде школьников из двух человек были прикреплены по два студента, которые объясняли алгоритмы сборки, помогали в затруднениях с механическим монтажом и объясняли принципы работы с робототехническими устройствами. В наиболее затруднительных случаях студенты старших курсов тех же профилей подготовки, имеющие опыт проведения кружковых занятий по робототехнике в школе, дополнительно консультировали студентов, принимавших участие в исследовании. Преподаватели вуза выполняли педагогическое наблюдение, по возможности, не вмешиваясь в учебную деятельность.

Вопросы, связанные с подготовкой педагогов к обучению школьников образовательной робототехнике (подбор методических подходов и образовательных программ, организация STEM классов), рассмотрены в [7]. В статье [8], в которой показан процесс реализации проекта по использованию ИКТ в образовании в государственной школе Бразилии (создание роботизированного устройства с использованием цифровых технологий), на основе проведенных исследований делается вывод о необходимом шаге по подготовке самих учителей. При некоторой модификации представленный опыт может быть перенесен на подготовку студентов педвузов к работе со школьниками по данному направлению. В работе [9] представлена деятельность Центра робототехники Президентского физико-математического лицея N 239 г. Санкт-Петербурга (Россия), описана его интерактивная образовательная среда, показаны такие формы работы с детьми, как робототехнические курсы, фестивали, соревнования, квесты. Вдохновляющим фактом является многолетняя неотъемлемая связь работы Центра робототехники с университетами г. Санкт-Петербурга. Взаимодействие преподавателей, студентов и школьников на базе Центра робототехники является ярчайшим примером синергии, рождающей выдающиеся результаты. Примером такого результата является создание кибернетического комплекта TRIK и среды разработки TRIK Studio группой студентов при поддержке Института проблем машиностроения Российской академии наук. Перенос описанный выше опыт на почву педагогического образования, получаем подтверждение того, что для развития педвуза и увеличения его влияния на робототехническое школьное образование в регионе, должно применяться практико-ориентированное обучение студентов с активным взаимодействием со школами.

Результаты исследования

Для проверки теоретических знаний по образовательной технике проектируемого модуля составлен тест их десяти заданий закрытого типа, с предложенными вариантами ответов. Для

повышения дифференцирующей силы все вопросы предлагались с возможностью выбора нескольких вариантов.

Для проведения экспертной оценки опрашивались учителя различных предметов (7 респондентов), ознакомленные с разделом робототехники на курсах повышения квалификации и ответившие на итоговое тестирование. Вопросы охватывали три темы: социальные аспекты робототехники, назначение чат-ботов, конструирование учебных роботов. Средний балл по всем вопросам теста составил 7,29 (из 10 максимальных).

В качестве экспертов в «Школе робототехники и программирования» отобраны учителя различных предметов, верно ответившие на вопросы, которые затрагивают конструкцию учебных роботов.

В качестве таких вопросов выделены следующие:

1. Какому подвиду классификации роботов соответствует характеризующий признак «промышленный»?

- а) По области применения
- б) По среде эксплуатации
- в) По функциональному назначению
- г) По способу управления

2. Какая из указанных систем не входит в число основных технических систем робота?

- а) Механическая
- б) Термодинамическая
- в) Электрическая
- г) Автоматическая

3. Какой вид приводов роботов не существует?

- а) Термодинамический
- б) Гидравлический
- в) Электрический
- г) Пневматический

4. Какой из перечисленных приборов не используется в качестве датчика температуры?

- а) Терморезистор
- б) Тактильный сенсор
- в) Термопара
- г) Диодный датчик

Данные по среднему баллу и ответам на выделенные вопросы для учителей приведены в Таблице 1. Полу жирным шрифтом в Таблице 1 выделены учителя, впоследствии привлеченные в качестве экспертов для оценивания и корректировки содержания теста для студентов.

Таблица 1. Результаты учителей по итогам тестирования

Респондент	Оценка/10,00	В. 1 /1,00	В. 2 /1,00	В. 3 /1,00	В. 4 /1,00
Учитель 1	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 2	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 3	6,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Учитель 4	7,00	0,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 5	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Учитель 6	7,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Учитель 7	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Тестирование теоретических знаний по конструкции учебных роботов для группы студентов – будущих учителей физики и информатики – проводилось с помощью мобильных опросов Google Forms, тест включал десять вопросов с возможностью выбора нескольких вариантов ответа. Диагностический материал опирался на состав оборудования LEGO Mindstorms Education EV3 с

дополнительным ресурсным набором. Предложены следующие вопросы:

1. Что именно называют роботом в образовательной робототехнике?
2. Какому подвиду или каким подвидам классификации роботов соответствует характеризующий признак «промышленный»?
3. Какая или какие из указанных систем не входят в число основных технических систем робота?
4. Какой вид (виды) приводов роботов не существуют?
5. Какой вид (виды) приводов роботов используются в наборах конструкторов LEGO?
6. Какой вид (виды) двигателей используются в электрическом приводе роботов LEGO?
7. Источники питания какого рода тока непосредственно используются для питания роботов LEGO?
8. Какими из указанных датчиков не укомплектован робототехнический конструктор LEGO?
9. Какие встроенные датчики имеет сервомотор LEGO?
10. Что не входит в функции гироскопического датчика LEGO?

Результаты входного и выходного тестирования академической группы студентов представлены в Таблице 2. Далее студенты были разбиты на две подгруппы. В экспериментальную подгруппу вошли студенты, выразившие готовность работать со школьниками (7 человек), оставшиеся студенты составили контрольную подгруппу (6 человек).

Таблица 2. Результаты входного и выходного тестирования студентов

Инициалы (Ф.И.) студентов	Тест (вход.) / 10,00	Тест (выход.) / 10,00	Подгруппа
Б.З.	6	7	Контрольная
Б.Т.	3	3	Контрольная
В.Д.	6	8	Экспериментальная
К.П.	1	2	Контрольная
Л.М.	7	7	Экспериментальная
П.А.	7	9	Экспериментальная
Р. А.	0	2	Контрольная
Р.М.	2	3	Контрольная
С.В.	7	7	Экспериментальная
С.Д.	3	7	Экспериментальная
С.И.	4	8	Экспериментальная
Ф.А.	5	6	Экспериментальная
Ш.В.	5	6	Контрольная

Диагностика второй, практической части модуля затрагивала оценку выполнения практических заданий по сборке моделей учебных роботов. Студенты контрольной группы выполняли сборку роботов самостоятельно под наблюдением преподавателей физики и информатики АГПУ им. В.М. Шукшина (три преподавателя, закрепленные за «Школой робототехники и программирования»).

Студенты экспериментальной подгруппы работали со школьниками под наблюдением тех же преподавателей. Содержание практических занятий со школьниками включало небольшую вводную лекцию, знакомящую с историей робототехники, классификацией и основными узлами роботов, а также текущими и перспективными сферами их применения. Каждая из трех групп школьников работала по два дня. Поэтому студенты-кураторы проводили занятия по три раза, накапливая опыт и совершенствуя свои профильные и методические умения в области образовательной робототехники.

Каждая группа школьников разбивалась на команды по два человека для работы с образовательными робототехническими конструкторами. При распределении данных робототехнических конструкторов по командам учитывалась и различная предварительная подготовка обучаемых. Школьники изучали несущие элементы конструкции, датчики и

серводвигатели роботов, познакомились с системами питания и вычислительно-управляющими устройствами, сопоставили детали конструкторов с их названиями в описаниях моделей. На первых занятиях (по три учебных часа) школьники 5-7 классов собирали различные конструкции роботов LEGO – от достаточно простых, таких как «Гиробой» и «Щенок», до достаточно сложных, таких как «Слон» и «Цветосортировщик».

На последующих занятиях (также по три учебных часа) школьники собирали мобильные платформы и оснащали их датчиками, различными для различных команд. В частности, были использованы датчик касания, датчик цвета, гироскопический датчик и ультразвуковой датчик. Задания для школьников предполагали программирование робота для изменения характера движения модели (остановка, поворот на 90, 180 градусов) или выполнение действия (звуковой сигнал, фотосъемка) при обнаружении датчиками препятствий (стена, обрыв) или специальных цветowych меток.

Практическое участие студентов также оценивалось по 10-бальной шкале. Критериями оценки была работа с конструктором (знание деталей роботов, среды их программирования), оперативность и самостоятельность в решении проблем.

В Таблице 3 представлены входная и выходная оценки за выполнение практических заданий, которые были просуммированы с результатами тестирования.

Таблица 3. Баллы за оценивание практической работы и суммарные баллы студентов

Инициалы (Ф.И.) студентов	Оценка практики (вход.) / 10,00	Суммарный балл (вход.) / 20,00	Оценка практики (выход.) / 10,00	Суммарный балл (выход.) / 20,00	Подгруппа
Б.З.	5	11	6	13	Контрольная
Б.Т.	3	6	6	9	Контрольная
В.Д.	4	10	7	15	Экспериментальная
К.П.	1	2	2	4	Контрольная
Л.М.	4	11	6	13	Экспериментальная
П.А.	7	14	9	18	Экспериментальная
Р. А.	1	1	2	4	Контрольная
Р.М.	3	5	6	9	Контрольная
С.В.	5	12	7	14	Экспериментальная
С.Д.	5	8	7	14	Экспериментальная
С.И.	5	9	8	16	Экспериментальная
Ф.А.	5	10	7	13	Экспериментальная
Ш.В.	5	10	6	12	Контрольная

Так как выбор экспериментальной и контрольной групп для практического этапа не являлся случайным, то проводить их сравнение мы считаем не вполне корректным. Поэтому мы провели сравнение прогресса каждой подгруппы на констатирующем (входная диагностика) и контрольном (выходная диагностика) этапах исследования. Для статистической обработки данных применялся критерий U-критерий Манна-Уитни.

Для суммарных баллов в контрольной подгруппе эмпирическое значение $U_{эмп} = 12$ (при $U_{0,05} = 7$) находится в зоне незначимости, что означает отсутствие подтверждения достоверных отличий результатов входной и выходной диагностики.

Для суммарных баллов в экспериментальной подгруппе эмпирическое значение $U_{эмп} = 3$ (при $U_{0,01} = 6$) находится в зоне значимости, что означает наличие достоверных отличий результатов входной и выходной диагностики, уровень признака (суммарных баллов) оказался достоверно выше на контрольном этапе.

В контрольной подгруппе значимых изменений не наблюдалось ни в результатах теста ($U_{эмп} = 12,7$), ни в практическом выполнении заданий ($U_{эмп} = 8$).

В экспериментальной подгруппе значимый достоверный прирост признака наблюдается в

практическом выполнении заданий ($U_{\text{эмп}}=3$), в то время как прирост признака баллов тестирования находится в зоне неопределенности (между $U_{0,01}=6$ и $U_{0,05}=11$). После детального анализа результатов сделан вывод, что наибольший прирост наблюдался в тех вопросах теста, знание которых понадобилось студентам-кураторам при объяснении заданий школьникам.

При аттестации по дисциплинам «Архитектура компьютера» и «Электродинамика» выяснилось, что студенты-кураторы стали шире понимать прикладные аспекты предметного материала в целом, приводить практические примеры для иллюстрации теоретических понятий. Поэтому можно сделать вывод, что ведущий вклад не только в получение практических умений, но и в закрепление теоретических знаний в области образовательной робототехники вносит не только выполнение практических упражнений, но и развитие умений в профессионально-ориентированной (педагогической) деятельности.

Дискуссия

Разработанный практико-ориентированный модуль по образовательной робототехнике состоит из двух частей: теоретического междисциплинарного материала и практических заданий методической направленности по решению задач робототехники со школьниками. Теоретическая часть включает два неравных раздела «Электродинамика в робототехнике» и «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике». Раздел «Электродинамика в робототехнике» базируется на рабочей программе дисциплины «Электродинамика», которая, несмотря на теоретический характер основного изучаемого материала, позволяет подвести студента к пониманию практических вопросов устройства и функционирования роботов как учебно-образовательного, так и бытового и промышленного назначения. Раздел «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике» базируется на рабочей программе дисциплины «Архитектура компьютера» и призван устранить пробел в знаниях, касающийся архитектуры микроконтроллеров, наиболее часто используемых в управляюще-вычислительных блоках образовательных роботов.

Основные изучаемые вопросы разработанного модуля по образовательной робототехнике следующие:

1. Электропитание робота. Источник энергии робота и его возможности – один из важных аспектов проектирования и эксплуатации робототехнической системы. Рассматриваются конструкции и принципы действия электрохимических элементов питания постоянного тока (батареи гальванических элементов, аккумуляторы), наиболее часто используемые в качестве источников питания роботов различного назначения. Методический материал базируется на разделе электродинамики «Постоянный электрический ток», а именно на введении и рассмотрении таких основных понятий и единиц методической информации, как «сторонние силы», «электродвижущая сила» и «работа и мощность постоянного тока».

2. Сервомоторы. Источники движения робота – это то, что отличает робота от компьютерной программы, «оживляет» его. Предусмотрено изучение основ конструкции и принципа действия сервоприводов и их основных электромеханических характеристик и параметров, таких как скорость вращения (число оборотов в минуту), величина крутящего момента, момента удержания. Методический материал в основном базируется на разделе электродинамики «Электромагнитная индукция» (понятия «электродвижущая сила индукции», «сила Ампера» и связанные с последним закон Ампера и правило левой руки).

3. Датчики (сенсоры) роботов. Органы «чувств» роботов, позволяющие получать актуальную информацию о параметрах внешней среды, положении и состоянии движения робота и его составных частей. Рассматривается встроенный датчик вращения сервомотора, который позволяет очень точно контролировать перемещение робота (угол поворота мотора оценивается с точностью до 1 градуса) и его скорость, дается общее представление об энкодерах (датчиках угла поворота) - измерительных преобразователях, предназначенных для преобразования угла поворота вращающегося объекта (например, вала) в цифровые или аналоговые электрические сигналы. Дается классификация датчиков угла поворота (ДУП) по принципу действия (оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические). Например, оптические ДУП имеют жёстко закреплённый на валу стеклянный диск с оптическим растром, при вращении вала растр перемещается относительно неподвижного растра, и световой поток, принимаемый фотодатчиком, модулируется. Магнитные ДУП регистрируют прохождение магнитных полюсов вращающегося магнитного элемента непосредственно вблизи чувствительного элемента, преобразуя эти данные в соответствующий

цифровой код или сигнал. Рассматривается гироскопический датчик (микромеханический гироскоп), который имеет в своем составе т.н. электростатический двигатель и емкостные измерители перемещений. Также рассматриваются датчик цвета, инфракрасный датчик. Могут быть изучены любые датчики, которые в результате вырабатывают электрический сигнал (генераторные датчики) или влияют на величины сигналов при прохождении тока через них (параметрические датчики). Основой для изучения датчиков служат следующие разделы электродинамики: оптических – «Электромагнитные волны» (распространение света различных диапазонов волн), магнитных – «Магнитное поле», гироскопических – «Электростатика» (электростатический двигатель) и «Электрическое поле в диэлектрике» (емкостные измерители).

4. Архитектура микроконтроллеров роботов. Пожалуй, наиболее сложный материал, имеющий при этом широкие возможности практического применения при программировании роботов различного назначения. Рассматривается набор основных команд микрокомпьютера EV3, дается обзорный материал по плате управления MegaPi с микроконтроллером ATmega2560-16AU робототехнического конструктора Ultimate Robot Kit V2.0. Наиболее подготовленным студентам предлагается ознакомление (начальный уровень) с Arduino IDE (ссылки на внешние ресурсы). Основной методический материал базируется на разделе «Микропроцессорная архитектура» дисциплины «Архитектура компьютера».

В ходе реализации практической части модуля педагогическое наблюдение показало, что студенты-кураторы, наряду с овладением знаниями по образовательной робототехнике и развитием собственных умений, приобрели навыки профессионально-педагогического спектра, научившись взаимодействовать с обучаемыми, планировать и организовывать командную работу. Итоги работы со школьниками студенты-кураторы могли по желанию представить на конкурс, оценивание результатов которого проходило с участием учителей-экспертов. Три студента экспериментальной подгруппы решили участвовать в конкурсе и стали лауреатами. Важным итогом стало также активное желание всех студентов экспериментальной подгруппы участвовать в работе с одаренными школьниками на следующей школе «Талант 22» в июне 2021 года.

Мы считаем, что ведущую роль в современном педагогическом образовании приобретает сочетание достаточной междисциплинарной подготовки в области образовательной робототехники, полученной студентами, и опыта применения знаний и умений в педагогической деятельности, который еще более повышает мотивацию студентов к своей будущей профессиональной деятельности с использованием современного цифрового учебного оборудования. Такой вывод косвенно подтверждается исследованиями в области высшего педагогического образования [9,10]. Как подчеркивается в [10], существенное повышение вовлеченности, мотивированности студентов достигается за счет использования в их обучении проектной деятельности, которая обеспечивает немедленную обратную связь, помогая студенту приобретать знания, исправлять ошибки и стимулировать алгоритмическое мышление.

Однако мы не решали вопрос о формировании начальной мотивации студентов младших курсов, недостаточно подготовленных к профессионально-педагогической деятельности. Диагностика и анализ данного аспекта, именно для профильной подготовки будущих учителей физики и информатики, может являться перспективой для дальнейших исследований. Также могут быть изучены способы интеграции с другими профильными дисциплинами, например, с программированием.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

В ходе экспериментальной работы нашло подтверждение гипотеза исследования. Студенты педагогического бакалавриата с профилями подготовки «Физика и Информатика» могут повысить профессиональный уровень знаний и умений в области конструирования учебных роботов, по сравнению с традиционным обучением в вузе, если формой обучения выступит междисциплинарный модуль по образовательной робототехнике дисциплин профильной подготовки физики и информатики, в частности, дисциплин «Электродинамика» (раздел «Электродинамика в робототехнике») и «Архитектура компьютера» (раздел «Архитектура компьютера в образовательной робототехнике»); одним из методов обучения будет подготовка и проведение практических занятий со школьниками по конструированию роботов, под наблюдением и с поддержкой преподавателей педагогического вуза.

Основные вопросы модуля по образовательной робототехнике – электропитание робота,

сервомоторы, датчики и сенсоры роботов, архитектура микроконтроллеров роботов – должны быть изучены студентами до выполнения практических заданий.

Практические задания междисциплинарного модуля способствуют более эффективной профильной подготовке студентов младших курсов педагогического бакалавриата, если они выполняются в процессе работы со школьниками на учебном робототехническом оборудовании, таком как LEGO Mindstorms Education EV3 и Ultimate Robot Kit V2.0. Задания должны быть соотнесены с уровнем подготовки школьников и междисциплинарным содержанием модуля профильных дисциплин.

Значимость исследования состоит в возможности углубленной практико-ориентированной подготовки студентов для прохождения производственной практики с использованием современного цифрового учебного оборудования.

Реализация практико-ориентированного модуля робототехники в профильных дисциплинах для будущих учителей физики и информатики как способа интеграции междисциплинарной подготовки в области робототехники и опыта применения знаний и умений в практической педагогической деятельности также может способствовать повышению мотивации студентов к профессии педагога.

Исследование выполнено при подготовке прикладной НИР Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина «Выпускник педагогического вуза как ресурс совершенствования профессиональных компетенций коллектива школы в контексте трендов развития современного образования».

Список использованной литературы

1 López-Belmonte, J., Segura-Robles A., Moreno-Guerrero A.-J., Parra-González M.-E. Robotics in education: a scientific mapping of the literature in Web of Science // *Electronics*, 2021, Vol. 10, 291, pp. 1–18. <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>

2 Rahnavard, M. Alavi S.M.H., Khorasani S., Vakilian M., Fardmanesh M. Educational robot for principles of electrical engineering // *Scientia Iranica. Transactions on Computer Science & Engineering and Electrical Engineering (D)*, 2018, Vol. 25 (3), pp. 1582–1592. <https://doi.org/10.24200/SCI.2017.4369>

3 Иванов, В.Н., Иванов А.В. Методика эффективного обучения робототехнической программно-элементной базе в школе // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*, 2018, N 4, с. 223–233. e-ISSN 2304-120X. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2018-1-157-166>

4 Чеканова, Л.А., Газизов Т.Т. Анализ современных методик обучения образовательной робототехнике // *Научно-педагогическое обозрение*, 2019, N 6(28), с. 79–83. ISSN 2307-6127. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2019-6-79-83>

5 Соболева, Е. В. Модель изучения робототехники на примере технологии смешанного обучения «перевернутый класс» // *Электронный научно-практический журнал «Перспективы науки и образования»*, 2019, N 4 (40), с. 155-168. e-ISSN 2307-2334. <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.13>

6 Scaradozzi, D., Cesaretti L., Screpanti L., Mangina E. Identification of the students learning process during education robotics activities // *Frontiers in Robotics and AI*, 2020, Vol. 7, 21, pp. 1–12. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021>

7 Scaradozzi, D., Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazzieri, E. Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities // *Technology, Knowledge and Learning*, 2019, 24(2), pp. 247–268. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>

8 Viegas, J.V., Villalba K.O. Education and Educative Robotics // *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 2017, 54, pp. 1–13. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>

9 Filippov, S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching robotics in secondary school // *IFAC PapersOnLine*, 2017, Vol. 50 (1), pp. 12155–12160. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2143>

10 Damaševičius, R., Narbutaitė L., Plaуска I., Blažauskas T. Advances in the use of educational robots in project-based teaching // *TEM Journal*, 2017, Vol. 6 (2), pp. 342–348. <https://doi.org/10.18421/TEM62-20>

References

1 López-Belmonte, J., Segura-Robles A., Moreno-Guerrero A.-J., Parra-González M.-E. Robotics in education: a scientific mapping of the literature in Web of Science // *Electronics*, 2021, Vol. 10, 291, pp. 1–18. <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>

2 Rahnavard, M. Alavi S.M.H., Khorasani S., Vakilian M., Fardmanesh M. Educational robot for principles of electrical engineering // *Scientia Iranica. Transactions on Computer Science & Engineering and Electrical Engineering (D)*, 2018, Vol. 25 (3), pp. 1582–1592. <https://doi.org/10.24200/SCI.2017.4369>

3 Ivanov, V.N., Ivanov A.V. Metodika jeffektivnogo obuchenija robototehničeskoj programmno-jelementnoj baze v

shkole // *Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal "Koncept"* [Scientific and methodological electronic journal "Concept"], 2018, N 4, c. 223–233. e-ISSN 2304-120X (in Russ). <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2018-1-157-166>

4 Chekanova, L.A., Gazizov T.T. Analiz sovremennyh metodik obuchenija obrazovatel'noj robototehnike // *Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie* [Pedagogical Review], 2019, N 6(28), c. 79–83. ISSN 2307-6127 (in Russ). <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2019-6-79-83>

5 Soboleva, E. V. Model' izuchenija robototehniki na primere tehnologii smeshannogo obuchenija «perevjornutyj klass» // *Jelektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal "Perspektivy nauki i obrazovanija"* [Electronic scientific-practical journal "Prospects of Science and Education"], 2019, N 4 (40), c. 155-168. e-ISSN 2307-2334 (in Russ). <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.13>

6 Scaradozzi, D., Cesaretti L., Screpanti L., Mangina E. Identification of the students learning process during education robotics activities // *Frontiers in Robotics and AI*, 2020, Vol. 7, 21, pp. 1–12. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00021>

7 Scaradozzi, D., Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazzieri, E. Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities // *Technology, Knowledge and Learning*, 2019, 24(2), pp. 247–268. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>

8 Viegas, J.V., Villalba K.O. Education and Educative Robotics // *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 2017, 54, pp. 1–13. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>

9 Filippov, S., Ten N., Shirokolobov I., Fradkov A. Teaching robotics in secondary school // *IFAC PapersOnLine*, 2017, Vol. 50 (1), pp. 12155–12160. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2143>

10 Damaševicius, R., Narbutaitė L., Plauska I., Blažauskas T. Advances in the use of educational robots in project-based teaching // *TEM Journal*, 2017, Vol. 6 (2), pp. 342–348. <https://doi.org/10.18421/TEM62-20>

Б.Д. Сыдыхов^{1*}, Д.У. Ыдырысбаев², З.Ә. Батырхан¹

¹ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

² М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан

e-mail: bdsydykhov@mail.ru

БІЛІМ БЕРУДІ ЦИФРЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДА ВИРТУАЛДАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Бүгінгі таңда білім беруге көптеген факторлар әсер етеді. Білім беру мекемелері бюджеттің қысқаруымен, ескірген ақпараттық технологиялармен, деректердің қауіпсіздігін басқарумен және қашықтан оқытуды интеграциялауға деген ұмтылысқа тап болуда. Виртуализация технологиялары бұл бағытта туындайтын мәселелерге инновациялық шешімдер ұсынады. Атап айтқанда, әртүрлі электрондық оқу-әдістемелік кешендерді, цифрлық білім беру ресурстарын, білім беру порталдарын, веб-сайттарды, бұлтты технологияларды қолданып қашықтықтан және дәстүрлі оқытуды жүзеге асыру кезінде виртуализация технологияларын кеңінен пайдалану жатады.

Мақалада ЖОО оқу үдерісіне енгізілген виртуалдандыру технологияларын қолданатын түпнұсқа білім беру инфрақұрылымын ұйымдастыру бағыттары ұсынылған. Бұл инфрақұрылым университет студенттеріне және қызметкерлеріне университеттегі компьютерлік зертханаларда да, аудиториядан тыс жұмыс жасау үшін де интернет арқылы виртуалды жұмыс орындары мен қосымшаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Бұл бағыттың артықшылықтары көрсетілген инфрақұрылым функцияларын сипаттайтын виртуалдандыру технологиялары ұсынылған және инфрақұрылым проблемаларын анықтау үшін жүргізілген зерттеу тәжірибелерінің қорытынды нәтижелері ұсынылады.

Түйін сөздер: білім беру, оқу үдерісі, ІТ ресурстар, виртуалдау технологиясы, виртуалды инфрақұрылым.

Аннотация

Б.Д. Сыдыхов¹, Д.У. Ыдырысбаев², З.Ә. Батырхан¹

¹ Казахский национальный педагогический университет им.Абая, г.Алматы, Казахстан

² Южно-Казахстанский государственный университет им.Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

На сегодняшний день на образование влияет множество факторов. Образовательные учреждения сталкиваются с сокращением бюджета, устаревшими информационными технологиями, управлением безопасностью данных и стремлением к интеграции дистанционного обучения. Технологии виртуализации предлагают инновационные решения проблем, возникающих в этом направлении. В частности, широкое использование технологий виртуализации при осуществлении дистанционного и традиционного обучения с применением различных электронных учебно-методических комплексов, цифровых образовательных ресурсов, образовательных порталов, веб-сайтов, облачных технологий.

В статье представлены направления организации оригинальной образовательной инфраструктуры с применением технологий виртуализации, внедренных вузом в учебный процесс. Эта инфраструктура предоставляет студентам и сотрудникам университета доступ к виртуальным рабочим местам и приложениям через интернет как для работы в компьютерных лабораториях в университете, так и для внеаудиторной работы.

Представлены технологии виртуализации, характеризующие функции инфраструктуры, в которых отражены преимущества данного направления, и представлены итоговые результаты исследовательских экспериментов, проведенных для выявления проблем инфраструктуры.

Ключевые слова: образование, учебный процесс, ІТ ресурсы, технология виртуализации, виртуальная инфраструктура.

Abstract

APPLICATION OF VIRTUALIZATION TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

Sydykhov B.D.,¹ Ydyrysbayev D.U.², Batyrkhan Z.A.¹

¹ Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan

² Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

Today, education is influenced by many factors. Educational institutions face budget cuts, outdated information technology, data security management, and a push to integrate distance learning. Virtualization technologies offer innovative solutions to the problems that arise in this direction. In particular, the extensive use of virtualization in implementing remote and traditional teaching with the use of various e-learning materials, digital learning resources, educational portals, websites, cloud-based technologies.

The article presents the directions of the organization of the original educational infrastructure with the use of virtualization technologies implemented by the university in the educational process. This infrastructure provides students and university staff with access to virtual workstations and applications over the Internet, both for working in computer labs at the university and for extracurricular work.

Virtualization technologies that characterize the infrastructure functions are presented, which reflect the advantages of this direction, and the final results of research experiments conducted to identify infrastructure problems are presented.

Keywords: education, learning process, IT resources, virtualization technology, virtual infrastructure.

Кіріспе

Заманауи ақпараттық технологиялар (АТ) білім беру процесінің ажырамас бөлігіне айналып алды. АТ-дағы оң өзгерістер оны жаңа формалармен қамтамасыз етуде, сондықтан оны білім сапасын арттыру үшін қолдану маңызды мәселе болып табылады. Алайда, білім беру мекемелерінде көбіне ІТ-ресурстардың тапшылығы байқалып қалады. ІТ әлеміндегі баламалы шешімдердің бірі - оқыту мен оқу үдерісіне айтарлықтай әсер ететін виртуалдандыру технологиялары. Виртуализация технологиялары білім қорларына ену мүмкіндігін жеңілдету арқылы білім берудің қол жетімділігін, әсіресе қашықтықтан оқытуда жетілдіру әдісін ұсынады. Технология әртүрлі есептеу орталарына ие. Студенттер мен мұғалімдер аудиторияда және одан тыс жағдайда виртуалды сыныптар арқылы әртүрлі курстар мен ресурстарға тез ауыса алады. Бүгінгі таңда білім беру мекемелері виртуалдандыру технологияларын ІТ-нің жалпы құнын төмендету, технологияларды басқаруды жеңілдету және қоршаған ортаны кез-келген жерде, кез-келген уақытта қол жетімді ету үшін қолдана алады. Көптеген университеттер осы бағыттағы жұмыстарына оң серпін беріп отырғандығы белгілі [1].

Негізгі бөлім

Қазіргі қоғамды ақпараттандыру жағдайында білім беру технологияларын дамытудың қазіргі және болашақтағы бағыттарының бірі, біздіңше, білім беру процесінде виртуалдау технологияларын қолдану, атап айтқанда, заманауи маманды даярлау жағдайында цифрлық білім беру ресурстарын жасауды дамыту болып табылады. Бұл технологиялар «мұғалім-оқушы» жүйесі бойынша өзара іс-қимылды ұйымдастыруда да, жалпы білім беру процесін ұйымдастыруда да проблемалардың кең ауқымын шешуге мүмкіндік береді. Мұнда виртуалды машиналар (VMWare, VirtualBox, Her және т.б.), виртуалды білім беру орталары (мысалы, learning management systems және т.б.), бұлтты технологиялар (мысалы, Google қызметтері, графикалық бейнелерді өңдеу, презентациялар, интерактивті тақтаны қолдану қызметтері және т.б.) сияқты оқу процесінде белсенді қолданылатын виртуализация технологияларын атап көрсету және пайдалану қажет деп санаймыз.

Білім беруді ақпараттандырудың бұл бағыты тек білім беруді басқарушылық ғана емес, білім берудің тікелей оқу-тәрбие беру функцияларын жүзеге асыруға тән. Мысал ретінде әртүрлі электрондық оқу-әдістемелік кешендерді, цифрлық білім беру ресурстарын (КҚКО), білім беру порталдарын, веб-сайттарды, бұлтты технологияларды және т.б. қолданып қашықтықтан және дәстүрлі оқытуды жүзеге асыру кезінде виртуализация технологияларын кеңінен пайдалану жатады. Сонымен бірге, соңғы жылдары әртүрлі ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) пайдалана отырып, тәрбие жұмысын және ата-аналармен өзара іс-қимыл мәселелерін ұйымдастыру жеткілікті өзекті болып отырғанын атап өту қажет. Бұл аспектіде, ең алдымен, мамандандырылған сервистерді (мысалы, «Білім-Ленд» бірыңғай білім беру желісі), сондай-ақ дәстүрлі сервистер

(электрондық пошта, on-line communication бағдарламалары және т.б.) және жалпыға қол жетімді (әлеуметтік желілер, вебинарларды жүргізу жөніндегі, т.б.) сервистерді ерекше атап өту қажет.

Болашақ мұғалімдерді оқыту үдерісінде қолданылып жүрген көптеген ІТ курстарында заманауи технологиялармен байланысты артықшылықтарға жету үшін виртуалды технологияларды қолдану мақсатқа сай келеді.

Зерттеудің әдіснамасы

Виртуализация платформаларын білім беру үдерісіне енгізуге байланысты көптеген еңбектер бар. Ол еңбектер негізінен виртуалды компьютерлік зертхананы ұсынады. Виртуалды есептеу зертханасы Интернет-браузер арқылы сұралатын және қашықтан басқарылатын кеңейтілген, өнімділігі жоғары есептеу қорлары болып табылады.

Ал бірқатар зерттеушілер [2-7] операциялық жүйелер курсына виртуалды желілік зертханалардың қалай қолданылатындығы туралы өз нәтижелеріне түсінік береді. Сонымен қатар, олар ақпараттық жүйелер қауіпсіздігі курсына виртуалдандыруды кәсіби іскерлік бағытта қолдануды зерттейді. Оқу үрдісіне компьютерлік желілік зертханалардың енгізілуін талдау және академиялық онлайн курстарын өткізудің салыстырмалы бағаларын ұсына отырып, оларды офлайн курстардың эталондарымен салыстырады, ақпараттық технологияларда виртуалдандыру технологияларын қолдану тәжірибесімен бөліседі.

Біз, ЖОО оқу үдерісінде виртуалдандыру технологияларын қолданатын білім беру инфрақұрылымын ұсынамыз. Бұл инфрақұрылым университет студенттері мен қызметкерлеріне университеттің компьютерлік зертханаларында да, үйде өз бетінше жұмыс жасау үшін де интернет арқылы виртуалды жұмыс орындары үлкен қосымшаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Инфрақұрылымның ерекшелігі мұнда қосымша функциялардың жүзеге асырылуында. виртуалды ресурстармен жұмыс істейтін қолданушыларды басқаруда болып табылады. Әкімшілер қанша қолданушының виртуалды ресурстармен жұмыс істейтінін көре алады, егер ресурстарды жұмыс үшін пайдаланбайтын болса, пайдаланушыларды өшіреді (мысалы, қолданушы торрент жүктеп жатыр және т.б.). Зерттеудің негізгі мақсаты - виртуалдандыру технологияларын қолдану арқылы білімді цифрландыру жағдайында болашақ мұғалімдерге ұсынылатын университеттің инфрақұрылымының тиімділігін анықтау тәжірибелерін бағалау. Мониторинг екі жолмен жүзеге асырылды: деректерді тікелей бақылау және пассивті бақылау. Мақаланың келесі бөлімдерінде ішкі инфрақұрылымның виртуалдандыру технологиялары ұсынылып, олардың артықшылықтары көрсетілген және инфрақұрылым функциялары сипатталған. және желі жүктемесін бақылау бойынша зерттеу тәжірибелерінің нәтижелері беріледі.

Білім берудегі виртуалдандыру технологияларын қолдану үшін алдымен әр түрлі ІТ компаниялар мен бірқатар авторлар виртуалдандырудың әртүрлі тұжырымдамаларын ажыратады. Алғаш рет 1960 жылдары енгізілген виртуалдандыру тұжырымдамасы әр түрлі операциялық жүйелердің бір мейнфраммада қалай өмір сүре алатындығын сипаттайды. Бүгінгі күні виртуалдандыру ұғымы кеңейе түскені белгілі. Көптеген авторлар виртуалдандырудың әртүрлі түрлерін ажыратады. Осы мақаланың мақсаты ЖОО-да жүзеге асырылатын білім беру инфрақұрылымының оқыту мен оқу үдерістерін қалай қолдайтынын зерттеу болғандықтан, бұл еңбек тек білім беру инфрақұрылымына қатысты виртуалдандыру технологияларымен: аппараттық құралдарды, қосымшалар мен желілерді виртуалдандырумен байланысты болады.

Дәстүрлі түрде виртуализациясыз жүйенің барлық компоненттері қарапайым компьютерлерде орнатылады. Есептеу ортасының барлық деңгейлері, жабдықтар, операция бөлмесі, жүйелер, қосымшалар және сақтау құрылғылары тұрақты болып табылады және тек нақты шешімдерді есептеуді жүзеге асырады. Қосымшалар тікелей операциялық жүйеде, ал өз кезегінде компьютердің физикалық жабдықтарында жұмыс істейді. Жаңа қуаттылықты арттыру аппараттық құралдарды, бағдарламалық жасақтаманы және интерфейстерді реттеуді қажет етеді, бұл қымбатқа түсуі және уақытқа байланысты болуы мүмкін. Керісінше, виртуалдандыру технологиялары бар жүйелерде барлық элементтер логикалық түрде оқшауланған және тәуелсіз. Әр түрлі қабаттарды бөлетін виртуализация технологиялары бір қабатты екінші қабаттан босатады, инфрақұрылым элементтерін қосу, жаңарту және қолдау үшін көбірек икемділік жасайды.

Виртуалдандыру технологияларының білім беру үдерісінде АТ мамандарының едәуір бөлігі үшін бүгінде бірнеше физикалық машинада бірнеше операциялық жүйелерді басқарумен байланысты. Бұл көбінесе аппараттық виртуализация деп аталады. Аппараттық виртуалдау кезінде гипервизор

қонақтардың операциялық жүйесі өзінің аппараттық құралы ретінде қарастыратын виртуалды аппараттық қабатты ұсынады. Әр виртуалды машинадағыдай, операциялық жүйе, қосымшалар, сақталған мәліметтер және жеке параметрлер оқшауланған ортада болады, бір виртуалды машинадағы қателер басқаларына әсер етпейді. Аппараттық виртуалдандыруды бірнеше тәсілдермен жасауға болады: серверлерге арналған аппараттық виртуалдандыру, жұмыс орындарының аппараттық виртуализациясы және виртуалды инфрақұрылым.

Клиенттік машиналарда қолданған кезде, аппараттық виртуалдандыруды көбінесе жұмыс орнының виртуализациясы деп атайды, бірақ серверде қолданғанда оны серверлік виртуалдау деп атайды. Үшінші виртуалдандыру технологиясы сервер мен жұмыс орнын виртуалдау технологиясын біріктіреді. Бұл әдіс виртуалды жұмыс орнының инфрақұрылымы (ВЖОИ) деп аталады және ол серверде виртуалды машинаны іске қосуды орындайды. Осылайша, сервер бірнеше компьютерлерді біріктіре орналастырады. Әкімші және қолданушы виртуалды машинаға кез-келген жерден қол жеткізе алады. Виртуалдау технологиясы клиент пен сервер арасында жеткілікті байланыс орнатады.

Барлық технологиялар деректер орталығында жұмыс жасайтын виртуалды ресурстарға қол жеткізуге, деректердің қауіпсіздігін орталықтандыруға және әкімшілік пен басқару міндеттерін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Бұл технологиялардың барлығы оқу үдерісінде пайдалы болып табылады. Серверді виртуалдандыру бірнеше серверлерді бір қуатты серверге біріктіруге мүмкіндік береді, физикалық серверлер санын азайтады және серверлерді тиімді тәсілмен басқарады. Сервердің виртуализациясын қолдану арқылы гипервизор әр серверді оқшаулайды [8].

Аппараттық виртуализация және қосымшаны виртуалдандыру виртуалды машиналарға, виртуалды машиналардың бір-бірінің конфигурациясы мен процестеріне зиян тигізуіне жол бермейді.

Жұмыс орнын виртуалдандыру қосымшалар мен жұмыс үстелі ОЖ арасындағы сәйкессіздіктерді жоюға көмектеседі. Бұл мәселені ескі амалдық жүйені басқаратын виртуалды машинаны құру және қосымшаны осы виртуалды машинада орнату арқылы шешуге болады. Бұл тек ескі ОЖ-де жұмыс жасайтын қосымшаларды пайдалануға мүмкіндік береді.

Виртуалды жұмыс орнының инфрақұрылымы (ВЖОИ) әр қолданушыға желі орталығында орналасқан жұмыс орнымен желілік байланыс арқылы (басқа жұмыс орнын немесе мобильді құрылғыны пайдалану арқылы) өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, сондықтан пайдаланушының жеке жұмыс орнын шығындар мен қауіп қатерсіз басқарады.

Сонымен виртуалдандыру технологиясы арқылы қамтамасыз етілген желілік қауіпсіздік студенттерге тиесілі құрылғыларды қауіпсіздікті бұзбай желіге қосуға мүмкіндік береді. Бұл көптеген оқу курстарын игеруде мен ғылыми жобаларды жасауда қызметкерлер мен студенттерге виртуалды есептеу ортасын ұсынатын технология. Бұрын аталған аппараттық, қолданбалы және желілік виртуалдандыру технологиялары интеграциялы түрде жүзеге асырылады. ЖОО-да болашақ мұғалімдерді дайындау үдерісінде әр түрлі жұмыс орнын виртуалдандыру платформаларын пайдалануға болады. Виртуалды технологиялар арқылы виртуалды білім беру ортасында білім беру бағдарламалары бойынша оқытудың артықшылықтары мен виртуалды білім беру ортасында оқытушының жаңа рөлі пайда болады.

Зерттеудің нәтижелері

Білім беру технологияларының білім беру мазмұны аясында біз сандық білім беру ресурстарын жасадық. Оларды студенттерге сабақ беру үшін жеке құрал ретінде және аспаптық оқыту ортасының ажырамас бөлігі ретінде пайдалануға болады: Информатикадағы білім беру технологияларын жобалаудың электрондық бағдарламасымен интеграцияланған, технологиялық картаны жасаған кезде сілтемелер сәйкесінше СБР-да беріледі.

Біз жасаған СБР мыналарды қамтиды: мультимедиялық ақпарат түріндегі теориялық материалдар, фотосуреттер, бейнелер, графика, анимация және дыбыс. Фреймдер анимацияланған және дауыспен қамтылан; модельдеу элементтері - оларды зерттеу мақсатында нақты ресурстар мен процестерді модельдеу; – студент бағдарламаның өзінде тапсырмаларды орындай алатындай интерактивті тапсырмалар түріндегі практикалық материал; бағдарлама мен қолданушы арасындағы тікелей байланыс үшін байланыс блоктары, ақпарат берудің жеделдігі, процестің жай-күйін бақылау, мәліметтер базасындағы кілт сөздер бойынша ақпараттар іздеу, бірегей анықтамалық және ақпараттық басылымдарға қол жетімділікпен қамтамасыз етілген.

Информатикадағы сандық білім беру ресурстары келесі мазмұндық талаптарға сәйкес келеді:

- информатикадан бірнеше оқулықтарда көрсетілген оқу пәнінің мазмұнына сәйкес келеді;
- білім берудің жаңа сапасын қамтамасыз етеді, білім берудің заманауи түрлерін, жоғары интерактивтілікті, оқушылардың білім дербестігін нығайтуды басшылыққа алады;
- информатикада оқытудың деңгейлік дифференциациясы мен даралану мүмкіндігін қамтамасыз етеді (бұл пәндік дағдылар мен білімдердің, интеллектуалды және жалпы дағдылардың қалыптасу деңгейіне де қатысты);
- әртүрлі формада ұсынылған ақпаратпен жұмыс істеуге бағытталған материалдарды қамтиды (диаграммалар, кестелер, анимациялық материалдар, бейне тізбектілігі және т.б.);
- негізінен информатикада есептерді шешудің стандартты емес жолдарына бағытталған (оқу және диагностикалық) тапсырмалар жиынтығын қамтиды;
- пән бойынша игерілген білім мен дағдыларға сүйене отырып, информатикадан күнделікті мәселелерді шешуде тәжірибе жинақтауға бағытталған білім беру қызметінің түрлері ұсынылған;
- дербес топтық және жеке ғылыми-зерттеу қызметінің формаларын, оқу процесін жобалық ұйымдастырудың формалары мен әдістерін кеңінен қолдануды көздейтін оқу қызметін ұйымдастыруды қамтамасыз етеді.

Сандық білім беру ресурсын пайдалану тиімділігін арттыру үшін AR объектілері сандық білім беру ресурстарына енгізілген. AR-объектілері (Augmented Reality объектісі) – СБР беттерінде көрсетілетін немесе немесе түсіндіретін, білім мазмұнының толықтырылған объектілері.

Сандық экологиялық орта субъектілерінің өзара байланысы информатикадағы білім беру мәселесін шешу логикасына негізделген: есептерді сипаттау → есептер шығару → объектілерді жобалау → алгоритм және бағдарламаны құру → эксперимент. Бұл зерттеудің авторлары білім беру технологиялары бойынша семинар сабағының жоспарын құрастырды, онда объектілерді жобалаудан бастап оларды салу мен бағдарламалауға дейінгі негізгі міндеттер бар. Семинарда информатикадағы есептерді шешуге ұсынылған тәсіл студенттерге мәселені әр қырынан қарастыруға, білім беру мәселесін шешу үшін бар білімді біріктіруге мүмкіндік береді. Осылайша, оқытуда STEM тәсілі жүзеге асырылады.

Нәтижелерді талдау

Оқыту мұғалім мен оқушы арасындағы тығыз шығармашылықты байланыстағы әрекетті талап етеді. Мұғалімнің жетекшелік қызметі мен оқушының сол білімді меңгеру үдерісіндегі өзінің танымдық белсендік әрекет ұштастырылып жүйелік сипат алғанда ғана нәтиже болады. Баланың бойындағы туа біткен табиғи ерекшеліктерді даралап ашуға алғы шарт қаланады.

Оқыту үдерісінде виртуалдау технологиясын қолдану білімгердің ішкі қозғаушы күштеріне әсер ету, оны жарыққа шығару оқу үдерісінде саналы-сапалы білімге ұмтылуға жағдай жасау болып табылады. Осы жағдайды ескере отырып виртуалдау технологиясын қолданып оқыту барысында күнделікті сабақты саралап, талдап, баланы жалпы бақылап, сабаққа жаңа әдіс-тәсіл қолданып, оны түрлендіріп отырғанда, оқушының сабаққа қызығушылығы артады. Қызығушылық мотивтері оқушының күнделікті іс-әрекетінен байқалады. Оқу үдерісінде оқуға итермелейтін күш, екі түрлі мотивтерден тұрады. Олар сыртқы және ішкі мотивтер. Сыртқы мотивтер оқушылар мен ата-аналар тарапынан тікелей әсер етуіне, олардың мадақтау, жазалау тағы да басқа оқушының сабақ оқуына қатысты әрекеттерінен туындайды. Ал ішкі мотивтер – ол оқушының ынтасы, ықыласы, қызығушылығы және тағы да басқа ішкі әрекеттерімен жүзеге асырылады.

Дамытушылық функция оқытудың, тәрбиелеудің және дамытудың бірлігін сақтай отырып, оқушылардың іс-әрекетінің перцептивті, ойлау, эмоционалдык, ерік және басқа да құраушыларын басқаруды қамтамасыз етеді. Мұғалім біртіндеп дамытушылық функциясын жүзеге асыра отырып, оқушыларды фактілерді талдауға, қорытуға, жіктеуге және жүйелеуге, себеп-салдар байланыстарын орнатуға, ұғымдарды, заңдылықтарды меңгеруге және оларды саналы түрде пайдалана білуге үйретеді, түлғаның идеялық-адамгершілік қалыптасуына ықпал етеді.

Бағдарлаушылық функция оқушыларда өзін қоршаған дүние процестері мен құбылыстарына белсенді қатынас көзқарасын, идеялар мен идеалдарды, тәртіп нормалары мен әлеуметтік іс-қимыл қалыптастырады.

Жұмылдырушы функция мұғалімнің оқушылардың танымдық ізденімпаздығын және қоғамдық-саяси белсенділігін қалыптастыру үшін олардың білімі мен өмір тәжірибесін анықтауға бағытталған іс-әрекетінде көрініс табады. Мұғалім оқушыларды оқу-еңбек міндеттерін атқаруға деген сезімдерін

оята отырып, теория мен практиканың бірлігі, оқыту мен тәрбиелеуді өмірмен байланыстыру принциптерін жүзеге асыруға ықпал етеді.

Зерттеушілік функция мұғаліммен педагогикалық құбылыстарға ғылыми көзқараспен қарауда, болжам қоя білуін, шағын педагогикалық эксперимент жобалап оны жүргізе білуді, өзінің және басқа мұғалімдердің тәжірибесін талдай білуді талап етеді, анықтамалық және ғылыми әдебиетпен жұмыс істеу дағдысын меңгеруді қарастырады. Зерттеушілік функциясын жүзеге асыру мұғалімнің жұмысына шығармашылық, зерттеушілік сипат береді. Бұл аталған функциялар виртуалдау технологиясын қолданудағы мұғалім тұлғасының біртұтас құрылымында бір-бірімен тығыз байланысты және оның кәсіби іс-әрекетінің негізі болып табылады.

Білім беру жүйесін цифрландыру жағдайында болашақ информатика мұғалімінің кәсіби қызметтерін жүзеге асыруға байланысты негізгі бағыттары ретінде мыналарды ерекшелеу мүмкін болады [9]:

- студенттердің жеке басын дамытуға, өз бетімен жұмыс жасау дағдыларын қалыптастыруға бағытталған ақпараттық өзара әрекеттесудің заманауи технологиялары (Мультимедиа, Телекоммуникациялар, болашақта «Виртуалды шындық») негізінде іске асырылатын әдістемелік оқыту жүйесін құру және жетілдіру жаңа білім алуға, ақпараттық іс-әрекеттерді жүзеге асыруға, жаңа интеллектуалды өнімді игеруге;

- Интернет арқылы ұсынылған таратылған ақпараттық ресурстың әлеуетін педагогикалық мақсатқа сай пайдалануды қамтамасыз ету және компьютерлік желілер (жергілікті, ғаламдық) негізінде білім берудің өзара әрекеттесуін ұйымдастыру;

- оқу үдерісін ақпараттық-әдістемелік қамтамасыз етуді және білім беру ұйымын ұйымдастырушылық басқаруды автоматтандыру негізінде оқу процесін басқаруды виртуалдандыру;

- білім беру мекемесін виртуалдандыру жағдайын диагностикалау, Цифрлық технологияларды енгізу мен дамытуды жоспарлау;

- дайындық деңгейінің психологиялық-педагогикалық диагностикасы, компьютерлік тестілеу негізінде оқудағы алға жылжу, оқушының интеллектуалды әлеуетінің деңгейін анықтау әдістерін диагностикалау, олардың білімін бақылау және бағалау.

Қорытынды

Біз виртуалдандыру технологияларын енгізу бағыттарын және виртуалдандыру технологияларының артықшылықтарын сипаттай отырып, білім беру үдерісін қамтамасыз ету жолдарын қарастырдық. Олардың ішіндегі ең маңыздысы - студенттер мен оқытушыларға қауіпсіз, сұраныс бойынша, тәулік бойғы қол жетімділікті қамтамасыз ету. Студенттер виртуалды ресурстарды кез-келген уақытта, кез-келген жерде пайдалану мүмкіндігін пайдалана алады. Университеттің оқу үдерісіне енгізілген виртуалды технологиялар студенттерге компьютерлік сыныптарда, кітапханаларда немесе тіпті үйде (пайдаланушы университет желісіне қосыла алатын кез келген жерде) бірдей еңбек жағдайларын жасау мүмкіндігін береді. Қосымша орта студенттерге хост компьютерінде жоқ бірқатар қосымшалармен жұмыс істеу мүмкіндігін ұсынады. Бұл өз кезегінде оқу үдерісін қашықтан ұйымдастыруда білім беруді цифрландыру талаптарына жауап береді деп есептейміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Ахметов Б.С., Бидайбеков Е.Ы. Информационная образовательная среда вуза: разработка, внедрение, перспективы. Электронные данные. - 2006.

2 Авадаева И.В., Анисимова-Ткалич С.К. и др. Методологические основы формирования современной цифровой образовательной среды [Электронный ресурс]: монография. –Эл. изд. -Нижегород: НОО "Профессиональная наука", 2018. –174 с. Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/monographeeducation-1.pdf>.

3 Гриншкун А.В. Технология дополненной реальности как объект изучения и средство обучения в курсе информатики основной школы. Автореферат дис.канд.пед.наук.-Москва, 2018. -24 с.

4 Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018; (3):88-107. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107>

5 Сандық білім беру ресурстарын оқу үдерісінде қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. –Астана: Ы.Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2015. -32 б.

6 Авадаева И.В. и др. *Методологические основы формирования современной цифровой образовательной среды [Электронный ресурс]: монография. – Эл. изд. – Нижний Новгород: НОО "Профессиональная наука", 2018. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/monographeeducation-1.pdf>.*

7 *Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – М.: издат. центр «Академия». – 2010. – 368 с.*

8 Шындалиев Н.Т., Шынтай Г. *Виртуалды технологиялар арқылы білім беру бағдарламасы бойынша оқыту әдістерін жетілдірудің өзектілігі //Хабаршы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. -№1(65), Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2020. –Б.258-263.*

9 Сыдыхов Б.Д., Ыдырысбаев Д.У., Мошқалов А.Қ. *Білімді ақпараттандыру жағдайында болашақ мұғалімдерді цифрлық технологияларды қолдануға дайындаудың теориялық ерекшеліктері // Хабаршы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. -№1(65), Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2019. – Б.317-321.*

References

1 Ahmetov B.S., Bidajbekov E.Y. (2006) *Informacionnaja obrazovatel'naja sreda vuza: razrabotka, vnedrenie, perspektivy [Information educational environment of the university: development, implementation, prospects] Jelektronnye dannye*

2 Avadaeva I.V., Anisimova-Tkalich S.K. i dr. (2018) *Metodologicheskie osnovy formirovaniya sovremennoj cifrovoj obrazovatel'noj sredy [Methodological foundations for the formation of a modern digital educational environment] [Jelektronnyj resurs]: monografija. Jel. izd. Nizhnij Novgorod: NOO "Professional'naja nauka", 174. Rezhim dostupa: <http://scipro.ru/conf/monographeeducation-1.pdf>.*

3 Grinshkun A.V. (2018) *Tehnologija dopolnennoj real'nosti kak ob#ekt izuchenija i sredstvo obuchenija v kurse informatiki osnovnoj shkoly [Augmented reality technology as an object of study and a means of teaching in the computer science course of the basic school]. Avtoreferat dis.kand.ped.nauk. Moskva, 24.*

4 Ivanova A.V. (2018) *Tehnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti: vozmozhnosti i prepjatstvija primenenija [Virtual and Augmented Reality Technologies: Opportunities and Barriers to Application] Strategicheskie reshenija i risk-menedzhment.; (3):88-107.*

<https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107>

5 *Sandyk bilim beru resurstaryn oku yderisinde qoldanu bojnynsha adistemelik usynymdar (2015) [Guidelines for the use of digital educational resources in the educational process] Astana: Y.Altynsarin atyndagy Ultyk bilim akademijasy. 32.*

6 Avadaeva I.V. i dr. (2018) *Metodologicheskie osnovy formirovaniya sovremennoj cifrovoj obrazovatel'noj sredy [Methodological foundations for the formation of a modern digital educational environment] [Jelektronnyj resurs]: monografija. Jel. izd. Nizhnij Novgorod: NOO "Professional'naja nauka", Rezhim dostupa: <http://scipro.ru/conf/monographeeducation-1.pdf>.*

7 Polat E.S., Buharkina M.Ju.. (2010) *Sovremennye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovaniya: uchebnoe posobie dlja studentov vyssh. ucheb. zavedenij [Modern pedagogical and information technologies in the education system: a textbook for students of higher education. study. establishments] M.: izdat. centr «Akademija». 368.*

8 Shyndaliev N.T., Shynataj G. (2020) *Virtualdy tehnologijalar arkyly bilim beru bagdarlamasy bojnynsha okytu adisterin zhetildirudin ozektiligi [The relevance of improving teaching methods in the educational program through virtual technologies]. Habarshy. «Fizika-matematika gylymdary» serijasy. -№1(65), Abai atyndagy KazUPU. Almaty, 258-263.*

9 Sydyhov B.D., Ydyrysbaev D.U., Moshkalov A.Қ. (2019) *Bilimdi akparattandyru zhagdaynda bolashak mygalimderdi cifrlyk tehnologijalardy qoldanuga dajyndaudyn teorijalyk erekshelikteri [Theoretical features of preparing future teachers for the use of digital technologies in the context of informatization of knowledge]. Habarshy. «Fizika-matematika gylymdary» serijasy. -№1(65), Abai atyndagy KazUPU. Almaty, 317-321.*

Б.М. Усеинов^{1*}, А.А. Солодовник¹, Л.А. Дьяченко¹, Е.Н. Баянова¹

¹Северо-Казахстанский университет им.М.Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

*e-mail: buseinov@gmail.com

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ОЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены некоторые педагогические и методические аспекты перехода от традиционной системы обучения к преподаванию физики по обновленному содержанию образования в рамках очной и дистанционной форм организации учебного процесса в средней школе. Основными задачами исследования являлись изучение эффективности применения критериального оценивания, разработка оптимальных краткосрочных планов проведения учебных занятий различных типов и соответствующих методических материалов. При этом основное внимание акцентировалось на анализе сущности формативного и суммативного оценивания знаний и навыков учащихся с использованием интерактивных методов. В итоге проделанной работы разработаны системные методические материалы разных типов для уроков физики. Критерием эффективности применения вновь разработанных методических материалов стали результаты педагогического эксперимента, проведённого в нескольких школах города Петропавловска с использованием интерактивных методов обучения. Результаты эксперимента, включающего использование системы критериального оценивания успехов учащихся, представлены в виде диаграмм. Реализация педагогического эксперимента при изучении физики в старших классах средней школы предусматривала как в синхронный, так и асинхронный форматы дистанционного обучения. Достигнутые результаты позволяют говорить о заметном положительном влиянии предложенных методов обучения физике на успеваемость учащихся средней школы.

Ключевые слова: преподавание физики, обновлённое содержание образования, проблема оценивания знаний, оптимизация планирования занятий, методические материалы, дистанционное обучение, педагогический эксперимент; методические разработки, инновационные приёмы обучения, очное и дистанционное обучение.

Б.М. Усеинов¹, А.А.Солодовник¹, Л.А. Дьяченко¹, Е.Н.Баянова¹

¹Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан

ЗАМАНАУИ МЕКТЕПТЕ КҮНДІЗГІ ЖӘНЕ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ЖАҒДАЙЫНДА ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК АСПЕКТІЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада орта мектепте оқу процесін ұйымдастырудың күндізгі және қашықтықтан формалары аясында физиканы дәстүрлі оқыту жүйесінен жаңартылған білім мазмұны бойынша оқытуға көшудің кейбір педагогикалық және әдістемелік аспектілері қарастырылған. Зерттеудің негізгі міндеттері критериалды бағалауды қолданудың тиімділігін зерттеу, әртүрлі типтегі оқу сабақтарын өткізудің оңтайлы қысқа мерзімді жоспарларын және тиісті әдістемелік материалдарды әзірлеу болды. Сонымен қатар, интерактивті әдістерді қолдана отырып, оқушылардың білімі мен дағдыларын қалыптастырушы және жиынтық бағалаудың мәнін талдауға басты назар аударылды. Атқарылған жұмыстың нәтижесінде физика сабақтарына арналған әртүрлі типтегі жүйелі әдістемелік материалдар әзірленді. Петропавл қаласының бірнеше мектептерінде оқытудың интерактивті әдістерін пайдалана отырып өткізілген педагогикалық тәжірибе нәтижелері жаңадан әзірленген әдістемелік материалдарды қолдану тиімділігінің өлшемі болды. Оқушылардың жетістіктерін критериалды бағалау жүйесін қолдануды қамтитын тәжірибе нәтижелері диаграмма түрінде ұсынылған. Орта мектептің жоғарғы сыныптарында физика пәнін оқытуда педагогикалық тәжірибені жүзеге асыру синхронды және асинхронды қашықтықтан оқыту форматтары бойынша өткізілді. Қол жеткізілген нәтижелер физика пәнін оқытудың ұсынылған әдістерінің орта мектеп оқушыларының үлгеріміне айтарлықтай оң әсерін тигізді деп айтуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: әдістемелік әзірлемелер, инновациялық тәсілдер, физиканы оқыту, күндізгі және қашықтықтан оқыту.

Abstract

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING PHYSICS IN A MODERN SCHOOL
IN TERMS OF FULL-TIME AND DISTANCE LEARNING**

Useinov B.M.¹, Solodovnik A.A.¹, Diachenko L.A.¹, Bayanova Y.N.¹

¹Manash Kozybaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

The article considers some pedagogical and methodological aspects of the transition from the traditional system of education to teaching on the updated content of education in the in the framework of full-time and distance forms of organization of the educational process in secondary school. The main objectives of the study were to study the effectiveness of the use of criteria-based assessment, to develop optimal short-term plans for conducting different lessons types and methodological materials for them. At the same time, the main attention was focused on the analysis of the essence of formative and summative assessment of students' knowledge and skills using interactive methods. As a result of the research, systematic methodological materials for physics lessons of various types were developed. The criterion for the effectiveness of the newly developed methodological materials was the results of a pedagogical experiment conducted in several schools in the city of Petropavlovsk using interactive teaching methods. The results of the experiment, which includes the use of a system of criteria-based assessment of student success, are presented in the form of diagrams. The implementation of the pedagogical experiment in the study of physics in high grades of the secondary school provided for both synchronous and asynchronous formats of distance learning. The achieved results allow us to speak about a noticeable positive impact of the proposed methods of teaching physics on the academic performance of secondary school students.

Key words: methodological developments, innovative techniques, teaching physics, full-time and distance learning.

Введение

Традиционная система обучения, использовавшаяся в Республике Казахстан до 2016 года, в настоящее время претерпела существенные изменения. Развитие информационных технологий и цифровизации позволяет перенести часть информации в разряд справочной, позволяя сделать акцент на умении использовать требуемую информацию для решения практических задач. При этом повышается роль развития критического мышления, которое позволяет сравнивать между собой имеющиеся факты и правильно интерпретировать их связи. Пожалуй, это и лежит в основе перехода школ к обновлённому содержанию образования, вводимому в Республике Казахстан с 2016 года. Такой подход обусловлен идеей отслеживания постоянного развития науки и техники и требованиями развития конкурентоспособной личности, обладающей такими качествами как мобильность, гибкость, нацеленность на конечный результат. В этом плане на первое место выходит, не просто суммарное количество знаний, а умения и навыки, которыми овладевает обучающийся в процессе обучения и способность применить их в профессиональной деятельности и повседневной жизни, то есть важно не количество формально освоенной информации, а умение эффективно использовать её для решения различных практических задач [1].

На сегодня система школьного образования Республики Казахстан полностью перешла на обучение в рамках обновленного содержания образования, но на наш взгляд недостаточно обеспечена методическими материалами. Кроме того в силу объективных причин в последнее время в Казахстане (и в других странах) активно внедряется дистанционная форма обучения. Реализация такого формата обучения сопряжена с решением целого ряда технических и методических задач, одной из которых является разработка методического обеспечения отдельных дисциплин, в частности, и такого сложного предмета как физика [2]. Отсюда вытекает актуальность работ, направленных на развитие инновационной методики преподавания физики с использованием интерактивных методов обучения. В данной работе предлагается один из вариантов использования интерактивных методов обучения в рамках обновлённого содержания образования в условиях дистанционного обучения и проверка её эффективности.

В этом свете целью нашего исследования стало развитие оптимального комплекса методических материалов для преподавания физики в школе, позволяющих возможно полнее реализовать критерии нового педагогического подхода, как в традиционных условиях учебного процесса, так и в условиях ограничений дистанционной формы обучения. При этом предусматривалось проведение педагогического эксперимента и последующий анализ его результатов. Разумеется, решаемые задачи не охватывали весь курс школьной физики. Они отрабатывались на основе изучения разделов «Основы динамики» в 9 классе и «Молекулярная физика и термодинамика» в 10 классе. При этом эксперимент проводился в рамках, как очного, так и дистанционного обучения. Такой подход

оправдывается возможностью оперативного устранения замеченных недочётов перед его распространением на весь курс.

Методология исследования

Система обновленного содержания основывается на ожидаемых результатах, которые позволяют оценивать работу учащегося и его достижения. Четкая формулировка ожидаемых результатов способствует объективной оценке учебных достижений учащихся, позволяет определить индивидуальную траекторию обучения и развитие каждого ученика с учетом его индивидуальных способностей, а также способствует улучшению качества образовательного процесса. Это реализуется введением, так называемой, системы критериального оценивания, которая складывается из суммативного и формативного оценивания [3]. Целью исследования является разработка краткосрочных планов занятий и соответствующих методических материалов, а также суммативного оценивания за раздел (СОР) и суммативного оценивания за четверть (СОЧ) с последующим проведением педагогического эксперимента и анализом результатов.

Выделим основные этапы научного исследования: анализ и выбор методики использования интерактивных способов обучения; разработка методических материалов с использованием таких приемов как: ментальная карта, кластер и фишбоун; проведение педагогического эксперимента и его анализ.

В ходе первых двух этапов были разработаны методические материалы для уроков объяснения нового материала, решения задач и закрепления знаний с использованием интерактивных приёмов при изучении разделов «Основы динамики» в 9 классе и «Молекулярная физика и термодинамика» в 10 классе. В качестве приемов, используемых при изучении данных разделов, можно выделить следующие: ментальная карта, кластер, фишбоун и другие. Данные приемы использовались в качестве одного из письменных заданий, которые необходимо было выполнить обучающимся, с целью закрепления изученного материала [4]. На рисунке 1 приведен пример использования данных приемов в разработках краткосрочных планов.

Третий этап заключался в проведении педагогического эксперимента в течении второй учебной четверти с использованием дистанционных образовательных технологий в трёх школах города Петропавловска: областная специализированная школа-лицей-интернат для одаренных детей ЛОРД, школа-лицей «Дарын», средняя школа-комплекс национального возрождения №17. Для исследования были разработаны методические материалы для проведения уроков, включающие краткосрочные планы занятий и наглядные материалы, а также материалы для суммативного оценивания за раздел (СОР) и четверть (СОЧ). Для проведения эксперимента в школах были выбраны обучающиеся 9 и 10 классов с примерно одинаковым уровнем подготовки.

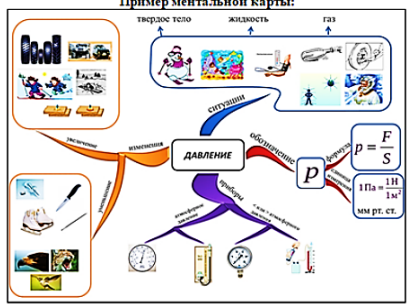
<p>Выполни письменно</p>	<p>Составьте «Фишбоун» к теме «Основные положения МКТ и ее опытное обоснование».</p> <p>Пример «Фишбоун» смотрите ниже.</p>	<p>Схема оценивается в 4 балла.</p>	<p>4. Выполни письменно</p> <p>На основе изученного материала составь ✓ ментальную карту по теме «Силы в механике» по ✓ схеме по теме «ИСО»</p>	<p>Ментальная карта – 3 балла Схема – 3 балла</p>
<p>Примечание: «Фишбоун» состоит из четырех основных частей: головы рыбы, хвоста, верхних и нижних косточек. Хребет рыбы или основная кость связывает основные части схемы. Каждая из частей схемы выполняет определенную роль:</p> <ul style="list-style-type: none"> – голова рыбы обозначает проблему или вопрос, которую необходимо проанализировать; – верхние косточки – основные понятия или причины, относящиеся к проблеме; – нижние косточки – факты, определяющие суть причин или понятий; – хвост – вывод или ответ на вопрос. <p>Пример «Фишбоун» по теме «Прямолинейное движение»</p>				
<p>Примечание: при составлении ментальной карты тема должна располагаться в центре схемы. Все элементы карты должны быть соединены ветвями с центральным блоком. Ветви должны быть «живыми», то есть гибкими, а не в виде прямых линий. Ветви должны иметь различную толщину, в зависимости от важности информации. Вся информация прописывается на ветках в виде слова или словосочетания (желательно прописными буквами). Длина ветви = длине слова.</p> <p>При составлении карты выделяй ветви цветом, но карта не должна быть «бстрой» (желательно не более 4-х цветов), также необходимо дополнять карту рисунками, схемами или графиками, если позволяет тема.</p> <p>Пример ментальной карты:</p> 				

Рисунок 1. Фрагменты краткосрочных планов занятий

В ходе эксперимента изучение физики в старших классах средней школы происходило как в синхронном, так и в асинхронном форматах дистанционного обучения. Синхронный формат обучения заключался в том, что учителем за определенный период времени (20 минут) сообщался новый материал по теме занятия, после чего обучающиеся совместно с учителем разбирали различные задания, направленные на закрепление материала. Оставшееся время занятия отводилось на самостоятельную работу учащихся по закреплению материала, которая осуществлялась в асинхронном формате. Данная работа предполагала выполнение различных письменных заданий, подразумевающих использование разнообразных интерактивных методов, а также решение тестовых заданий и задач, направленных на закрепление изученного материала [5]. В ходе выполнения письменных заданий обучающимся предлагалось построить различные схемы (кластеры, ментальные карты). В результате у учащихся выработались навыки анализа, сравнения, обобщения и структурирования материала, которые способствовали более эффективному его усвоению и запоминанию.

Результаты исследования

В итоге проведения педагогического эксперимента в 9 классе по разделу «Основы динамики» и обработки его результатов были получены следующие заключения, иллюстративно представленные на рисунках 2, 3, 4.

Здесь (рисунок 2) приведены результаты формативного оценивания в 9 классе за первую и вторую четверть. Как видно из диаграммы, количество учащихся, набравших менее 50% по результатам среднего балла формативного оценивания за первую четверть, составляло 12 человек, в то время как по результатам второй четверти (внедрение новых методических материалов) оно снизилось до трех человек. При этом количество обучающихся, имеющих средний балл выше 80% по результатам второй четверти, составило 16 человек, что существенно выше, чем в первой четверти – 3 человека. Это может рассматриваться как свидетельство повышения познавательного интереса учащихся при изучении и закреплении учебного материала.



Рисунок 2. Результаты формативного оценивания за первую и вторую четверти.

Аналогичный результат (рисунок 3) получен по анализу данных суммативного оценивания за первую и вторую четверти в 9А и 9Б классе средней школы-комплекса национального возрождения №17. Здесь в 9А классе по результатам второй четверти количество обучающихся, набравших меньше 50% по результатам СОР, уменьшилось с 12 до 5 человек по сравнению с результатами первой четверти.

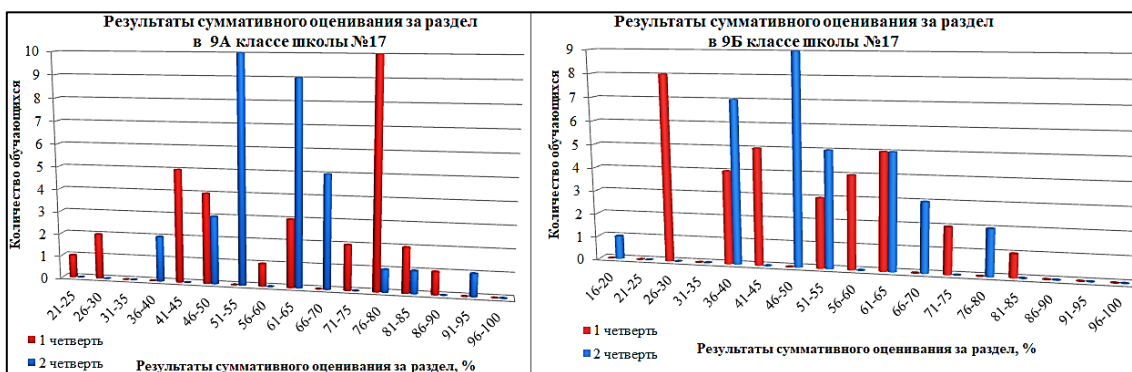


Рисунок 3. Результаты суммативного оценивания за раздел «Основы динамики»

Однако большее количество учащихся набравших более 75% по результатам СОР приходится на первую четверть (13 человек), а по результатам второй четверти большинство учащихся 9А класса набрали баллы, лежащие в пределах 50-70%. В 9Б классе количество обучающихся, набравших более 50% по результатам СОР, примерно одинаковое. При этом, как видно из диаграммы, результаты СОР за первую четверть лучше, чем за вторую.

По результатам суммативного оценивания за первую и вторую четверть на диаграммах, представленных на рисунке 4, следует, что в 9А и 9Б классах количество обучающихся, набравших менее 50%, увеличилось по сравнению с результатами первой четверти. При этом из рисунка 5 видно, что результаты СОЧ за первую четверть выше по сравнению с результатами второй четверти в обоих классах. Но эти результаты, как бы противоречащие нашей исходной цели, можно объяснить реальным различием сложности материала, изучаемого в первой и второй четверти в девятом классе. Кроме того одной из возможных причин снижения показателей учебных достижений является изменение характера социального взаимодействия между учителем и учащимися и отсутствие своевременной обратной связи [6-7].

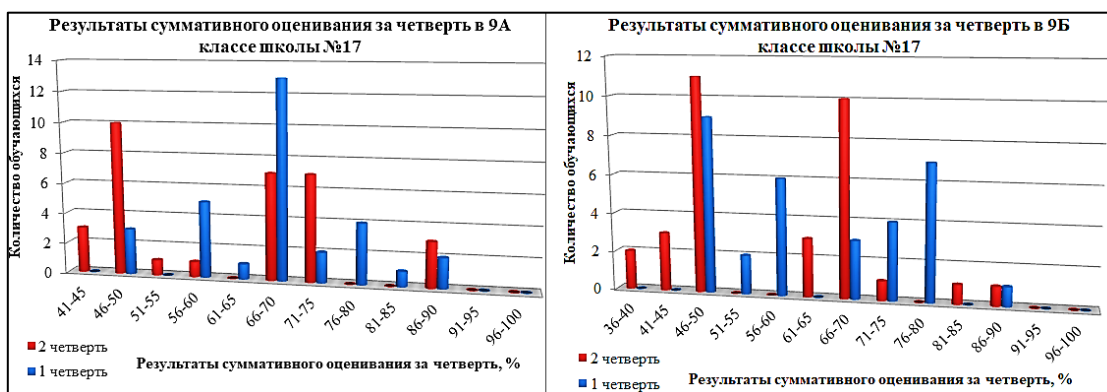


Рисунок 4. Результаты суммативного оценивания за первую и вторую четверти

Рассмотрим некоторые результаты педагогического эксперимента, проведенного в 10 классе при изучении раздела «Молекулярная физика и термодинамика». Они приведены на рисунках 5, 6, 7.

Как видно, в лицее «Дарын» количество обучающихся, набравших 50-80% от среднего балла по результатам формативного оценивания, по итогам первой и второй четверти примерно одинаково (первая четверть – 13 человек, вторая – 16). При этом результаты формативного оценивания за вторую четверть выше, чем за первую четверть. Что касается лицея ЛОРД, то количество учащихся, набравших от 85 до 100% по итогам первой четверти, составляет 7 человек, по итогам второй – 6. Но при этом по результатам второй четверти 95-100% от среднего балла формативного оценивания набрали 5 человек, а по результатам первой четверти только 2 человека.

Анализ результатов суммативного оценивания за тот же раздел по итогам первой и второй четверти в лицее «Дарын» показал, что число учащихся, набравших менее 50%, снизилось с 6 человек до одного. Увеличилось (с 4 до 8 человек) количество учащихся, имеющих средний

показатель за СОР более 85% по результатам четверти. Однако, в лицее ЛОРД количество учащихся, набравших более 80% баллов за СОР по итогам первой и второй четверти одинаково (9 человек). При этом во второй четверти количество учащихся имеющих высший балл по СОР возросло, по сравнению с результатами первой четверти.

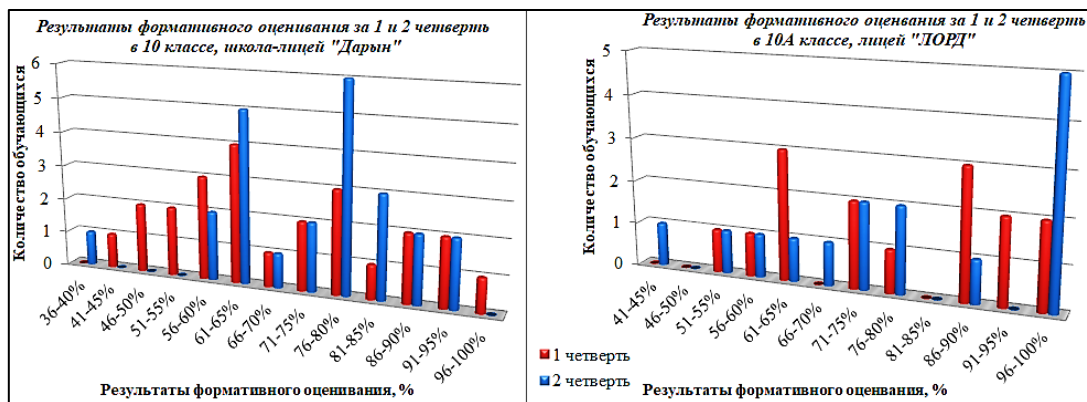


Рисунок 5. Результаты формативного оценивания

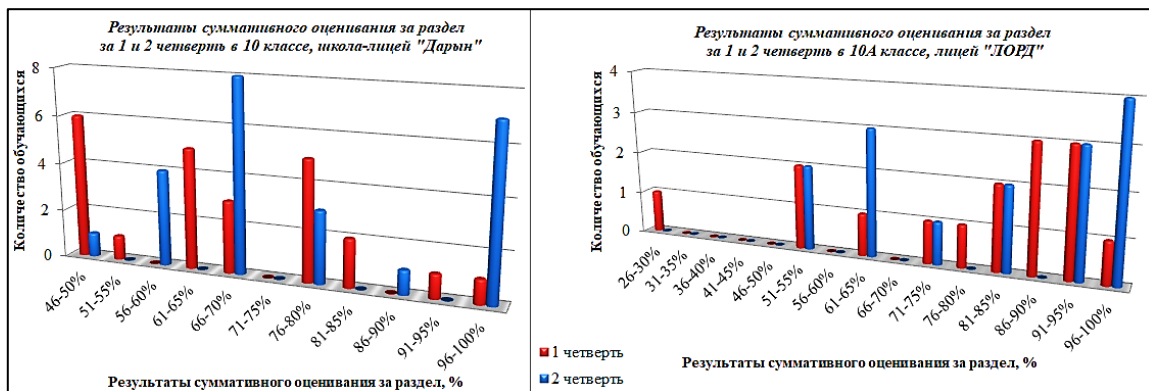


Рисунок 6. Результаты суммативного оценивания за раздел «Молекулярная физика».

На рисунке 7 представлены результаты суммативного оценивания за четверть. Как видно, в лицее «Дарын» число учащихся, набравших более 75% по результатам СОЧ, за первую четверть составляет 5 человек, за вторую – 7. В лицее ЛОРД число учащихся, набравших менее 50% за СОЧ, по итогу второй четверти уменьшилось с четырех человек до одного. При этом число учащихся, набравших более 80%, увеличилось с двух до шести человек.

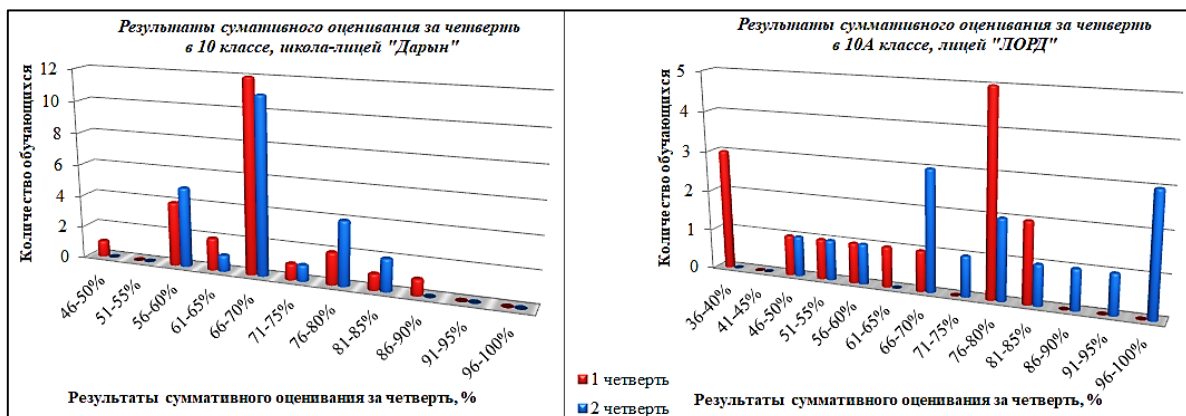


Рисунок 7. Результаты суммативного оценивания за четверть

Принимая во внимание эти результаты, можно констатировать, что использование краткосрочных планов занятий с применением интерактивных приемов обучения в 10 классе способствует повышению уровня познавательного интереса обучающихся, что приводит к более эффективному усвоению изучаемого материала и более высоким показателям учебных достижений [8].

Дискуссия

На основании практического применения интерактивных приёмов выявлено их положительное влияние на эффективность обучения физике в старших классах средней школы, о чём свидетельствуют замеры учебных достижений [9]. Этот результат можно интерпретировать исходя из представления о повышении познавательного интереса учащихся, усилению их вовлеченности в изучение материала, а также развитию критического мышления при выполнении различных заданий. Кроме того, помимо основной информации по теме занятия, сообщаемой учителем, учащимся предоставлялись дополнительные ссылки на интерактивные уроки, посредством которых последние могли углубить свои знания по изучаемой теме.

Однако, с учётом того, что эксперимент проводился в условиях дистанционной формы обучения, трудно точно оценить эффективность использования предложенных методов. Спецификой такого обучения является чрезмерная нагрузка учителя, для которого первостепенной задачей становится и выдача учебного материала, и подготовка учащихся к написанию оценивающих заданий за разделы и четверти. Эффективность методов активизации образовательного процесса отходит на второй план, и в той связи, что учащиеся получают увеличенную нагрузку в виде различного рода заданий и задач сразу по многим предметам. Тем не менее, интерактивные приемы и в таких условиях показали свою эффективность. Хотя оценивать последнюю сложно с учётом неравноценной сложности материала в различных четвертях.

Совершенствование методики преподавания физики с использованием интерактивных приемов должно осуществляться непосредственно под контролем учителя, что в условиях дистанционного обучения становится почти недостижимым, поскольку каждый ученик по-своему интерпретирует тот или иной прием, несмотря на прилагаемые инструкции по выполнению заданий.

Выводы

Таким образом, поэтапно следуя по пути реализации поставленной цели, были разработаны новые методические планы проведения занятий по обновленному подходу к организации обучения, адаптированные, в том числе, к условиям дистанционного обучения. Содержание учебного процесса при этом опирается на вновь разработанные методические материалы для цикла занятий объяснения нового материала, решения задач и закрепления знаний с использованием таких интерактивных приёмов как ментальная карта, кластер, фишбоун. В ходе исследования разработаны методические аспекты планов занятий, адаптированных в рамках дистанционного обучения, материалы для уроков объяснения новой темы, решения задач и закрепления знаний с использованием интерактивных приёмов при изучении разделов «Основы динамики» в 9 классе и «Молекулярная физика и термодинамика» в 10 классе.

В последующем все эти материалы были задействованы в продолжении одной учебной четверти в ходе проведения педагогического эксперимента в двух школах нового типа города Петропавловска. Итоги эксперимента позволяют констатировать положительное влияние применения предлагаемого подхода к реализации обновленного содержания образования и предлагаемых нами методических разработок на эффективность усвоения знаний по указанным выше разделам физики в 9 и 10-х классах, которое выразилось, в частности, и в повышении познавательного интереса у обучающихся к предмету. В этой связи уместно утверждать, что предложенный комплекс методических материалов по физике позволил реализовать критерии нового педагогического подхода, в том числе, в условиях ограничений дистанционной формы обучения и дал свой положительный эффект. Следует отметить, что оценки эффективности применения новых методических разработок требуют обеспечения стабильности в организации учебного процесса, то есть перехода от дистанционного обучения к непосредственному общению в системе «учитель – ученик» [10–11].

В заключении, можно констатировать, что для получения эффекта повышения креативности обучаемых нужна кропотливая работа по развитию многообразных методических приёмов и реализации интерактивного подхода к образовательному процессу.

Список использованной литературы

- 1 Khonamri F., Azizi M., Kralik R. Using interactive e-based flipped learning to enhance efl literature student' critical reading// *Science for Education Today*, 2020. Vol. 10(1). P. 25–42. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2001.02>
- 2 Шалагинова К.С., Декина Е.В. Психолого-педагогические аспекты дистанционного образования в условиях пандемии: по материалам анкетирования студентов – будущих психологов// *Психолого-педагогические исследования*, 2020. Том 12. № 3. С. 80–94. <https://doi.org/10.17759/psyedu.20201200305>
- 3 Испусинова С.Б., Можжаева О.И., Шилибекова А.С., Казжанова А.О., Абдильдина Ж.Н., Каримова Ш.Т., Зиеденнова Д.Б. Аprobация обновленного содержания образования. Аналитический отчет (2015-2019 гг.). – Нур-Султан: АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», 2019. – 46 с.
- 4 Карпенко Е.А., Райс О.И. Интерактивные технологии в обучении. Педагогика нового времени. – Издательские решения, 2020. – 80 с.
- 5 Маматохунув Ё. Методика организации самостоятельной учебной деятельности школьников по физике во внеурочных занятиях // *Universum: психология и образование: электронный научный журнал*, 2021. 4(82)– URL: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/11505> <http://dx.doi.org/10.32743/UniPsy.2021.82.4.10-12>
- 6 Панферов В.Н., Безгодова С.А., Васильева С.В., Иванов А.С., Микляева А.В. Эффективность обучения и академическая мотивация студентов в условиях онлайн-взаимодействия с преподавателем (на примере видеолекции)// *Социальная психология и общество*, 2020. Т. 11 (1). С. 127-143. <http://dx.doi.org/10.17759/sps.2020110108>
- 7 Leontyeva I.A. Modern Distance Learning Technologies in Higher Education: Introduction Problems // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018. Vol. 14(10). P. em1578 <https://doi.org/10.29333/ejmste/92284>
- 8 Наджарян А.Г., Самсонова Е.К. Использование интерактивных технологий в процессе обучения студентов педагогического высшего учебного заведения// *Наукоедение: интернет-журнал*, 2015. Т. 7, №3. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/20PVN315.pdf> <http://dx.doi.org/10.15862/20PVN315>
- 9 Radulović B., Stojanović M. Comparison of Teaching Instruction Efficiency in Physics through the Invested Self-Perceived Mental Effort // *Practice*, 2019. No. 3. P. 152-175. <http://dx.doi.org/10.17323/1814-9545-2019-3-152-175>
- 10 Kurok O., Lucenko G., Povstyn O., Lutsenko O. Features of Distance Education in Ukraine during the Covid-19 Pandemic: Problems and Prospects// *Universal Journal of Educational Research*, 2020. Vol. 8(11). P. 5498–504 <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081153>
- 11 Hurlbut A.R. Online vs. traditional learning in teacher education: a comparison of student progress// *American Journal of Distance Education*, 2018. Vol. 32 (4). P. 248–266. <https://doi.org/10.1080/08923647.2018.1509265>

References

- 1 Khonamri F., Azizi M., Kralik R. Using interactive e-based flipped learning to enhance efl literature student' critical reading// *Science for Education Today*. 2020. Vol. 10(1). P. 25–42. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2001.02>
- 2 Shalaginova K. S., Dekina E. V. (2020) Psihologo-pedagogicheskie aspekty distancionnogo obrazovanija v uslovijah pandemii: po materialam anketirovanija studentov – budushhij psihologov [Psychological and pedagogical aspects of distance education in the context of a pandemic: based on the materials of the questionnaire of students – future psychologists]. *Psihologo-pedagogicheskie issledovanija*. № 12 (3), 80-94. (In Russian) <https://doi.org/10.17759/psyedu.20201200305>
- 3 Ispusinova S.B., Mozhaeva O.I., Shilibekova A.S., Kazzhanova A.O., Abdil'dina Zh.N., Karinova Sh.T., Ziedenova D.B.(2019) Aprobacija obnovlennogo soderzhanija obrazovanija. Analiticheskij otchet (2015-2019 gg.) [Approbation of the updated content of education. Analytical report (2015–2019)]. Nur-Sultan: АОО «Nazarbaev Intellektual'nye shkoly». 46 s. (In Russian)
- 4 Karpenko E.A., Rajs O.I. (2020) Interaktivnye tehnologii v obuchenii. Pedagogika novogo vremeni. –Izdatel'skie reshenija [Interactive technologies in training. Pedagogy of the new age], 80 s. (In Russian)
- 5 Mamatohunov Jo. (2021) Metodika organizacii samostojatel'noj uchebnoj dejatel'nosti shkol'nikov po fizike vo vneurochnyh zanjatijah [Methods of organizing independent educational activity of schoolchildren in physics in extracurricular activities]. *Universum: psihologija i obrazovanie: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*. 4(82) URL: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/11505> (In Russian) <http://dx.doi.org/10.32743/UniPsy.2021.82.4.10-12>
- 6 Panferov V.N., Bezgodova S.A., Vasil'eva S.V., Ivanov A.S., Mikljaeva A.V. (2020))Effektivnost' obuchenija i akademicheskaja motivacija studentov v uslovijah onlajn-vzaimodejstvija s prepodavatelem (na primere videolekcii) [Efficiency of learning and academic motivation of students in conditions of online interaction with the teacher (on the example of a video lecture)]. *Social'naja psihologija i obshhestvo*. № 11 (10), 127-143 (In Russian) <http://dx.doi.org/10.17759/sps.2020110108>
- 7 Leontyeva I.A. Modern Distance Learning Technologies in Higher Education: Introduction Problems // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018. Vol. 14(10). – P. em1578 <https://doi.org/10.29333/ejmste/92284>

8 Nadzharjan A.G., Samsonova E.K. (2015) *Ispol'zovanie interaktivnyh tehnologij v processe obuchenija studentov pedagogicheskogo vysshego uchebnogo zavedenija* [The use of interactive technologies in the learning process of students of pedagogical University]. *Naukovedenie: internet-zhurnal*, №7(3) URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/20PVN315.pdf> (In Russian) <http://dx.doi.org/10.15862/20PVN315>

9 Radulović B., Stojanović M. *Comparison of Teaching Instruction Efficiency in Physics through the Invested Self-Perceived Mental Effort* // *Practice*, 2019. No. 3. P. 152-175 <http://dx.doi.org/10.17323/1814-9545-2019-3-152-175>

10 Kurok O., Lucenko G., Povstyn O., Lutsenko O. *Features of Distance Education in Ukraine during the Covid-19 Pandemic: Problems and Prospects* // *Universal Journal of Educational Research*, 2020. Vol. 8(11). P. 5498–504 <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081153>

11 Hurlbut A.R. *Online vs. traditional learning in teacher education: a comparison of student progress* // *American Journal of Distance Education*, 2018. Vol. 32 (4). P. 248–266. <https://doi.org/10.1080/08923647.2018.1509265>

Ш.Т. Шекербекова^{1*}, Г.А. Абдулкаримова¹, Г.С. Арынова¹, А. Ербол¹

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*sh_shirin@mail.ru

БІЛІМ БЕРУ РОБОТОТЕХНИКАСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ЖОБАЛЫҚ ІС-ӘРЕКЕТІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

Аңдатпа

Мақалада білім беру робототехникасын оқытуда болашақ информатика мұғалімдерінің жобалық іс-әрекетін ұйымдастыру тәжірибесі талданады. Негізгі құзыреттіліктерді қалыптастыру үшін осы әдісті қолданудың негізгі әдістемелік мүмкіндіктері қарастырылған: TRIK Studio онлайн конструкторымен жұмыс істей білу, программалау, құрастыру негіздері, сонымен қатар ұжымдық зерттеу қызметі дағдыларын дамыту. Мақалада «Білім беру робототехникасы» пәні аясында жоба бойынша жұмыс кезеңдері және оған қатысушылардың функциялары тұжырымдалған. Сондай-ақ, TRIK Studio онлайн конструкторында студенттердің орындаған жобаларына талдау жүргізілді: роботтың шеңбер бойынша, сызық бойынша және лабиринт бойынша қозғалысы. Жобалық іс-әрекет болашақ информатика мұғалімдеріне өз идеяларын жүзеге асыруға және зерттеу нәтижелерін талдауға, яғни теориялық оқыту әдістерін қолдану кезінде алуға болмайтын жаңа білім мен дағдыларды игеруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: робототехника, білім беру робототехникасы, жобалық іс-әрекет, оқу жобасы, студенттерді оқыту, TRIK Studio конструкторы.

Аннотация

Ш.Т.Шекербекова^{1*}, Г.А.Абдулкаримова¹, Г.С. Арынова¹, А.Ербол¹,

¹Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

В статье анализируется опыт организации проектной деятельности при обучении образовательной робототехнике бакалавров, будущих учителей информатики. Рассматриваются основные методические возможности применения этого метода для формирования основных компетенций: основ конструирования, программирования, умений работать с онлайн конструктором TRIK Studio, а также развитие навыков коллективной исследовательской деятельности. В статье сформулированы этапы работы над проектом и функции его участников в рамках дисциплины «Образовательная робототехника». Также проведен анализ проектов, выполненных студентами в онлайн конструкторе TRIK Studio: движение робота по кругу, по линии и по лабиринту. На основе опыта применения проектной деятельности установлены определенные аспекты реализации проектной деятельности при обучении студентов. Проектная деятельность позволяет реализовывать свои идеи и анализировать результаты исследования, т.е., приобретать новые знания и навыки, которые не возможно приобрести при использовании теоретических методов обучения.

Ключевые слова: робототехника, образовательная робототехника, проектная деятельность, учебный проект, обучение студентов, конструктор TRIK Studio.

Abstract

ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES IN TRAINING IN EDUCATIONAL ROBOTICS OF FUTURE TEACHERS OF INFORMATICS

Shkerbekova Sh.T.^{1*}, Abdulkarimova G. A¹, G.S. Arynova¹, Erbol A¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article analyzes the experience of organizing project activities in teaching educational robotics to bachelors, future teachers of informatics. The main methodological possibilities of using this method for the formation of basic competencies are considered: the foundations of design, programming, the ability to work with the online constructor TRIK Studio, as well as the development of skills for collective research activities. The article formulates the stages of work on the project and the functions of its participants within the discipline «Educational robotics». The analysis of projects completed by students in the online constructor TRIK Studio was also carried out: the movement of the robot in a circle, along a line and along a maze. Based on the experience of using project activities, certain aspects of the

implementation of project activities in teaching students have been established. Project activity allows you to implement your ideas and analyze the results of research, i.e., acquire new knowledge and skills that cannot be acquired using theoretical teaching methods.

Keywords: robotics, educational robotics, project activities, educational project, student training, constructor TRIK Studio.

Кіріспе

Бүгінгі таңда Қазақстан жоғары мектебі жаһандық өзгерістерді бастан өткеруде, оның негізгі мақсаты білім мен дағдыларды оқытушыдан студенттерге репродуктивті түрде беру ғана емес, сонымен қатар студенттің оқу мәселесін өз бетінше қою, оны шешу алгоритмін қалыптастыру, үдерісті бақылау және алынған нәтижені бағалау, бір сөзбен айтқанда, оқуға үйрету. Қазіргі білім жеке тұлғаның өзіне де, қоғамға да қажет қабілеттерін дамытуға бағытталған: оны әлеуметтік белсенділікке қосу, білім беру жүйелерінен тыс тиімді өзін-өзі оқыту және тәрбиелеу мүмкіндіктерін қамтамасыз ету.

Қазіргі жас ұрпақтар командада жұмыс істеу, коммуникативтік дағдылары, программалау негіздерін білу, программалық қамтамасыз етуді білу, презентациялар өткізу, жобалық құжаттамалармен жұмыс істеу, программалық жасақтаманың өмірлік циклін түсіну тәрізді қажетті дағдылар мен біліктері болуы тиіс. Педагогикалық және әдістемелік әдебиеттерде бұл мәселені оқу және тәрбие жұмысының барлық салаларында шешу үшін белсенді, интерактивті оқыту әдістерін, атап айтқанда, болашақ информатика мұғалімдерін дайындау барысында жобалық оқытуды қолдануға көп көңіл бөлінеді [1-3].

Білім беру робототехникасын оқытуда информатика және робототехника мамандығының студенттерінің жобалық іс-әрекетін ұйымдастыру тәжірибесі талданады. Болашақ информатика және робототехника мұғалімінің білім беру робототехникасы саласындағы құзыреттілігін қалыптастыру үшін осы әдісті қолданудың негізгі әдістемелік мүмкіндіктері қарастырылады: роботты құрастыру, программалау негіздері, онлайн құралдармен жұмыс істеу дағдылары, сонымен қатар ұжымдық зерттеу іс-әрекеттерін дамыту.

Зерттеу әдіснамасы

Теориялық талдау әдісі (зерттеу тақырыбы бойынша педагогикалық және әдістемелік еңбектерді, оқу бағдарламаларын, оқу-әдістемелік құралдарды, білім беру робототехникасы бойынша жобалық тапсырмаларды іріктеу және құрастыру әдісі, диагностикалық әдістер (тестілеу, сауалнама жүргізу, сараптамалық бағалау) қолданылды.

Мақалада ұсынылған зерттеу жобалары Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінде болашақ информатика және робототехника мұғалімдерін дайындау барысында апробацияланды.

Жобалық іс-әрекет әдісі туралы көптеген ғылыми жұмыстар жазылды, соның ішінде Сазонова З.С., Арифуллин И.В., Феофанова Л.С., ЩербакOVA В.Л. жұмысында «жобаға бағытталған білім беру әртүрлі педагогикалық мәселелердің едәуір санын шешеді: ол бірқатар әмбебап және кәсіби құзыреттердің қалыптасуын қамтамасыз етеді, білім алушыларды мақсаттылық пен жауапкершілікке тәрбиелейді, олардың рефлексия қабілеттерін дамытуға ықпал етеді. Басты артықшылығы-бұл бірлескен жұмыстың әр қатысушысына жобадағы «өз позициясын» өз бетінше табуға, оған шынымен қызықты тапсырманы орындауға мүмкіндік береді, осылайша бұрын жасырын жағдайда болған тұлғаның шығармашылық қабілеттерін анықтайды және ашады» деп келтіріледі [4, 114 б.].

Роботтарды кеңінен енгізумен байланысты жоғары технологиялық ортада түлектерді өмірге дайындаудың қажетті құралы ретінде «Білім беру робототехникасы» жаңа пәнінің дамуы жайлы жұмыста сипатталып келтірілген [5]. Сонымен бірге, білім беру робототехникасы саласындағы халықаралық педагогикалық тәжірибеге талдау жасалған.

Зерттеу нәтижелері

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, математика, физика және информатика институтында 6В01507-информатика мамандығында «Білім берудегі робототехника» пәнін оқыту барысында робототехникадан жоба жұмыстарын жасау ұйымдастырылды. Болашақ информатика мұғалімдері топта бірқатар жоба жұмыстарын орындап, алған білім мен дағдыларын болашақта өз мамандықтарында табысты пайдалана алады.

Білім беру робототехника пәні бойынша сабақтарды өткізу үшін жаңа курстың оқу-әдістемелік кешені, оқу-әдістемелік құралдары мен авторлардың ұсыныстары әзірленді [1,6].

Пән екінші курста оқытылады. Негізінен, пән теориялық мәселелермен қатар студенттерге практикалық дағдылар мен программалық қамтамасыз ету технологияларын игеруге арналған бөлімдерден тұрады. Пәнді оқып үйренуде жобалық іс-әрекеттерді қолдану қажеттілігі сонымен қатар осы бөлімдерді тек дәстүрлі әдістерді қолдана отырып оқу мүмкін еместігімен түсіндіріледі және дағдылар деңгейін қалыптастыру қажет. Сондықтан әр студент жеке өзі немесе топта жобаның мақсаттары мен мазмұнын өз бетінше анықтай отырып, практикалық мәселені шешу үшін шығармашылық оқу жұмысын жасай алады. Жоба әдісі студенттерді шығармашылық белсенділікке тартады, өздігінен ойлауға және білім алуға үйретеді, сонымен бірге оқуға қызығушылық тудырады [7].

«Білім беру робототехникасы» пәнін оқыту мақсаттарының бірі болашақ информатика мұғалімінің әдістемелік дағдыларын қалыптастыру, оны оқу іс-әрекетін жүзеге асыруға дайындау болып табылады. Сондықтан сабақтарда оқу-программалық құжаттарды талдау, тақырыпты зерттеу үшін әдебиеттерді таңдау, оқу материалының мазмұнына әдістемелік талдау жүргізу, техникалық мәселелерді шешуді ресімдеу және т.б. қабілеттерін жетілдіру үшін педагогикалық жағдайлар жасау маңызды болып табылады.

Білім беру робототехникасын оқыту барысында студенттердің жобалық іс-әрекетін ұйымдастыруды қарастырамыз. Жобаның басты мақсаты студенттердің шығармашылық ойлауын қалыптастыру. Жалпы алғанда жоба жұмысының мақсаты қойылған алғашқы проблеманы шешу керектігін білдіреді. Әр түрлі жағдай үшін бұл ерекше шешім, ерекше нұсқа бола алады.

Бүгінгі таңда білім беру жүйесі студенттерден барлық пәндер бойынша дайын білім беруді үйреніп қана қоймай, сонымен қатар олардың дайындықтары мен жеке ерекшеліктеріне сәйкес оқу үдерісінде әлеуметтік және шығармашылықты дамытуға жағдай жасау. Сондықтан, оқу үдерісінде жобалық іс-әрекетті қалыптастыруда робототехникадағы жоба жұмысының рөлі зор болып саналады (<https://education.lego.com/ru-ru/>).

Жоба жұмысын жасаудың ерекшелігі жоспарлау, проблемадан бастап, жобаның мақсатын жүзеге асыруға дейін кезеңдерге бөліп, оны шешудің жолдары анықталады. Жоба жұмысының жоспарын жүзеге асыруда әдебиеттер мен ақпарат көздерін, алынған мәліметтерді талдау және қорытындылау, сонымен қатар алынған қорытындыларды тұжырымдау және жобаның бастапқы проблемасын шешу барысы қарастырылады. Сонымен жоба жұмысын орындаудың негізгі кезеңдері проблема, мақсат қою, жоспарлау, жоспарды іске асыру болып табылады. Бірінші кезеңде бар жағдайды бағалау және мәселені тұжырымдау керек. Екінші кезеңде мақсатты қою, мәселенің өзі маңызды мақсатқа айналып, кейіннен күтілетін нәтиже ретінде болады. Жоба жұмысының маңызды кезеңі жоспарлау, егерде жұмыс жоспары болса, оған қажетті ресурстар және айқын мақсат болғанда жұмысты бастауға болады. Келесі кезеңде жоспарды іске асыру қажет болады. Жоба жұмысын аяқтағаннан соң нәтижені жоспармен салыстырып, түзетулер жасауға болады, сосын соңында өзін-өзі бағалау және рефлексия жүргізіледі.

Жобаны іске асыру кезеңдері және оған қатысушылардың функциялары 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Жобаны іске асыру кезеңдері және оған қатысушылардың функциялары

Жоба бойынша кезеңдер	Жұмыстың мазмұны	Студенттің іс-әрекеті	Оқытушының іс-әрекеті
Мәселе	Жоба жұмысының тақырыбын, мақсатын анықтау. Жобаға қатысатын жұмыс тобын белгілеу.	Оқытушымен бірге жоба жұмысының тақырыбын талқылау, мәліметтер жинақтау.	Әдіспен таныстырады, студенттерді ынталандырады. Тақырыпты, жобаның мақсаттарын анықтауға, мерзімдерін белгілеуге көмектеседі.
Жобалау	- керекті мәліметтерді айқындау - мәліметтерді жинау және талдау әдістерін анықтау - нәтижелерін көрсету әдісін айқындау - жоба жұмысының нәтижесін бағалауды және оны	Жоба жұмысының міндеттерін белгілеп көрсетеді. Жобалық іс-әрекеттің критерийін белгілеп негіздейді	Оқытушы студенттерге идея айтады, жұмыстың болжамын келтіреді, студенттердің жоба жұмысын жасауын бақылап отырады..

	бағалау критерийін келтіру. - топтағы студенттердің міндеттерін бөліп беру		
Иске асыру	- қажет ақпаратты жинақтау және нақтылап алу - жоба жұмысын жасаудағы баламаларды айқындау, талқылап алу - жоба жұмысының ең жақсы нұсқасын таңдау - жоба жұмысының міндеттерін ретімен кезең бойынша орындау	Жоба жұмысының міндеттерін кезеңмен жасау	Жұмыс барысында студенттердің іс-әрекетін бақылап отырады, кеңес беріп, сырттан басқарып отырады
Жобаны таныстыру, рефлексия	Алынған нәтижелерді және оның себептерін түсіндіре отырып, жобаның орындалу барысы туралы есеп дайындау.	Жобаны ұсынады, оның ұжымдық өзін-өзі талдау және бағалауына қатыса алады.	Студенттерді тыңдап, жобаға қатысты сұрақ қоя алады. Керек болған жағдайда жобаны талдауды басқара алады. Жобаны бағалауға қатысады.

Жоғарыдағы 1-кестеден көргеніміздей, жоба жұмыстарын жүзеге асырудың әр кезеңдерінде оқытушының әрекеттері өзгеріп отырады. Жоба жұмысына дайындық жасауда жоба жұмысының идеясының пайда болуына ықпал етеді, сонымен бірге алғашқы жоспарлауға көмектесе алады.

Жоба жұмысын іске асыру барысында оқытушы жеке мәселелер бойынша көмек беруші, кеңес беруші және қосымша ақпарат көзі ретінде қатысады. Жоба жұмысының соңғы кезеңінде мониторинг жасау және бағалау функциясының рөлі жоғарылайды, себебі оқытушы тәуелсіз эксперт ретінде жоба жұмысына қорытынды жасайды.

Жоба жұмыстарын жасау және оны түзетуде білім алушылар бір-бірімен тәжірибе алмасуға мүмкіндіктері болады, бұл білім алушылардың танымдық және шығармашылық қабілеттерін арттыруға, сонымен бірге білім алушылардың жеке және топта жұмыс істеуіне ықпал жасайды (<http://www.wgoboto.org>).

Енді робототехника бойынша жоба жұмысын жасауға арналған конструкторды қарастырамыз. Роботтың жұмысын визуалды түрде моделдеуге мүмкіндік беретін TRIK Studio ортасы жоба жұмысын жасауда қолданылды. TRIK Studio конструкторы суреттер тізбегін және күрделі мәтін тілін пайдаланып тапсырмаларды жасауға мүмкіндік беретін программалау ортасы (<https://trikset.com/products/trik-studio>). TRIK студиясының ерекшелігі - интерактивті модельдеу режимі. Сонымен қатар, TRIK Studio программалау және роботтарды визуалды түрде модельдеу режимдері инструменттер панелінде немесе конструктордың мәзірінде орындалады.

Компьютерге TRIK Studio программасын орнатуға <https://trikset.com/en/products/trik-studio> сілтемесін пайдалану керек. Әрі қарай, операциялық жүйені таңдап, компьютерге орнатамыз. Өз жобамызды жасау үшін «Жобаны құру» батырмасын басамыз, «Редактор» режимі ашылады. Бұл режимде оң жақ бұрышта орналасқан әртүрлі командалардың көмегімен программа жазатын боламыз.

Студенттер алдымен TRIK Studio ортасын компьютерге орнатады, содан кейін визуалды режимде жоба жұмысын орындайды. TRIK студиясының конструкторында ол «Алға жылжу», «Шұғыл бұрылыс» (яғни робот бір жерде айналады) бойынша жұмыс жасап үйренеді, TRIK Studio конструкторымен танысады, содан кейін студенттерге жобалық жұмыстарды орындауға тапсырмалар берілді. Жоба жұмыстарының тақырыптары: «Роботтың шеңбер бойымен қозғалуы», «Роботтың сызық бойымен қозғалысы», «Роботтың лабиринттегі қозғалысы» және т.б. Осы жоба тақырыптары бойынша жоба жұмыстарын жоспарлап, студенттер жоба жасаудың кезеңдері бойынша орындайды. TRIK Studio онлайн-конструкторында жобаны жасаудың негізгі кезеңдері:

1. Жоба жұмысының тақырыбын анықтау.
2. Ұсынылған жобаның мақсаттары мен міндеттері.
3. TRIK Studio конструкторы негізінде механизмді әзірлеу.
4. TRIK Studio-да механизм жұмысының программасын жасау.
5. Модельді тексеру, ақаулықтарды жою.

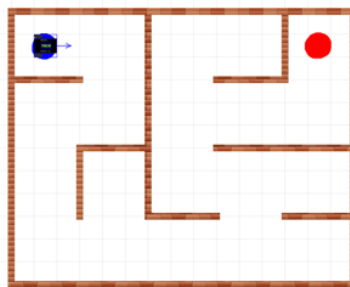
Енді жоғарыда аталған жобаның жасалуын кезең-кезеңімен келтіретін боламыз. Мысал ретінде «Роботтың лабиринттегі қозғалысы» жоба жұмысын қарастырамыз.

1. Жоба тақырыбы: Роботтың лабиринттегі қозғалысы.
2. Бір жарық сенсорымен лабиринтте қозғалысын әзірлеу
3. TRIK Studio конструкторы негізінде қозғалтқыштар мен порттарды пайдалану.
4. Роботқа белгіленген траектория бойынша лабиринтте қозғалыс жасау программасын жасау
5. Программаны тексеру.

Жоғарыда келтірілген жоба жұмыстарының ішінен роботтың лабиринттегі қозғалыс жұмысын жасауды сипаттап келтіреміз.

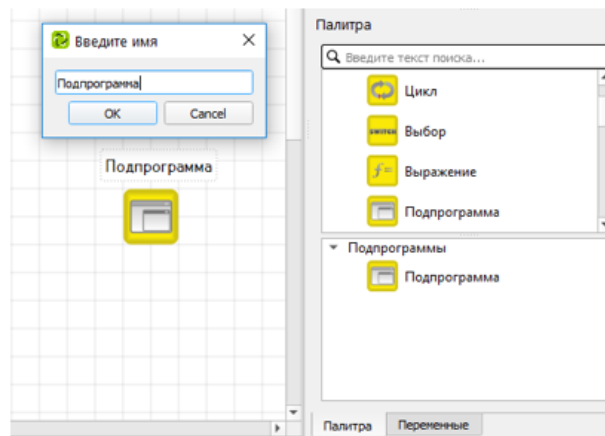
Роботты қарапайым әрекеттер жиынтығын қолдана отырып, алдын-ала белгіленген траектория бойынша лабиринт бойымен жылжытып жүргізу.

Ол үшін программалау қажет: орнын ауыстыру (қозғалыс) мен бұрылыстар. Робот келесі суретте келтірілгендей қызыл түсті шеңбермен белгіленген аймаққа жетуі керек (Сурет 1).



Сурет 1. Лабиринт жоба жұмысы

Бұл жоба жұмысын ішкі программа (Подпрограмма) арқылы шешетін боламыз. Ішкі программа – белгілі бір әрекеттер жиынтығының сипаттамасын қамтитын компьютерлік программаның бөлігі. Ішкі программа программаның әртүрлі бөліктерінен бірнеше рет шақырылуы мүмкін (Сурет 2).



Сурет 2. Ішкі программа жазу терезесі

2D моделінде лабиринт саламыз. Тік бұрышқа қабырғаларды салу үшін торды қосамыз. Тордың өлшемі минималды болады.

Лабиринттің сипаттамасы:

- Лабиринт жабық кеңістікте болмауы керек.
- Лабиринттің бір өрісі - 3x3 ұяшық.
- Лабиринттің биіктігі-4 өріс.
- Лабиринттің ені-5 өріс.
- Бастау көк маркермен белгіленген.
- Мәре қызыл маркермен белгіленген.

Жоба жұмысын шешу принципі:

1. Мәселенің ыдырауы: қозғалысты қарапайым әрекеттерге бөлу (алға жылжу, тегіс бұрылыстар және т. б.)

2. Қайталанатын әрекеттерді бөліп алу және ішкі программаны құру.

3. Программаны жасау.

Ішкі программаны құру жолдары:

1. Сахнаға бірінші Ішкі программаны блогын шығарамыз.

2. Оны «Алға» деп атайық. Ішкі программа болғы палитрада пайда болады.

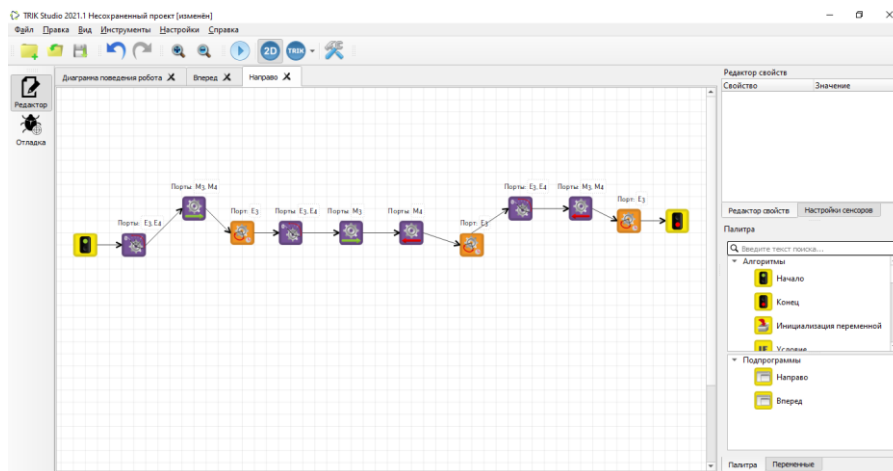
3. Ішкі программаны екі рет басу арқылы біз оның алгоритмінің диаграммасына көшеміз.

4. Өрістен өріске алға жылжу алгоритмін құрамыз (лабиринт өрісі 2D моделінде 3-тен 3 ұяшыққа дейін).

Айналдыру үшін келесі алгоритмді қолданамыз:

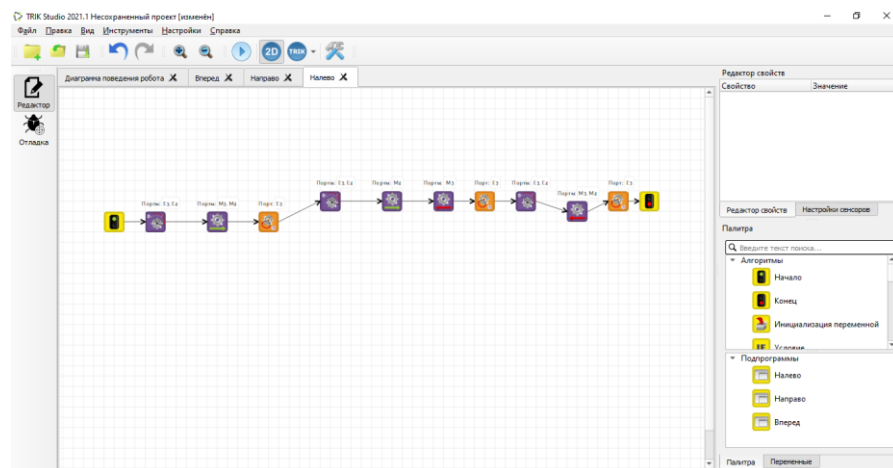
5. Негізгі программа қосымшасына ораламыз.

6. Қозғалыстың келесі элементі - оңға бұрылу. Жаңа «Оңға» ішкі программасын жасаймыз (Сурет 3).



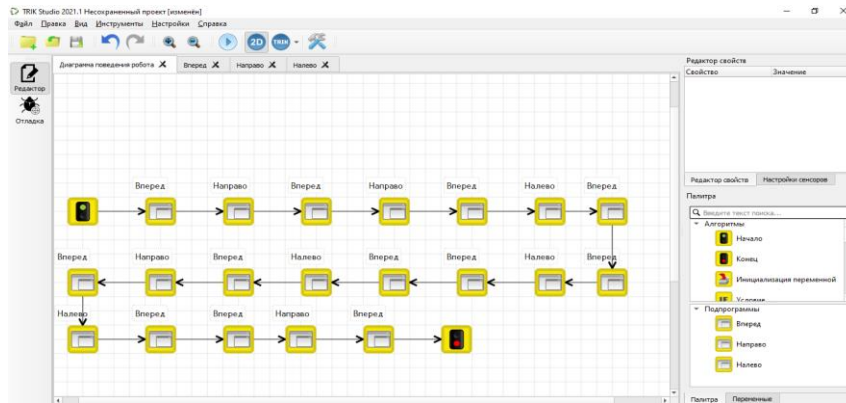
Сурет 3. Оңға қарай жүру ішкі программасы

7. Сол сияқты, «Сол жақ» ішкі программасының алгоритмін құрамыз. «Сол жақ» ішкі программасы 4-суретте келтірілген.



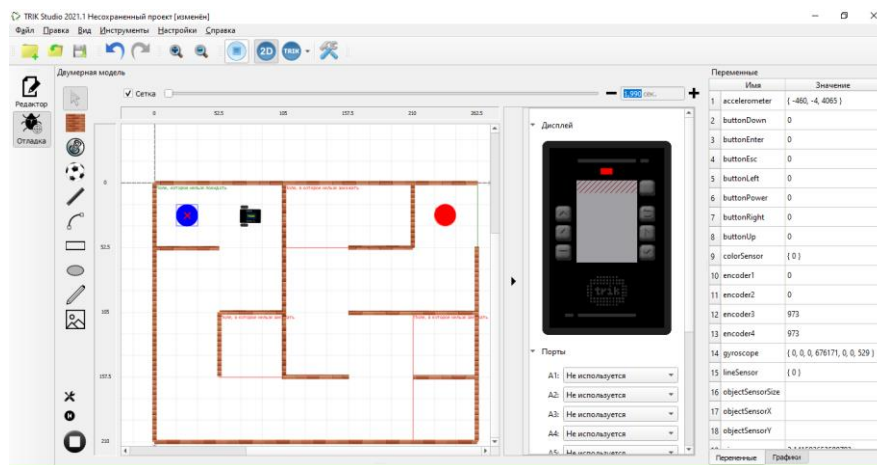
Сурет 4. «Сол жақ» ішкі программасы

8. Ішкі программалардың көмегімен қозғалысты соңғы нүктеге дейін құрамыз (Сурет 5).



Сурет 5. Соңғы нүктеге дейінгі қозғалыс

9. Сонымен, жоба жұмысынң соңғы нәтиже келесі түрде болады (Сурет 6):



Сурет 6. Жоба жұмысының нәтижесі

Жобалық жұмысты жасау үшін TRIK Studio конструкторы қолданылып, «Алға қозғалу», «Шұғыл бұрылыс» (роботтың бір орында тұрып айналып қозғалуы) жоба жұмыстарын жасап, конструктормен танысты, содан кейін студенттерге жоба жұмыстарын орындауға тақырыптар берілді. Студенттер топтарға бөлініп, «Роботтың шеңбер бойымен қозғалуы», «Роботтың сызық бойымен қозғалысы», «Роботтың лабиринттегі қозғалысы» және т.б. жоба жұмыстарын робототехникалық конструкторда орындауға ұсынуға болады.

Студенттердің жобалық іс-әрекетін бағалауда келесі критерийлер қолданылды: тапсырманы түсінуі, тапсырманы орындау, жұмыстың нәтижесі, шығармашылық тәсіл. Әр критерий бойынша жобалардың орындалу деңгейін бағалау үшін дескрипторлар тұжырымдалған. Мысалы, студенттердің тапсырманы түсінуін сипаттайтын дескрипторлар (кему бойынша): тапсырманы дұрыс түсіну; пайдаланылған шектеулі көздер саны; бір дерек көзі пайдаланылады, жиналған ақпарат талданбайды және бағаланбайды.

Студенттердің тапсырманы орындауын сипаттайтын дескрипторлар:

- әр түрлі кезеңдегі құжаттар бағаланады; қорытындылар негізделген; барлық материалдар тақырыпқа тікелей байланысты; әдебиет көздеріне дұрыс сілтеме келтірілген; сенімді ақпарат көздерден алынған мәліметтер қолданылған;

- барлық ақпарат сенімді ақпарат көздерден алынбаған; кейбір ақпарат дәл емес немесе тақырыпқа тікелей қатысы жоқ;

- материалдарды кездейсоқ таңдау; ақпарат дәл емес немесе тақырыпқа қатысы жоқ; сұрақтарға толық емес жауаптар; ақпаратты бағалауға немесе талдауға әрекет жасалмайды.

Жұмыс нәтижесін сипаттайтын дескрипторлар:

- ақпаратты нақты және логикалық түрде ұсыну; барлық ақпарат тақырыпқа тікелей байланысты, дәл, жақсы құрылымдалған және өңделген. Материалды сыни талдау және бағалау, позицияның сенімділігі көрсетілген;

- ақпараттың дәлдігі мен құрылымы; жұмыстың тартымды дизайны. Ақпараттың өзіндік позициясы мен бағасы жеткіліксіз келтірілген. Жұмыс басқа студенттік жұмыстарға ұқсас;

- материал логикалық түрде құрылымдалмаған және сыртқы жағынан тартымсыз түрде ұсынылған; қойылған сұрақтарға нақты жауап берілмейді.

Шығармашылық тәсілін сипаттайтын дескрипторлар:

- мәселені шешудің әртүрлі тәсілдері ұсынылған. Жұмыс топтың көзқарасын білдіреді;

- мәселе бойынша бір көзқарас көрсетіледі; салыстырылады, бірақ қорытынды жасалмаған;

- ұсынылған дереккөздерден ақпаратты қарапайым көшіру; мәселеге сыни көзқарас жасалмаған, жұмыстың тақырыбына байланысы жоқ.

Студенттердің жобалық жұмысы бойынша бағалау жоғарыда келтірілген критерийлер мен дескрипторлар негізінде бағаланды.

Математика, физика және информатика институтында 6B01507-Информатика мамандығында жүргізілетін «Білім берудегі робототехника» пәнін оқығаннан кейін студенттер арасында сауалнама жүргізілді, нәтижесінде жобалық қызметтің бірқатар артықшылықтары мен кемшіліктері бар екендігі анықталды.

Сауалнамаға қатысқандардың 75% пайызы жоба жұмысы, біріншіден, үлкен қызығушылық тудырды, екіншіден, командалық жұмысқа қатысу пәнді білуге және қарым-қатынасты дамытуға оң әсер етеді деп жауап берді. Студенттер көптеген жаңа нәрселерді біліп, технологияларда, сондай-ақ жалпы робототехника саласында жаңа нәрселерді меңгергендерін атап өтеді. Көптеген студенттер жобалық жұмыс оларға заманауи технологиялардың көп бөлігін білуге көмектескенін айтады. Сауалнамаға қатысушылардың басым көпшілігі (83%) жобалық жұмысқа қатысу өзіне сенімді болуға, өз күшіне сенуге көмектесті, теориялық оқыту әдістерінде ала алмайтын өмір үшін маңызды білім, білік, практикалық дағдыларды игеруге ықпал етті, сонымен қатар жобалық іс-әрекет өзінің дарыны мен қабілеттерін көрсетуге көмектесті деп жауап берді.

Сауалнамаға қатысқандардың 12% жобалық жұмысқа қатысу оларға басқа адамдармен қарым-қатынас жасау дағдыларын үйретпеді деп жауап берді; әр қатысушының үлесін бағалау қиын; топтағы рөлдерді бөлу жобаның барлық кезеңдерінде толық тәжірибе алуды шектейді; 5% тапсырманы өз бетінше дайындау және орындау қиын деп жауап берді, көбінесе оқытушының басшылығы жетіспеді және бұл факт олардың жоғары нәтижелерге жетуіне кедергі келтірді.

Алайда, студенттердің пікірінше, кемшіліктер артықшылықтардан әлдеқайда аз, және дұрыс жоспарлау кезінде оларды жоюға болады.

Қорытынды

Осылайша, оқытуда оқытушының тұлғасы мен оқу үдерісінде қалыптасатын коммуникативті байланыстар және білімді игеруге әсер ететін шығармашылық атмосфера үлкен рөл атқаратынын атап өткен жөн. Сонымен бірге жобалық қызметті ұйымдастыру оқытудың жетекші тәсілі бола алмайтындығы туралы пікір айтуға болады. Ол дәстүрлі классикалық оқыту модельдерімен үйлескенде ғана тиімді бола алады: экстрактивті (білім алушылардың білімді пассивті игеруі), интерактивті (білім алушылардың білімді өз бетімен игеруі) білім алушылардың білімді игеруінде жоғары оң нәтижелер береді.

Жобалық іс-әрекеттің тәжірибесі жоғары нәтиже көрсетті, өйткені оқытушыдан алынған дайын білімді тұтынушының пассивті игеруі белсенді, шығармашылық тәсілге жол ашады. Әдетте, жобалар проблеманы терең білуді талап етеді және олар үшін практикалық қолдануды табу мүмкіндігін ұсынады. Жобалар ақпаратты, жаңа нәрсені табу қабілетін дамытады. Сонымен қатар, жоба барысында сыни ойлау, проблемаларды шешу қабілеті, топтық жұмыс, сондай-ақ коммуникативтік дағдылардың толық жиынтығы сияқты бірқатар жеке қасиеттер қалыптасады.

Жоба жұмыстарын жасау барысында студенттердің шығармашылық қабілеттері ашылып, топта немесе жұпта жұмыс істеуде өз білімін қолдану, өздерін көрсету және өздерінің қол жеткізген нәтижелерін көрсету әрекеттері артады. Сондықтан, студенттер үшін жоба жұмысының маңыздылығы олардың жобалық іс-әрекетінің қалыптасуы болып саналады. Ал, оқытушы үшін жоба жұмысының артықшылығы студенттерді жан-жақты дамыту, жобаны орындаудың нақты біліктері мен дағдыларын қалыптастыру және дамыту болып саналады.

Білім беру робототехникасы бойынша жобалық жұмыс үдерісінде білім алушылар робототехника және білім беру қызметі негізінде студенттердің өзін-өзі дамыту, өзін-өзі тәрбиелеу және өзін-өзі бақылау қабілеттері; қоғам мен ғылымның заманауи дамуына сәйкес келетін қоғамдағы табысты әлеуметтену мен өзін-өзі жүзеге асыру үшін заманауи дүниетаным, коммуникация және ақпараттық-коммуникациялық технология құзыреттілігін қалыптастырады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

- 1 Нурбекова Ж., Толганбайұлы, Т. *Формирование профессиональной компетенции студентов вуза в процессе проектно-ориентированного обучения программированию микророботов. ВЕСТНИК Серия «Физико-математические науки». №2(70), (июн. 2020), 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42.*
- 2 Nurbekova Zh.K., Tolganbaiuly T., Nurbekov B., Tuenbaeva K. *Systematic Literature Review: Programming of Micro-robots on the Basis of Arduino, Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research. 2019, Vol. 9 Issue 1, p344-350. 7p.*
- 3 Чупин Д.Ю., Ступин А.А., Ступина Е.Е., Классов А.Б. *Образовательная робототехника: учебное пособие. - Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. - 114 с.*
- 4 Сазонова З.С. *Проектно-ориентированное обучение в контексте студенческой жизни / З.С. Сазонова, И.В. Арифуллин, Л.С. Феофанова, В.Л. Щербакова // Высшее образование в России. – Москва, 2015 – № 11 – С. 114 – 118.*
- 5 Гусманова Ф.Р., Абдулкаримова Г.А. *Білім берудегі роботты техника болашақтағы цифрлық индустрия үшін мамандарды дайындаудың қажетті элементі ретінде // Вестник КазНПУ имени Абая. Серия «Физико - математические науки» №2(62), 2018, С.36-40.*
- 6 Бидайбеков Е.Ы., Григорьев С.Г., Бостанов Б.Ф. *Оқытудағы робототехника: Оқу құралы.–Алматы: Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университет, «Ұлағат» баспасы, 2019. – 150 б.*
- 7 Иванова С. Г. *Использование проектной деятельности как метода обучения студентов вуза /С.Г. Иванова//Научно-методический электронный журнал «Концепт». –2017. –Т. 25. –С. 199–201. –[Электронный ресурс]. URL: http://e-koncept.ru/2017/770553.htm]*

References:

- 1 Nurbekova Zh., Tolganbaiuly T. (2020) *Formirovanie professional'noj kompetencii studentov vuza v processe proektno-orientirovannogo obuchenija programmirovaniyu mikrorobotov [Formation of professional competence of university students in the process of project-oriented training in programming microrobots]. Vestnik KazNPU imeni Abaja. Serija «Fiziko-matematicheskie nauki». №2(70), (In Russian) 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42. (In Russian)*
- 2 Nurbekova Zh.K., Tolganbaiuly T., Nurbekov B., Tuenbaeva K. (2019) *Systematic Literature Review: Programming of Micro-robots on the Basis of Arduino, Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research. Vol. 9 Issue 1, p344-350. 7.*
- 3 Chupin D.Ju., Stupin A.A., Stupina E.E., Klassov A.B. (2019) *Obrazovatel'naja robototehnika [Educational robotics]: uchebnoe posobie. Novosibirsk: Agentstvo «Sibprint»,114. (In Russian)*
- 4 Sazonova Z.S. *Proektno-orientirovannoe obuchenie v kontekste studencheskoj zhizni [Project-Based Learning in the Context of Student Life]. Z.S. Sazonova, I.V. Arifullin, L.S. Feofanova, V.L. Shherbakova, Vysshee obrazovanie v Rossii. Moskva, 2015, № 11, 114–118. (In Russian)*
- 5 Gusmanova F.R., Abdulkarimova G.A. (2018) *Bilim berudegi robotty tehnika bolashaqtazy cifrlyk industrija yshin mamandardy dajyndaudyń qazhetti jelementi retinde [Robotics in education as a necessary element of training for the future digital industry]. Vestnik KazNPU imeni Abaja. Serija «Fiziko - matematicheskie nauki» №2(62), 36-40. (In Kazakh)*
- 6 Bidajbekov E.Y., Grigor'ev S.G., Bostanov B.F. (2019) *Okytudagy robototehnika [Robotics in education]: Oku kuraly. Almaty: Abai atyndagy Kazak ulttyk pedagogikalyk universitet, «Ulagat» baspasy, 150. (In Kazakh)*
- 7 Ivanova S. G. (2017) *Ispol'zovanie proektnoj dejatel'nosti kak metoda obuchenija studentov vuza [The use of project activities as a method of training students of the university]. Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept». 2017. T.25. 199–201. [Jelektronnyj resurs] URL: http://e-koncept.ru/2017/770553.htm] (In Russian)*