



# "IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

**ALMATY, KAZAKHSTAN**

ISSN: 3007-8946

**15 OCTOBER 2025**



els.education23@mail.ru



irc-els.com

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL  
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**



**Main editor:** G. Shulenbaev

**Editorial colleague:**

B. Kuspanova  
Sh Abyhanova

**International editorial board:**

R. Stepanov (Russia)  
T. Khushruz (Uzbekistan)  
A. Azizbek (Uzbekistan)  
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

15 октября 2025 г.  
Almaty, Kazakhstan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423076>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИФФУЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ЦИРКОНИЕМ И КИСЛОРОДОМ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ P- И N-ТИПА

Ш.А.ИСМАИЛОВ

Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники,  
Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** *снизить дефектность и улучшить подвижность электронов. В данной работе исследуется влияние легирования цирконием и кислородом на структуру, дефектность и электрофизические характеристики кремния p- и n-типа методом газовой диффузии. Монокристаллические образцы кремния марки КЭФ-35 подвергались отжигу при температурах 700 °C, 900 °C, 1100 °C и 1300 °C в течение 12 часов. После отжига p-кремний охлаждали быстро, n-кремний — медленно. Анализ структуры проводился с помощью Рамановской спектроскопии и Фурье-инфракрасной спектроскопии; измерялись электропроводность, диэлектрическая проницаемость и подвижность носителей заряда. Установлено, что при температурах выше ~1100 °C начинается активное образование интерметаллических фаз  $ZrSi_2$  и  $ZrSi_3$ , а при ~1300 °C —  $ZrSi_4$ , с одновременным ростом дефектной концентрации вакансий в p-кремнии при быстром охлаждении. В n-кремнии медленное охлаждение позволяет. Эти результаты важны для оптимизации технологических режимов при изготовлении полупроводниковых приборов с улучшенной термической и электрофизической стабильностью.*

**Ключевые слова:** *кремний, цирконий, кислород, легирование, диффузия, фазовый переход, дефекты, Рамановская спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, отжиг.*

### Введение

Современные полупроводниковые технологии предъявляют высокие требования к качеству материала, особенно к уровню дефектов, стабильности при повышенных температурах, а также к оптическим и диэлектрическим свойствам. Кремний остаётся стандартом, но его свойства могут быть значительно модифицированы путём введения примесей, образующих промежуточные или интерметаллические фазы. Цирконий (Zr) привлекает внимание как легирующий элемент, обладающий сравнительно большой атомной массой, устойчивостью к окислению и способностью формировать стабильные соединения с кремнием и кислородом [1–5]. Кислород же часто присутствует как неизбежная примесь или вводится целенаправленно для стабилизации поверхностей и интерфейсов, формирования оксидных слоёв, что влияет на диэлектрические и электронные свойства [6–9]. Из литературы известно, что в системе Zr-Si-O при высоких температурах возможны фазы  $ZrSi_2$ ,  $ZrSi_3$ ,  $ZrSiO_4$ ,  $ZrO_2$  и др., и что взаимодействие между Zr и Si в присутствии кислорода может приводить к сложным кинетическим и термодинамическим эффектам [5, 10]. Однако в кремнии p- и n-типа, при различных режимах охлаждения, подробных данных о влиянии на проводимость, дефектную структуру и оптическую люминесценцию недостаточно.

Цель настоящей работы — более детально исследовать влияние температуры отжига, скорости охлаждения и концентрации легирующих примесей (Zr и O) на структурные, дефектные, оптические и электрофизические характеристики кремния p- и n-типа. 2. Экспериментальная часть

**Образцы:** монокристаллический кремний марки КЭФ-35, p- и n-типа.

**Легирование:** газофазная диффузия циркония и кислорода. Концентрация Zr задавалась в разных образцах — низкая (примерно 0,01 атомной доли), средняя и высокая (до допустимой растворимости).

**Отжиг:** четыре температуры: 700 °C, 900 °C, 1100 °C, 1300 °C; выдержка 12 ч.

**Охлаждение:** быстрое (кварцевой трубой, воздушное охлаждение) для р-кремния; медленное (в печи) для п-кремния.

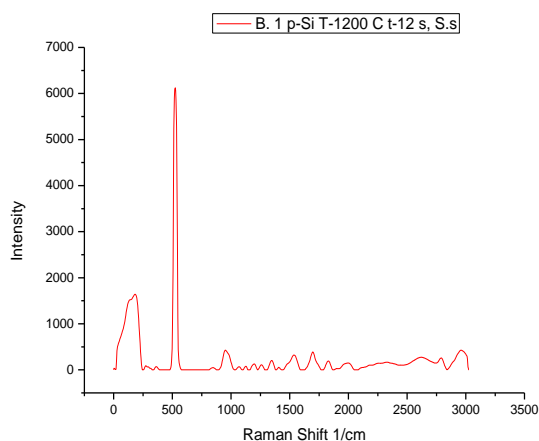
**Методы измерения:** Рамановская спектроскопия для выявления фаз, дефектов и контролирования структуры. **Фурье-инфракрасная спектроскопия (FTIR)** — химические связи, оксидные включения, фононные моды. **Электрофизические измерения:** удельная проводимость, подвижность носителей, диэлектрическая проницаемость, отношение дырок к электронам и т. д.

### 3. Результаты и обсуждение 3.1 Физический смысл процессов

Диффузия и растворимость Zr в Si: при высоких температурах Zr может замещать атомы кремния либо находиться в междоузлиях; кислород способствует образованию оксидных фаз и стабилизации границ. Образование интерметаллических фаз:  $ZrSi_2$ ,  $ZrSi_3$ ,  $ZrSi_4$  — в зависимости от температуры и концентраций; наличие кислорода может привести к образованию  $ZrSiO_4$  и  $ZrO_2$ . **Отжиг и охлаждение:** отжиг делит энергию, снимает внутренние напряжения, позволяет атомам диффундировать. Быстрое охлаждение «замораживает» дефекты (вакансии, дислокации), медленное охлаждение даёт время на рекристаллизацию.

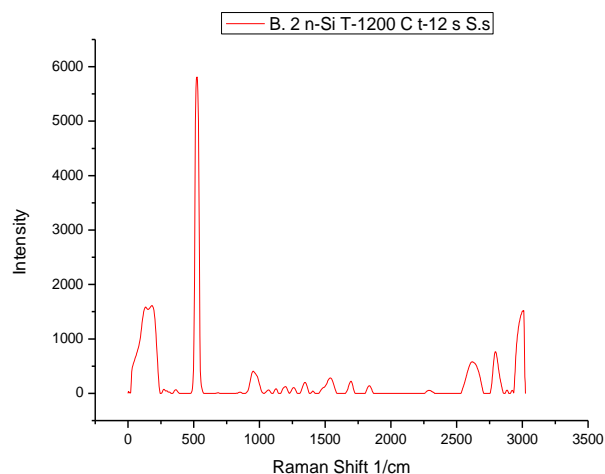
### 3.2 Результаты

**Рисунок 1.** Рамановские спектры образцов кремния р-типа: исходный, после легирования и отжига при 1100 °C и 1300 °C, быстрое охлаждение.



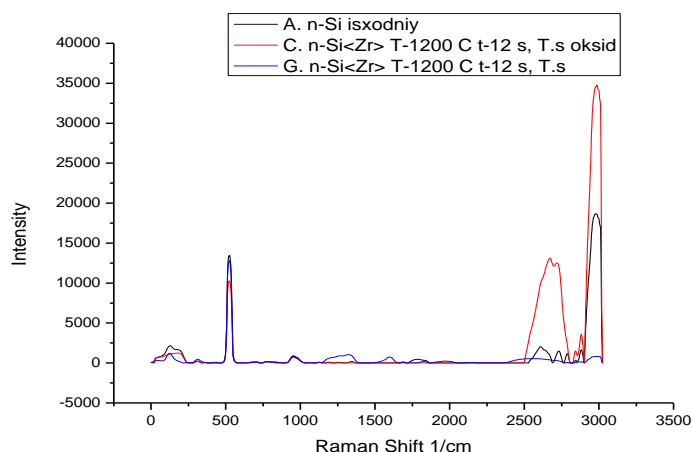
Появление пиков в диапазоне 600-700  $\text{cm}^{-1}$  и линия при  $\sim 1000\text{-}1100 \text{ cm}^{-1}$  указывает на фазы  $ZrSi_2/ZrSi_3$  и  $ZrSi_4$  соответственно.

(Здесь вставляется график: Raman Intensity vs Raman Shift, несколько кривых: исходный Si, Si+Zr после 1100 °C, Si+Zr после 1300 °C.)



**Рисунок 2.** Рамановские спектры образцов кремния p-типа: исходный, после легирования и отжига при тех же температурах, медленное охлаждение.

Отмечается меньшая интенсивность дефектных пиков ( $\sim 800\text{-}900\text{ см}^{-1}$ ) и более выраженный пик «чистого» Si ( $\sim 520\text{ см}^{-1}$ ), что свидетельствует о более упорядоченной структуре.



**Рисунок 3.** FTIR-спектры p-типа и n-типа после отжига при  $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ : полосы, характерные для Si-O и Zr-O связей, сравнение интенсивностей.

Появление полос поглощения в регионах  $\sim 1000\text{-}1100\text{ см}^{-1}$  и  $\sim 600\text{-}800\text{ см}^{-1}$  подтверждает наличие оксидных фаз.

### 3.3 Обсуждение

В p-кремнии после быстрого охлаждения при  $1100\text{-}1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдается значительный рост дефектности — пики дефектов ( $\sim 800\text{-}900\text{ см}^{-1}$ ) становятся значительно шире и выше по сравнению с исходным образцом. Это указывает на увеличение концентрации вакансий и несовершенства решётки. Последствия: уменьшение дырочной подвижности, рост рекомбинации, снижение проводимости. В n-кремнии медленное охлаждение позволяет уменьшить дефектную концентрацию, проявляется снижение интенсивности дефектных пиков, высокая доля интенсивности пика кристаллического кремния ( $\sim 520\text{ см}^{-1}$ ), что согласуется с высоким качеством кристалла. Электронная подвижность и проводимость возрастает. При температурах отжига  $\geq 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  интерметаллические фазы  $\text{ZrSi}_2$  и  $\text{ZrSi}_3$  начинают проявляться сильнее, особенно если концентрация Zr выше. При  $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , особенно в присутствии кислорода, возможно образование  $\text{ZrSi}_4$  или даже частичного  $\text{ZrSiO}_4$ , что видно по появлению соответствующих пиков в Raman и FTIR. Оптимальный режим для p-типа может быть отжиг при умеренной температуре ( $900\text{-}1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) с контролируемым охлаждением (не слишком быстрым), чтобы сбалансировать между активностью легирования и минимальной дефектностью. Для n-типа лучший выбор — высокая температура и медленное охлаждение. Электрофизическая часть: измерения показывают, что удельная проводимость p-кремния падает на порядок при высоких температурах и быстром охлаждении, тогда как n-кремния — возрастает. Диэлектрическая проницаемость изменяется опять-таки в зависимости от наличия оксидных и интерметаллических фаз, что влияет на барьерные напряжения на поверхностях и границах.

### Заключение

Легирование цирконием и кислородом существенно модифицирует структуру кремния, ведущую к образованию интерметаллических фаз  $\text{ZrSi}_2$ ,  $\text{ZrSi}_3$  и  $\text{ZrSi}_4$  при температурах  $\geq 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Скорость охлаждения играет критическую роль: быстрое охлаждение p-типа увеличивает дефектность, медленное охлаждение n-типа способствует стабильной,



малодефектной структуре. Для практических применений оптимален режим: температур отжига около 1100 °С, умеренно медленное охлаждение, контроль концентрации Zr и кислорода. Оптические и электрофизические свойства (проводимость, подвижность, люминесценция, диэлектрическая проницаемость) связаны напрямую с фазовым составом и уровнем дефектов, что подтверждается спектроскопическими методами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуцин О.П., Иванова Н.В. Электрофизические свойства твердых растворов системы Si-Zr // Физика твёрдого тела. – 2018. – Т. 60. – № 5. – С. 954-960.
2. Петров Е.А., Иванов Д.С. Диффузионные процессы в системах кремний-металл // Проблемы современной физики. – 2019. – № 2. – С. 35-42.
3. Василенко Ю.Н., Михайловская Р.И. Механизмы формирования дефектных центров в оксиде кремния // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 1. – С. 56-63.
4. Романов В.М., Чернышова Н.Б. Формирование энергетического спектра кремния при окислении // Электронная техника. Серия Материалы. – 2021. – № 3. – С. 25-32.
5. Федоров В.Л., Смирнова Э.Г. Термическое воздействие на электронно-транспортные свойства кремния // Научные ведомости Белгородского университета. – 2022. – № 10. – С. 11-18.
6. Леонтьев А.Е., Демидов Б.Ф. Оптимизация режимов технологического нагрева при производстве интегральных микросхем // Радиотехника и электроника. – 2023. – № 2. – С. 35-41.
7. Чижик С.В., Евсеева Т.В. Модификация структуры и состава поверхности кремния методами ионного легирования // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2025. – № 2.
8. High-Temperature Interaction in the  $\text{ZrSi}_2\text{--ZrSiO}_4$  System and Its Mechanism // Russian Metallurgy (Metally). – 2019. – № (информация из публикации). [SpringerLink](#)
9. A Comparative Study of Zircon ( $\text{ZrSiO}_4$ ) and Hafnon ( $\text{HfSiO}_4$ ) Raman Spectra // J. H. Nicola, H. N. Rutt. J. Phys. C: Solid State Physics. – 1974. – Т. 7. – № 7. – С. 1381-? [iopscience.iop.org](#)
10. Raman Spectra of  $\text{ZrS}_2$  and  $\text{ZrSe}_2$  from Bulk to Atomically Thin Layers // MDPI. – vermutlich 2016. [MDPI](#)
11. Raman Spectroscopy of Fluorite-Related Ordered Phases in the  $\text{Zr}_2\text{O}_3\text{--Sc}_2\text{O}_3\text{--Yb}_2\text{O}_3$  System // ETDEWEB. [Osti](#)
12. Manufacture of  $\text{SiC/ZrSi}_2$  Composite Materials: Assessing Thermal Compatibility Between Matrix and Reinforcement // Esteban et al. – Wiley. [ceramics.onlinelibrary.wiley.com](#)
13.  $\text{ZrSi}_2\text{--MgO}$  as Novel Additives for High Thermal Conductivity of  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  Ceramics // Weide Wang et al. – 2020. [ceramics.onlinelibrary.wiley.com](#)
14. Simulation of XRD, Raman and IR Spectrum for Phase Identification in doped  $\text{HfO}_2$  and  $\text{ZrO}_2$  // Frontiers in Nanotechnology, 2022. [Frontiers](#)
15. Raman characterization of nano-structured silicon to study embedded crystallites // V. Tripathi, M. Nazrul Islam, Y. N. Mohapatra, P. Roca i Cabarrocas, European Physical Journal - Applied Physics. [Cambridge Core](#)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423138>

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ФОРМ-ФАКТОР ПИОНА В РАМКАХ МЕТОДА БЕГУЩЕЙ КОНСТАНТЫ СВЯЗИ И СХЕМЫ ИНФРАКРАСНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

МАМЕДОВА ЕГНА ВАХИД

Кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник  
отдел Информационных технологий и Математического моделирования  
Институт Прикладной Математики  
Бакинский Государственный Университет  
Баку, Азербайджан

**Аннотация.** В данной работе рассматривается электромагнитный формфактор пиона в рамках метода бегущей константы взаимодействия и схемы инфракрасного отображения в главном порядке пертурбативной квантовой хромодинамики. Для вычисления формфакторов используется асимптотическая амплитуда распределения для мезонов. Найдены пересуммированные выражения для формфакторов. Показано, что метод бегущей константы взаимодействия позволяет оценить степенно-подавленные поправки к электромагнитным формфакторам мезонов. Полученные результаты сравниваются с результатами схемы инфракрасного отображения и с экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** мезон, бегущая константа взаимодействия, масштабы перенормировки, формфакторы, амплитуда распределения, схема инфракрасного отображения, инфракрасные ренормалонные эффекты.

**Введение.** В настоящее время квантовая хромодинамика (КХД) является наиболее серьезным кандидатом на роль теории сильных взаимодействий [1]. Главным свойством квантовой хромодинамики (КХД) является асимптотическая свобода. Её суть заключается в том, что при больших переданных импульсах  $Q^2$  константа сильного взаимодействия

$$\alpha_s(Q^2) = \frac{4\pi}{\beta_0 \ln\left(\frac{Q^2}{\Lambda^2}\right)}, \text{ где } Q^2 - \text{переданный импульс в процессе; } \beta_0 = \frac{11}{3}N - \frac{2}{3}n_f, n_f -$$

число кварковых ароматов,  $N=3$  цветное число;  $\Lambda$  – масштабный параметр КХД, становится меньше единицы, что позволяет использовать теорию возмущений [2]. На больших расстояниях (или при малых переданных импульсах), наоборот, взаимодействие становится сильным, и применение теории возмущений становится невозможным. Взаимодействие составных частиц с фотоном определяется функциями, зависящими от импульса ( $Q$ ), называемые формфакторами (фф), которые несут важную информацию о внутренней структуре частицы. Поэтому изучение электромагнитных фф  $[F_M(Q^2)]$ , характеризующих внутреннюю структуру мезонов, представляет большой интерес [3]. Для того чтобы сравнить теоретические предсказания для фф с экспериментальными данными, необходимо учесть все поправки, вычисляемые в рамках пертурбативной квантовой хромодинамики (пКХД). [2]. В экспериментально доступном энергетическом режиме для объяснения экспериментальных данных важную роль играют степенные по переданному импульсу поправки  $\sim 1/Q^{2p}$ ,  $p=1,2,\dots$ , т.е. инфракрасные ренормалоны. Исследование эффектов инфракрасных (ик) ренормалонов в различных эксклюзивных и инклюзивных процессах является одной из важных задач пертурбативной КХД [4]. Хорошо известно, что пересуммирование ик ренормалонов во всех порядках соответствует расчёту однопетлевых диаграмм Фейнмана с бегущей константой связи в вершинах или, альтернативно, расчёту тех же диаграмм с ненулевой массой глюона. Оба эти подхода являются обобщением метода масштабирования Бродского, Лепаж и Маккензи [3] и эквивалентны включению определённых поправок на поляризацию вакуума, возникающих в вычислениях более высокого порядка, в однопетлевую константу связи КХД.

ОФ “Международный научно-исследовательский центр “Endless Light in Science”

Хорошо известно, что в рамках пКХД электромагнитный фф мезона определяется факторизационной формулой

$$F_M(Q^2) = \int_0^1 \int_0^1 dx dy \int_0^1 dy \Phi_M * (y, \mu_F^2, \mu_R^2) T_H(Q^2/\mu_F^2, Q^2/\mu_R^2, x, y, \alpha_s(\mu_R^2)) \Phi_M(x, \mu_F^2, \mu_R^2), \quad (1)$$

здесь  $\Phi_M(x, \mu_F^2)$  амплитуда распределения мезонов (АР),  $T_H(x, y, Q^2, \alpha_s(\mu_R^2))$ , амплитуда жесткого подпроцесса  $q\bar{q}' + \gamma \rightarrow q\bar{q}'$ ,  $Q^2 = -q^2$  переданный импульс.  $\mu_F^2$  масштаб факторизации, параметр  $\frac{1}{\mu_F}$  граница между «малыми» и «большими» расстояниями,  $\mu_R^2$  масштаб перенормировки.

**Процедура установки масштаба.** Выбор масштабов факторизации и перенормировки играет очень важную роль. Правильный выбор масштаба перенормировки в выражении для электромагнитного фф мезонов может существенно уменьшить пертурбативные поправки к этим физическим величинам. Неудачный выбор  $\mu_F^2$  и  $\mu_R^2$  может привести к тому, что  $F_M(Q^2, \mu_F^2, \mu_R^2)$  будет сильно отличаться от «истинного» значения  $F_M(Q^2)$  (суммы всех порядков теории возмущений), а поправки высших порядков теории возмущений будут велики. Необходимо выбрать  $\mu_F^2$  и  $\mu_R^2$  так, чтобы эти поправки были как можно меньше. Наиболее подходящим выбором масштаба факторизации является  $\mu_F^2 = Q^2$ . Такой выбор исключает логарифмические члены  $Q^2/\mu_F^2$  в следующем порядке разложения пКХД. Выбор правильного масштаба особенно важен для пКХД, поскольку при передаваемых импульсах, характерных для современных экспериментов, константа связи КХД велика:  $\alpha_s(Q^2) \sim 0.3$ . Эта проблема может быть частично решена выбором масштаба перенормировки  $\mu_R^2$  [3]. В эксклюзивном процессе масштаб перенормировки должен быть выбран следующим образом

$$\mu_R^2 = xyQ^2, \mu_F^2 = (1-x)(1-y)Q^2 \quad (2)$$

т.е пропорционально виртуальности глюона  $\sim -Q^2(1-x)(1-y)$ .

Описанная выше процедура – это “scale-setting procedure” («процедура установки масштаба») Бродского-Лепаж-Маккензи [3].

**Уравнение ренормгруппы.** В главном порядке pQCD с этими масштабами перенормировки  $T_H$  будет иметь следующий вид

$$T_H(x, y, Q^2, \alpha_s(\mu_R^2)) = \frac{16\pi C_F}{Q^2} \left[ \frac{2}{3} \frac{\alpha_s[(1-x)(1-y)Q^2]}{(1-x)(1-y)} + \frac{1}{3} \frac{\alpha_s[xyQ^2]}{xy} \right], \quad (3)$$

здесь  $C_F = 4/3$  цветовой множитель.  $\alpha_s(\mu_R^2)$  с  $\mu_R^2$  из (2) содержит инфракрасные сингулярности в мягких областях  $x \rightarrow 0, x \rightarrow 1$ . Для регулировки  $\alpha_s(\mu_R^2)$  в этих конечных областях мы выражаем бегущую константу взаимодействия  $\alpha_s(\lambda Q^2)$  через  $\alpha_s(Q^2)$  используя уравнение ренормгруппы [1,5]. Уравнение ренормгруппы для бегущей константы связи  $\alpha_s(\lambda Q^2)$  имеет вид

$$\frac{\partial \alpha_s(\lambda Q^2)}{\partial \ln \lambda} = -\frac{\beta_0}{4\pi} [\alpha_s(\lambda Q^2)]^2 - \frac{\beta_1}{16\pi^2} [\alpha_s(\lambda Q^2)]^3, \quad (4)$$

где

$$\beta_0 = 11 - \frac{2}{3}n_f, \quad \beta_1 = 102 - \frac{38}{3}n_f \quad (5)$$

однопетлевые и двухпетлевые коэффициенты бета-функции КХД, соответственно [6]. Решение этого уравнения, полученное с учётом главного  $(\alpha_s \ln \lambda)^k$  и следующего  $\alpha_s^k \ln \lambda^{k-1}$  порядков будет [6]

$$\alpha_s(\lambda Q^2) = \frac{\alpha_s(Q^2)}{1 + (\alpha_s \beta_0 / 4\pi) \ln \lambda} - \frac{\alpha_s^2(Q^2) \beta_1}{4\pi \beta_0} \frac{\ln[1 + (\alpha_s \beta_0 / 4\pi) \ln \lambda]}{[1 + (\alpha_s \beta_0 / 4\pi) \ln \lambda]^2}. \quad (6)$$

В данной работе электромагнитный фф  $\pi(K)$ -мезона рассматривается в рамках метода бегущей константы взаимодействия [6] с двумя бегущими переменными



$$\mu_R^2 = (1-x)(1-y)Q^2, \quad \bar{\mu}_R^2 = xyQ^2, \quad (7)$$

и с одной бегущей и одной фиксированной ( $\langle y \rangle = \frac{1}{2}$ ) переменными

$$\mu_R^2 = (1-x)Q^2/2, \quad \bar{\mu}_R^2 = xQ^2/2. \quad (8)$$

Одним из важных моментов в нашем исследовании является выбор амплитуды распределения мезонов  $\Phi_M(x, Q^2)$  [7,8]. Здесь для пиона мы используем асимптотические амплитуды

$$\Phi_{\pi(K)}^{asy}(x) = \sqrt{3}f_{\pi(K)}x(1-x), \quad (9)$$

где  $f_\pi = 0.093 \text{ GeV}$  константа распада пиона. Бегущая константа взаимодействия КХД  $\alpha_s(\hat{Q}^2)$  в (3) страдает от ик-сингулярностей, связанных с поведением  $\alpha_s(\hat{Q}^2)$  в мягких областях  $x \rightarrow 0, y \rightarrow 0; x \rightarrow 1, y \rightarrow 1$ . Чтобы решить эту проблему в контексте метода бегущей константы связи, мы связываем бегущую константу связи  $\alpha_s(\lambda Q^2)$  через  $\alpha_s(Q^2)$  с помощью уравнения ренормгруппы (мы учитываем первый член с однопетлевым коэффициентом бета-функции QSD) [7]

Интегрирование с использованием (1) и (6) порождает инфракрасные расходимости, и в результате для  $F_M(Q^2)$  мы получаем ряд теории возмущений с факториально растущими коэффициентами. Этот ряд можно суммировать с помощью преобразования Бореля [8]

$$[Q^2 F_M(Q^2)]^{res} = C \frac{(16\pi f_M)^2}{\beta_0} \int_0^\infty du \exp\left(-\frac{4\pi u}{\beta_0 \alpha_s}\right) B[Q^2 F_M](u), \quad (10)$$

где  $B[Q^2 F_M](u)$  преобразование Бореля соответствующего ряда. Если взять обе переменные  $x, y$  в (2) в качестве бегущих, то для  $B[Q^2 F_M](u)$  мы находим

$$B[Q^2 F_M](u) = \frac{1}{(1-u)^2} + \frac{1}{(2-u)^2} - \frac{2}{1-u} + \frac{2}{2-u}. \quad (11)$$

Преобразование Бореля (11) имеет двойной и одинарный полюса при  $u = 1, 2$  которые являются ик-ренормалонными полюсами уравнения [4]. Обобщенное выражение (10) можно вычислить с помощью метода главного значения [4,7, 9-17]

$$[Q^2 F_M(Q^2)]^{res} = \frac{(16\pi f_M)^2}{\beta_0} \left[ -\frac{3}{2} + (\ln \lambda - 2) \frac{li(\lambda)}{\lambda} + (2 + \ln \lambda) \frac{li(\lambda^2)}{\lambda^2} \right], \quad (12)$$

где  $li(\lambda)$  - логарифмический интеграл

$$li(\lambda) = P. V. \int_0^\lambda \frac{dx}{\ln x}; \quad \lambda = \frac{Q^2}{\Lambda^2}. \quad (13)$$

В случае с одной замороженной (например,  $y$ ) и одной бегущей ( $x$ ) переменными получаем

$$[Q^2 F_M(Q^2)]^{res} = \frac{(16\pi f_M)^2}{2\beta_0} \left[ \frac{li(\tilde{\lambda})}{\tilde{\lambda}} - \frac{li(\tilde{\lambda}^2)}{\tilde{\lambda}^2} \right], \quad \tilde{\lambda} = \frac{Q^2}{2\Lambda^2}. \quad (14)$$

Проведенный ик-ренормалонный анализ позволяет оценить степенные поправки к электромагнитным формфакторам легких мезонов.

Другим способом такой оценки является схема инфракрасного отображения, в рамках которой степенные поправки явно выделяются из полного выражения путем введения моментов  $\alpha_s(k^2)$  в малых масштабах в качестве новых непертурбативных параметров [4]. Замораживая одну из переменных ( $y$ ) мы можем выразить  $Q^2 F_M(Q^2)$  через моментные интегралы  $f_p$  определяемые формулой

$$f_p(Q) = \frac{p}{Q^p} \int_0^Q dk k^{p-1} \alpha_s(k^2). \quad (15)$$

После простых вычислений получаем

$$Q^2 F_M(Q^2) = 64\pi f_M^2 \left\{ \left( \frac{\mu}{Q} \right)^2 f_2(\mu) - \left( \frac{\mu}{Q} \right)^4 f_4(\mu) + \frac{\alpha_s}{4} [1 - 2\Gamma(1,2z) + \Gamma(1,4z)] + \right. \\ \left. + \frac{\alpha_s^2 \beta_0}{32\pi} [3 - 4\Gamma(2,2z) + \Gamma(2,4z)] + \dots \right\}, \quad (17)$$

здесь  $\mu = 2 \text{ GeV}$  масштаб ик отображения;  $z = \ln(Q/\sqrt{2})\mu$ ,  $\alpha_s \equiv \alpha_s(Q^2/2)$  и  $\Gamma(n, x)$  неполная Гамма функция.

Результаты численных расчётов для пиона показаны на рисунке. Аналогичные результаты можно получить и для каона. В наших расчётах мы принимаем для непертурбативных параметров следующие значения  $f_2(\mu)$  и  $f_4(\mu)$ :  $f_2(\mu = 2 \text{ GeV}) = 0.5$ ,  $f_4(\mu = 2 \text{ GeV}) = 0.347$ . Как видно, (16) и схема ик отображения дают примерно одинаковые результаты, за исключением области малых  $Q^2$ . В целом, эффекты ик-ренормалонов усиливают обычные пертурбативные предсказания для формфакторов пиона примерно в два раза, что частично объясняет экспериментальные данные. [9].

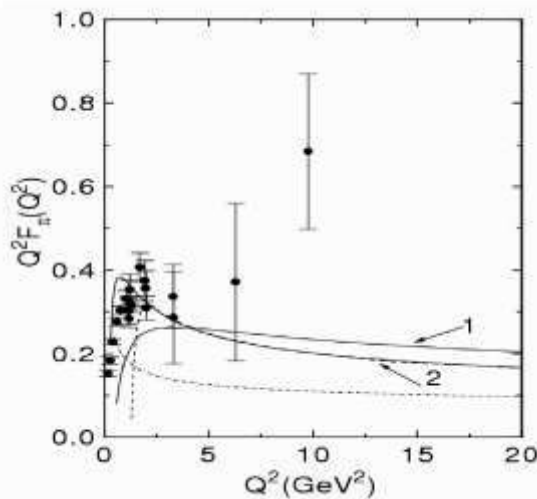


Рис.1. Электромагнитный форм фактор пиона, рассчитанный с использованием  $\Phi_\pi^{asy}(x)$  (9). ривые соответствуют следующим вычислительным схемам: 1 – пересуммированное выражение, где  $x$  и  $y$  являются бегущими переменными, 2 – пересуммированное выражение с одной фиксированной (пример,  $y$ ) и одной бегущей (пример,  $x$ ) переменной, курсивная кривая – схема ик отображения, коротко-курсивная кривая – приближение замороженной константы взаимодействия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Yndurain F.J. Quantum chromodynamics: An introduction to the theory of quarks and gluons. Springer-Verlag, New York, Berlin Heidelberg Tokyo 1983, 288 p.
2. Reya E. Perturbative quantum chromodynamics. Phys. Rep. C, 1981, v. 69, No 3, p. 195-333.
3. Brodsky S., Lepage G., Mackenzie P. On the elimination of scale ambiguities in perturbative quantum chromodynamics. Phys. Rev. D, 1983, v. 28, No 1, p. 228-235.
4. Beneke M. Renormalons. Phys. Rep., 1999, v. 317, No 1, p. 1-168, CERN-TH/98-233, hep-ph/9807443
5. Duncan A., Mueller A. Asymptotic behavior of composite-particle form factors and the renormalization group. Phys. Rev. D, 1980, v. 21, No 6, p. 1636-1650.
6. Agaev S. The running coupling method with next-to-leading order accuracy and pion, kaon elm form factors. Mod. Phys. Lett. A, 1998, v. 13, No 33, p.2637-2643.
7. Lepage G., Brodsky S. Exclusive processes in quantum chromodynamics: Evolution equations for hadronic wave functions and the form factors of mesons. Phys Lett. B, 1979, v. 87, No 4, p. 359- 365.
8. Lepage G., Brodsky S. Exclusive processes in perturbative quantum chromodynamics. Phys. Rev. D, 1980, v. 22, No 9, p. 2157-2198.
9. Contopanagos H., Sterman G. Prinsipal value resummation. Nucl.Phys. B, 1994, v. 419, No 1, p. 77-101.
10. Mamedova Y.V. Electromagnetic form factor of pion within an infrared matching scheme. Conference: High technologies, fundamental research, education. St. Petersburg, 2010, стр. 138-142.
11. Mamedova Y.V. The electromagnetic form factors of light pseudoscalar mesons in the framework of the running coupling constant method. Proceedings of International Conference on Operators, Functions, and System of Mathematical Physics. Khazar University, Baku, Azerbaijan, 10-14 June, 2019, p.76-78
12. Mamedova Y.V. Electromagnetic form factor of light mesons with next-to-leading order accuracy of running coupling constant method and the new renormalization scale. Proceedings of the XX International Seminar of Physical and Mathematical Modeling of Systems, 2019, Voronezh p.70-75
13. Šauli V. Timelike behavior of the pion electromagnetic form factor in the functional formalism. Physical Review D 106, 034030, 2022, published 26 August 2022
14. Mamedova Y.V. Investigation of some exclusive process using new renormalization scales. Proceedings of the XXIII International Seminar of Physical and Mathematical Modeling of Systems, 2023, Voronezh, December 18-20, pp. 15-21
15. Ydrefors E., W. de Paula, Alvarenga Nogueria J.H., Frederico T., Salme G. Pion electromagnetic form factor with Minkowskian dynamics. Physics Letters B, V.820, 136494, 2021,10 September
16. Choi Ho-Meoyng, Frederico T., Ji Chueng-Ryong, de Melo J.P.B.C. Pion off-shell electromagnetic form factors:data extractionand model analysis. High Energy Physics-Phenomenology. 2019, 23 December
17. Koponen J., Bursa F., Davies C., Donald G. and Dowdall R. Pion electromagnetic form factor from full lattice QCD. In: 31st International Symposium on Lattice Field Theory LATTICE 2013, Mainz, Germany, 29 July – 3 Aug 2013, pp. 1-7

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423356>  
УДК 669.715:620.9

## ТАҲҚИҚОТИ ЧЕНКУНИИ ГАРМИГУНҶОИШИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙ БО НИКЕЛ

**РАШИДОВ АКРАМ РАҶАБОВИЧ**

н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-й Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

**ЗУВАЙДУЛЛОЗОДА ФАЙЗУЛЛО ЗИКИР**

н.и.п. саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-й Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

**ОДИНАЕВ НЕҚАДАМ ХУШҚАДАМОВИЧ**

н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-й Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

**ЭМОМОВ БАҲРОМ ФАЙЗУЛЛОЕВИЧ**

н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-й Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

**ҚОСИМЗОДА С.М.**

саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-й Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

---

**Аннотатсия:** дар ин мақола гармигунҷоиши хӯлаи алюминии дида баромада шуд. Алюминий новобаста аз фаъолнокии химиявиаш дар ҳавои тоза устувор аст, зеро сатҳи он бо пардаи тунуки оксидӣ зуд рӯйпӯш мешавад (тартиби ғафсии пардаи оксидӣ  $10^{-6}$  мм), ки оксидшавии минбаъдаи онро қатъ менамояд. Алиминийи хеле тоза низ ба муқобили таъсири электролитҳо устувор аст, вале ғашҳое, ки дар таркиби алюминийи техникӣ мавҷуданд устувории онро ба коррозия кам менамоянд.

**Калидвожаҳо:** оксидшавӣ, алиминий, рӯйпӯш, алюминийи техникӣ, коррозия, ифлосшавии сатҳи ноқилҳо.

---

Ноқили алюминий дар таркибаш якчанд, даҳяки фоиз ғашҳоро дар бар мегирад (на зиёда аз 0,5%-и вазн), ки асоситарини он оҳан ва силитсий мебошанд. Мутобиқи ГОСТи 31947-2012 барои маснуоти ноқилӣ ва барқгузарон алюминийи тамғаҳои А7, А6, А5Е, ки мутаносибан 99.7, 99.6, 99.5% алюминийро ташкил медиҳанд, истифода мешаванд. Миқдори умумии оҳан ва силитсий дар алюминийи ноқилӣ набояд аз 0,45% зиёд гардида, ҳамаи ғашҳо бошанд на бештар аз 0,5%-ро ташкил диҳанд.

Чӣ тавре, ки маълум аст ба коррозияи ноқилҳои алюминӣ таркиби химиявӣ ва фазавии онҳо, инчунин нуқсонҳои сатҳӣ (қатшавӣ, ҷозибӣ ва амсоли ин), таъсир мерасонанд, ки аз роғҳои кафидаи дар вақти тайёркунии варақаҳо ҳосилшуда ба вучуд меоянд.

Дигар сабаби гуногунии коррозияи ноқилҳои алюминӣ ин нуқсонҳои зимни таҷҳизонидани он, аз қабилӣ вайроншавии сатҳи ноқилҳо дар натиҷаи кашонидани он дар рӯйи замини саҳт ва ифлосшавии сатҳи ноқилҳо бо оҳақҳо ҳангоми кашонидани он дар рӯйи хоки оҳақдор мебошанд.

Алюминий новобаста аз фаъолнокии химиявиаш дар ҳавои тоза устувор аст, зеро сатҳи он бо пардаи тунуки оксидӣ зуд рӯйпӯш мешавад (тартиби ғафсии пардаи оксидӣ  $10^{-6}$  мм), ки оксидшавии минбаъдаи онро қатъ менамояд. Алиминийи хеле тоза низ ба муқобили таъсири

электролитҳо устувор аст, вале ғашҳое, ки дар таркиби алюминийи техникӣ мавҷуданд устувории онро ба коррозия кам менамоянд.

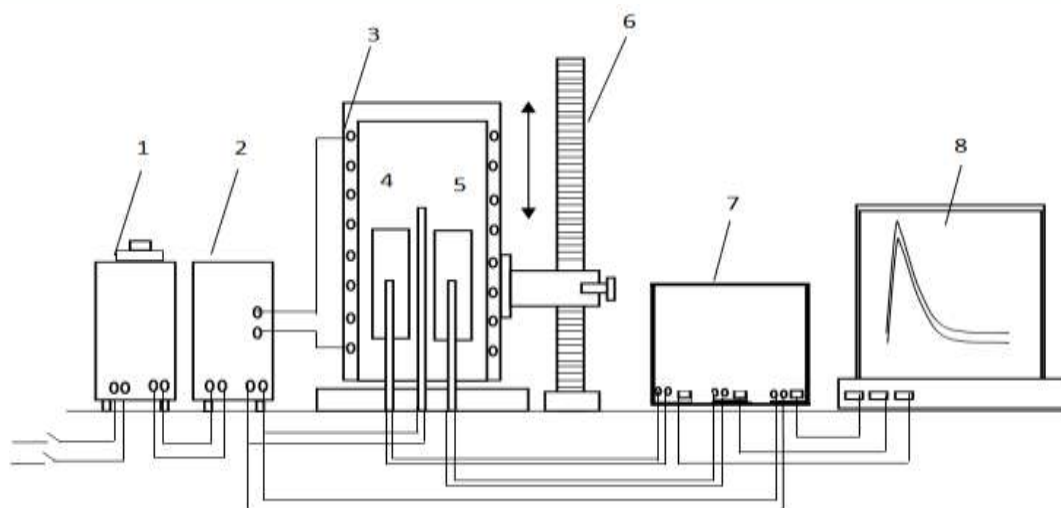
Таҳқиқоти ченкунии гармиғунҷоиши ҳулаҳо дар речаи «хунуккунӣ» дар таҷҳизоте, ки дар асоси ҳолати кори усули С-калориметр бо гармисанҷ ва қабати адиабатидошта амалӣ мешаванд, анҷом дода шуд.

Барои ченкунии гармиғунҷоиши хоси металлҳо қонуни Нютон – Рихман истифода шуд. Ҳамагуна ҷисм, ки ҳарорати бештар аз муҳити атроф дорад, ҳатман хунук мешавад ва суръати хунукшавӣ аз бузургҳои ҷисми гармиғунҷош ва зариби гармидиҳӣ вобаста аст.

Асосҳои физикавии усули ченкунии пешниҳодшаванда чунин баён мешавад. Механизми гармидиҳии намунаҳо ҳангоми хунукшавӣ бо гармигузаронии муҳити атроф, конвексия ва паҳншавӣ шарҳ дода мешавад. Барои ду раванди аввал, яъне муҳити гармигузаронӣ ва конвексия чунин баён мешавад, ки қараёни гармӣ аз ҷисми гармшуда ( $J$ ) мутаносибан фарқи байни ҳарорати сатҳи намунаи  $T$  ва ҳарорати муҳити атроф (қонуни Нютон-Рихман) баробар аст:

$$J = \alpha(T - T_0). \quad (1)$$

Гармиғунҷош дар таҷҳизоте чен карда шуд, ки тасвири он дар расми 1 пешниҳод шудааст. Таҷҳизот аз ҷузьҳои зерин иборат аст: электропеч (3) дар поя ҷойгузин (6) шудааст, ки метавонад ба боло ва поён май намояд (бо ақрабақ самти майлунии он нишон дода шудааст). Намуна (4) ва эталон (5) (ҳам майл менамоянд) шакли силиндри дарозияш 30 мм ва диаметри он 16 мм бо роғи мобайнии аз як тараф кушода, ки дар он термopараҳо гузошта шудааст. Охири термopар ба термометри (7) рангаи бисёрканала васл мешавад, ки он ба компютер (8) пайваст карда шудааст.

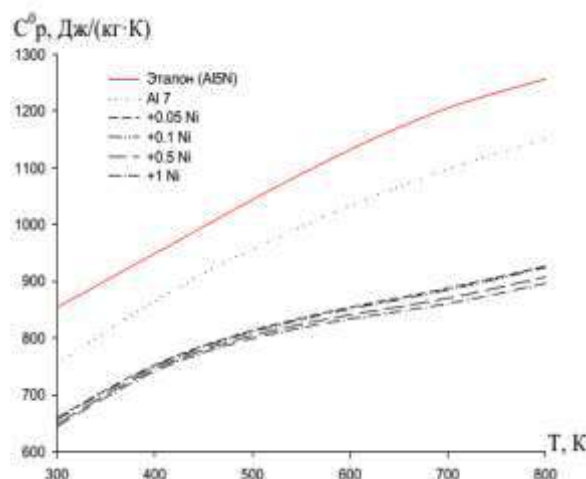


**Расми 1** – Таҷҳизот барои муайянкунии гармиғунҷоиши ҷисмҳои саҳт дар речаи хунуккунӣ: 1-автотрансформатор; 2-терморегулятор; 3-электропеч; 4-намунаи таҳқиқотӣ; 5-эталон; 6-пояи электропеч; 7-термометри бисёрканалаи рақамӣ; 8-асбоби қайдкунӣ (компютер)

Соҳтани графикҳо ва коркарди натиҷаҳои ченкуни бо ёрии барномаи MS Excel ва Sigma Plot анҷом дода шуд. Ҳангоми ин бузургии зариби ҳамгирой  $R_{\text{корр.}} = 0,992 \div 0,998$  ташкил дод. Саҳвияти нисбии ченкунии ҳарорат дар ҳудуди аз  $40^\circ\text{C}$  то  $400^\circ\text{C} \pm 1\%$ -ро ташкил дод, вале дар ҳудуди бештар аз  $400^\circ\text{C}$  бошад  $\pm 2,5\%$ -ро ташкил дод. Аз рӯи усули пешниҳоднамуда саҳвияти ченкунӣ на зиёда аз 4% аст.

Дар ноқили алюминий иловаи никел аз 0.01 то 0.5 %-и вазн чунин тавсифномаҳо ҳосил шуд, ки дар расми 1 ва ҷадвал нишон дода шудааст.





**Расми 2** – Вобастагии ҳароратии гармиғунҷиши хоси  $C_p/(кг \cdot K)$  ҳулаҳои алюминийи тамғаи А7 бо никел ва эталон

**Ҷадвали 1** Вобастагии ҳароратии гармиғунҷиши хоси ( $C_p/(кг \cdot K)$ ) ҳулаҳои алюминийи тамғаи А7 бо никел ва эталон (Al тамғаи А5N)

Миқдори никел дар алюминий, %-и вазн	T, K					
	300	400	500	600	700	800
Al тамғаи А7	756,69	867,11	958,90	1035,18	1099,03	1153,55
0.01	660,54	753,29	813,92	854,85	888,50	927,29
0.05	656,76	750,82	811,60	852,18	885,64	925,06
0.1	649,30	746,34	805,30	841,66	870,90	908,50
0.5	644,87	742,10	799,95	834,41	861,43	896,97
Эталон	854,61	949,47	1044,57	1132,48	1205,74	1256,92

### Хулоса

Чӣ тавре, ки маълум аст ба коррозияи ноқилҳои алюминий таркиби химиявӣ ва ҷазавии онҳо, инчунин нуқсонҳои сатҳӣ (қатшавӣ, ҷозибӣ ва амсоли ин), таъсир мерасонанд, ки аз роғҳои кафидаи дар вақти тайёркунии варақаҳо ҳосилшуда ба вучуд меоянд. Аз ин сабаб мо ноқили алюминийро пешниҳод намуде, ки камеҳам бошад бартаарафкунандаи ин нуқсонҳо бошад ва барои сохтани қисмҳои нақлёт истифода бурда мешавад.

### АДАБИЁТ

1. Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов У.Ш., Кабутов К. Температурная зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций сплава АЖ 4.5 с оловом // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. 2019. №1. С. 50-28.
2. Ганиев И.Н., Якубов У.Ш., Сангов М.М., Сафаров А.Г. Влияния кальция на температурную зависимость удельной теплоемкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АЖ5К10 // Вестник Казанского технологического университета. 2018. Т.21. №8. С. 11-15
3. Ганиев И.Н., Ниёзов О.Х., Сафаров А.Г., Муллоева Н.М. Влияние стронция на теплоемкость и изменений термодинамических функции свинцового сплава ССу3 // Изв. СПбГТИ (ТУ). 2018. № 47(73). С. 36-42.
4. Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Махмадизода М.М., Сафаров А.Г., Ганиева Н.И. Влияние стронция на температурную зависимость удельной теплоемкости и изменений термодинамических функций сплава АЖ5К10 // Вестник СПГУТД. Серия естественных наук. 2018. №3. С. 61-67.
5. Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АК12М2, модифицированного стронцием. Изв. СПбГТИ (ТУ). 2017. No. 41 (67). С. 22–26.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423619>

## «EFFECTIVE DIGITAL TOOLS FOR TEACHING 3D GEOMETRIC SHAPES IN SECONDARY EDUCATION

**KYRGYZBAY ARAILYM BISENKYZY**  
**MARATULY KAZBEK**

A student of the Faculty of Pedagogy and Humanities at Suleyman Demirel University

Scientific supervisor – **BAKHYT SYDYKHOV**

Scientific supervisor – **SERKAN KAYMAK**  
Kaskelen, Kazakhstan

---

**Abstract:** *In recent years, digital technologies have transformed mathematics education, offering new opportunities for interactive and visual learning. This study examines effective digital tools for teaching three-dimensional (3D) geometric shapes in secondary education. The paper explores how technology such as GeoGebra 3D, SketchUp, and augmented reality (AR) applications can enhance students' spatial reasoning, engagement, and conceptual understanding. A review of recent research and classroom experiments highlights the pedagogical potential of digital tools in visualizing complex geometric concepts and fostering inquiry-based learning.*

---

### Introduction

The teaching of 3D geometry has traditionally relied on static images and physical models, which often limit students' ability to visualize and manipulate spatial relationships. Digital technology now enables dynamic interaction with geometric shapes, allowing students to rotate, dissect, and construct models virtually. As 3D geometry forms a crucial part of secondary mathematics curricula, exploring effective digital tools can significantly improve students' comprehension and motivation.

The goal of this article is to identify and analyze the most effective digital tools for teaching 3D geometric shapes in secondary education, and to evaluate their impact on students' learning outcomes.

### Literature Review

Numerous studies emphasize the role of visualization and interactivity in mathematics education (Jones & Tzekaki, 2016). According to Battista (2018), students' spatial visualization skills are strongly correlated with their success in geometry. Modern digital tools bridge the gap between abstract mathematical concepts and concrete visualization.

GeoGebra 3D, for example, provides real-time manipulation of geometric figures, allowing learners to explore properties such as volume, surface area, and symmetry. Similarly, SketchUp and Tinkercad support design-based learning where students apply mathematical concepts to construct virtual 3D models. Recent research also suggests that augmented and virtual reality (AR/VR) tools enhance engagement and long-term retention (Aljanabi, 2023).

### Methodology

This study applies a qualitative analysis of educational technologies and case studies conducted between 2018 and 2024. The evaluation criteria include:

1. Ease of use and accessibility
2. Pedagogical effectiveness
3. Engagement and motivation
4. Support for spatial reasoning development

Three key digital tools—GeoGebra 3D, SketchUp, and AR-based apps—were analyzed based on teacher and student feedback from secondary classrooms.

### Findings and Discussion

GeoGebra's interactive interface allows students to construct and manipulate 3D solids such as

cubes, pyramids, and prisms. Teachers report increased student participation and improved understanding of cross-sections and nets. The tool supports inquiry-based and exploratory learning approaches.

SketchUp offers a design-oriented environment where students can create real-world structures, integrating geometry with creativity and design thinking. Students engage in problem-solving tasks that connect mathematical theory to architecture and engineering.

AR tools such as Merge Cube and AR Geometry enable students to visualize and explore 3D shapes using smartphones or tablets. Studies show that AR increases engagement and motivation, especially among visual learners. It provides an immersive experience that links abstract geometry with tangible reality.

GeoGebra 3D was rated highest for mathematical precision and conceptual understanding, SketchUp for creativity and application, and AR tools for engagement and motivation. The combination of these technologies in a blended classroom model yields the most effective outcomes.

### **Pedagogical Implications**

Effective integration of digital tools requires:

1. Teacher training on the use of 3D modeling software.
2. Curriculum alignment to ensure that digital activities meet learning standards.
3. Assessment methods that measure both conceptual and spatial understanding.
4. Access to technology, including devices and internet connectivity.

When used thoughtfully, these tools promote active learning, enhance spatial reasoning, and help bridge the gap between visual and analytical thinking in geometry.

### **Conclusion**

Digital tools have proven to be highly effective for teaching 3D geometric shapes in secondary education. Among them, GeoGebra 3D, SketchUp, and AR-based applications stand out as transformative tools that support visualization, creativity, and engagement. Their implementation enhances students' comprehension of geometric concepts and fosters a more interactive and enjoyable learning experience. Future research should focus on longitudinal studies examining the impact of these technologies on academic performance and spatial skill development.

### **REFERENCES**

1. Aljanabi, M. (2023). Integration of digital technologies in geometry learning: A review of 3D visualization tools. *Journal of Educational Technology*, 15(4), 45–58.
2. Battista, M. T. (2018). Developing students' spatial reasoning through geometry education. *Mathematics Education Research Journal*, 30(4), 395–417.
3. Jones, K., & Tzekaki, M. (2016). Research on the teaching and learning of geometry. In *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 109–149). Sense Publishers.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423767>  
УДК 004.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) НА УРОКАХ ФИЗИКИ

**РАХЫМБЕКОВ АЙТБАЙ ЖАПАРОВИЧ**

профессор Жетысуского университета им.И.Жансугурова

**САЛЫКБАЕВА ЖАДЫРА КАЗИМОВНА**

PhD

докторантка Жетысуского университета им.И.Жансугурова

**ИМАНБАЕВА ЖАЗИРА ЗАДАШЕВНА**

PhD докторантка Жетысуского университета им.И.Жансугурова

**СУЛТАНОВА ИНАРА АСКАРОВНА**

PhD докторантка Жетысуского университета им.И.Жансугурова

---

**Аннотация:** В статье рассматриваются обширные возможности применения технологии дополненной реальности (AR) и искусственного интеллекта (ИИ), которые являются очень эффективным инструментом в образовании, особенно в физике для учащихся школ. Обосновано, что эта технология дополняет физические объекты или явления в реальном мире виртуальными элементами, помогая учащимся визуально понять сложные научные законы и явления. Показано, что используя AR на уроках физики, учащиеся школ становятся более заинтересованными в предмете, и они более эффективно усваивают материал. Проанализированы возможности использования AR и ИИ на уроках физики в школах, которые позволяют создание траектории индивидуального учебного пути в образовании, например, для составления индивидуальной учебной программы для учащихся школ с учетом их уровня знаний, способностей и интересов в обучении. Обосновано, что это позволяет учащимся усваивать материал в своем собственном темпе, проставляет автоматизированные оценки за ответы обучающихся, которых AR и ИИ могут автоматически проверять и анализировать в качестве тестов и задач. Это позволяет учителям определять, какие темы учащиеся не понимают, и вносить необходимые коррективы для улучшения обучения.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, дополненная реальность, траектория, обучение, учащиеся, школа, индивидуальный, план, визуально.

---

### Введение.

Дополненная реальность (AR) и искусственный интеллект (ИИ) - это технологии, которые в настоящее время широко используются в сфере образования. На уроках физики эти технологии позволяют организовать учебный процесс по-новому, эффективно и интересно. В этой статье мы рассмотрим, как AR и ИИ используются на уроках физики, обсудим, каковы их преимущества.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) – это дополнение реального мира виртуальными компонентами. С помощью технологий AR учащиеся могут интерактивно видеть физические явления. AR используется для визуального представления законов физики, с помощью которых учащиеся преобразуют нечеткие теории в реальные представления.

Технология дополненной реальности (AR) является очень эффективным инструментом в образовании, особенно в физике. Эта технология дополняет физические объекты или явления в реальном мире виртуальными элементами, помогая учащимся визуально понять сложные



научные законы и явления. Используя AR на уроках физики, учащиеся становятся более заинтересованными в предмете, и они более эффективно усваивают материал.

Преимущества использования дополненной реальности (AR) на уроках физики заключаются в следующем:

- в визуализации демонстрируемых физических явлений с помощью интерактивных 3D-моделей. Например, визуальное наблюдение электромагнитных полей, законов движения или электрических цепей;
- в активном участии учащихся, например с помощью AR учащиеся активно участвуют в виртуальных экспериментах и изучают физические явления (конденсация, испарение, плавление и затвердевание расплавов металлов, рост кристаллов и т.д.);
- в реальном моделировании явлений процессов в термодинамике, механике, оптике, электричестве и в демонстрации многих физических законов, которых учащиеся стараются лучше их понимать;
- в безопасности, которая позволяет безопасно выполнять небезопасные методы в виртуальной среде;

#### **Основная часть.**

Рассмотрим как AR используется на уроках физики:

- устанавливает визуализацию, которая позволяет учащимся четко представлять абстрактные концепции, моделируя физические процессы. Например, он может напрямую видеть, как действуют гравитационные поля или эффекты магнитных полей над объектами;
- позволяет проводить интерактивные эксперименты, которых учащиеся могут проводить в виртуальном пространстве. Во время этого эксперимента они могут изменять различные настройки и мгновенно видеть результаты;
- помогает объяснить сложные явления простыми методами, например такие сложные темы, такие как распространение волн, электрические поля, законы движения, можно передать с помощью AR простым и понятным способом.

Сопоставим параллельно применения методов ИИ на уроках физики в школах. Искусственный интеллект (ИИ) – это способность компьютеров или роботов думать и принимать решения, как человек. Технологии ИИ могут обрабатывать, анализировать и принимать решения для больших данных, а в сфере образования они позволяют персонализировать процесс обучения.

Проанализируем, как ИИ используется на уроках физики в школах:

- позволяет создание траектории индивидуального учебного пути в образовании, например, ИИ может составлять индивидуальную учебную программу для учащихся школ с учетом их уровня знаний, способностей и интересов в обучении. Это позволяет учащимся усваивать материал в своем собственном темпе;
- предоставляет автоматизированные оценки за ответы обучающихся, которых ИИ может автоматически проверять и анализировать в качестве тестов и задач. Это позволяет учителям определять, какие темы учащиеся не понимают, и вносить необходимые коррективы для улучшения обучения;
- выступать, как ассистент по обучению предметам, где ИИ может ответить на вопросы учащихся, переосмыслить темы, которые они не поняли, и предоставить дополнительную информацию для обогащения знаний. Например, ИИ объясняет ученику на конкретных примерах, доступно и просто, как применять законы механики.

Совместное использование дополненной реальности AR и ИИ делает уроки физики еще более эффективными. Эти технологии объединяются в:

- возможности сделать процесс обучения более личным и динамичным позволяя при этом, учащимся проводить эксперименты виртуально, которых они могут сами изучить и повышать уровень понимания физических законов.

- привлечении учащихся с помощью визуализации и интерактивности, применяя AR, а сопутствующая персонализированная поддержка с помощью ИИ повышает интерес учащихся к урокам;

- предложении новых методик обучения, объединив AR и GI, чтобы предложить уроки новой модели. Например, когда учащиеся изучают законы движения, они могут создавать виртуальные симуляции с примерами из реального мира;

- объединении примеров и экспериментов, когда дополненная реальность помогает учащимся изучить движения планет в Солнечной системе с помощью смартфона или устройства AR и сравнивать их относительные возможности. Учащиеся также могут понять законы Ньютона, наблюдая за движением тел с разной скоростью в пространстве и во времени;

- улучшают учебный процесс с помощью советов ИИ, которые ИИ дает учащемуся, они смогут узнать, какие темы необходимо повторить, какие задачи прежде всего важно выполнить. Кроме того, средства ИИ способны анализировать различные физические процессы и демонстрировать их закономерности в полном соответствии с реальностью.

Необходимо отметить, что технологии дополненной реальности и искусственного интеллекта выводят уроки физики в школах на новый уровень, позволяя учащимся глубже понять материал, визуализировать процессы и самостоятельно проводить эксперименты. Эти технологии используют инновации в образовании и улучшают качество обучения [1].

Остановимся на способах использования AR на уроках физики в школе:

1.визуальные демонстрации: визуализация физических явлений (например, электрического поля, магнитного поля, гравитации) с помощью AR. Учащиеся могут видеть внутреннюю структуру или закономерности вещей в трех измерениях.

2.виртуальные лаборатории: используя дополненную реальность, учащиеся могут проводить физические эксперименты без использования реальных лабораторных инструментов. Этот метод обеспечивает безопасность и позволяет экспериментировать без дорогостоящих инструментов.

3.интерактивные задания: с помощью инструментов AR учащиеся могут выполнять задания в режиме реального времени и видеть их результаты. Например, вы можете использовать анимацию, чтобы показать движение тела или влияние сил.

4.объяснение сложных тем: темы, которые трудно понять с помощью AR (например, законы квантовой физики или термодинамики), можно интерпретировать в легкой и доступной форме.

5.проверка знаний: вы можете организовать интерактивные тесты или викторины, в которых AR используется для проверки знаний, полученных учащимися.

6.коллаборативное обучение: с помощью технологии AR учащиеся могут работать в группах, обмениваться опытом друг с другом и обсуждать различные способы решения проблем.

Дополненная реальность не только делает уроки физики интересными, интерактивными и понятными, но и развивает творческие способности учащихся, повышает их интерес к предмету. Технологии дополненной реальности (AR) в настоящее время широко используются в сфере образования, в том числе на уроках физики в школах. Инструменты AR очень эффективны для визуализации физических явлений, простого объяснения сложных процессов и повышения интереса учащихся.

Приведем несколько самых распространенных тем на уроках физики, основанных на дополненной реальности:

1. изучение электромагнитных волн и полей, когда с помощью приложения AR учащиеся могут увидеть, как распространяются электромагнитные волны и как работают электрические поля. Они интерактивно видят электрические поля и виртуально исследуют их силу и влияние на окружающую среду.

2. изучение законов Ньютона в механике, с помощью интерпретации законов движения Ньютона технология AR позволяет учащимся визуализировать движение тел в пространстве и

во времени. Например, они могут наблюдать за движением тел разной массы и исследовать влияние силы;

3. изучение законов преломления и отражения света в оптике, когда с помощью AR учащиеся могут видеть преломление и отражение света от различных поверхностей. Примечательно, что траектории распространения света можно отслеживать в режиме реального времени и измерять углы отражения и преломления;

4. изучить астрономию и гравитацию тел и планет, при котором для изучения астрономических явлений технология AR используется для демонстрации движения планет, их гравитационных сил и взаимодействий на орбитах. Это облегчает учащимся понимание законов гравитации небесных тел в пространстве и во времени.

5. изучить законы электротехники и расчет электрических цепей. С помощью AR учащиеся могут сами построить электрическую цепь. Он может видеть каждый элемент схемы, наблюдать, как он работает, и исследовать взаимосвязь между силой тока, напряжением и сопротивлением.

Возможности AR на уроках физики с помощью приложения и инструментов, используемые:

- в Google Expeditions, платформа для изучения физических явлений с использованием инструментов дополненной реальности. Учащиеся могут интерактивно наблюдать за космическими, наземными и другими физическими явлениями;

- в Merge Cube: устройство, которое позволяет учащимся изучать физические явления в 3D с помощью AR. Держа этот куб в руке, учащиеся могут виртуально выполнять различные физические практики;

- в ARPhysics: специальное приложение AR для виртуального проведения экспериментов по механике, электричеству и оптике.

Технология дополненной реальности делает уроки физики более интересными и эффективными, а также повышает мотивацию учащихся к предмету. С помощью этих технологий можно легко и наглядно объяснить сложные законы и явления.

ТОО» AR-Book " представляет в учебный процесс проект по внедрению технологии AR, разработанный отечественными специалистами. Эта технология реализуется через мобильное приложение. Мобильное приложение AR-Book можно бесплатно загрузить в AppStore и Play Market. Самая эффективная сторона приложения заключается в том, что после загрузки на мобильный телефон оно может работать без интернета, даже в автономном режиме (не требует QR-кода). Предоставляет возможность просмотра анимационного видео с наведением камеры на изображение любой тематики книги, предоставленной ТОО» AR-Book". Такая технология может быть разработана компанией для любого другого учебного заведения и объекта. Интерфейс приложения доступен на казахском и русском языках. Понятен обучающимся и учителям, удобен в использовании [2].

Кроме того, использование технологии AR в учебном процессе имеет следующие преимущества:

- С помощью Видео-анимации облегчается процесс освоения учащимися темы и повышается интерес к обучению.

- Родители позволяют правильно понять и легко передать тему в процессе повторения урока с ребенком.

- Может использоваться как инструмент дистанционного обучения.

- В малообеспеченных интернетом районах нет проблем с использованием учебного пособия.

**В заключении**, давайте решим следующую задачу пошагово, с объяснением каждого шага и формулами [3].

Дано:

- Магнитная индукция  $B=0.01 \text{ Тл}$   $B = 0.01 \text{ \textbackslash, Тл}$   $B=0.01 \text{ Тл}$

- Скорость электрона  $v=106 \text{ м/с}$   $v = 10^6 \text{ \textbackslash, м/с}$   $v=106 \text{ м/с}$



<https://doi.org/10.5281/zenodo.17423884>  
УДК 621.31(575.3)

**ТАВСИЯХО ДАР БОРАИ ИНТИХОБ КАРДАНИ ТАҶҲИЗОТ БАРОИ  
СИСТЕМАҶОИ АЛТЕРНАТИВИИ ЭЛЕКТРИИ АВТОНОМИИ КОМБИНАТИ  
(ГИБРИДИ)**

**ҚУВВАТОВ ФАРУХ НАЗРИАЛОЕВИЧ**

Ассистент  
Донишқадаи Энергетикии Тоҷикистон

**ОДИНАЕВ НЕҚАДАМ ХУШҚАДАМОВИЧ**

н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-ӣ Донишқадаи  
Энергетикии Тоҷикистон

**РАШИДОВ АКРАМ РАҶАБОВИЧ**

н.и.т, саромӯзгори кафедраи “Автоматонии ҳаракатоварҳои барқӣ”-ӣ Донишқадаи  
энергетикии Тоҷикистон

**ҚАЛАНДАРОВ ФАРРУХ ҲАЗРАТҚУЛОВИЧ**

Ассистент  
Донишқадаи Энергетикии Тоҷикистон

---

**Аннотасия.** Якҷоя кардани навъҳои гуногуни манбаъҳои барқароршавандаи энергия хеле самаранок аст, аммо чунин системаҳо аз ҷиҳати техникӣ мураккаб буда, ҷузъҳои зиёди гуногунро дар бар мегиранд, ки интихобро барои ғайримутахассисон душвор мегардонад. Ҳадафи ин мақола содда кардани ин раванди интихоб аст. Меъёрҳои арзёбии самаранокии чунин системаҳо нишон дода шудаанд. Хусусиятҳои муқоисавии турбинаҳои бодӣ, панелҳои офтобӣ, батареяҳо, инвертерҳо ва контроллерҳо дар баробари афзалиятҳо ва нуқсонҳои ҳар як вариант пешниҳод карда мешаванд. Тавсияҳо оид ба истифодаи системаи шамол-офтоб низ оварда шудаанд.

**Калидвожаҳо:** автономия, энергия, турбинаи шамол, панели офтобӣ, инвертер, контроллер, батарея, нерӯ, таъминоти барқ, системаҳои омехта (гибридӣ).

---

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОБОРУДОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ  
(ГИБРИДНЫХ) СИСТЕМ АВТОНОМНОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

**Ф.Н. КУВВАТОВ, Н.Х. ОДИНАЕВ, А.Р.РАШИДОВ., Ф.Х. КАЛАНДАРОВ**

Институт энергетики Таджикистана

---

**Аннотация.** Комбинирование различных типов возобновляемых источников энергии весьма эффективно, но такие системы технически сложны имеют много различных элементов, выбор которых для неспециалиста весьма проблематичен, на упрощения этого выбор и нацелена следующая статья. Указаны критерии оценки эффективности таких систем. Приведены сравнительные характеристики ветрогенераторов, солнечных батарей, аккумуляторных батарей, инверторов, контроллеров, положительные и отрицательные стороны каждого из возможных вариантов. Даны рекомендации по использованию ветро-солнечной системы.



**Ключевые слова:** автономность, энергия, ветрогенератор, солнечная батарея, инвертор, контроллер, аккумуляторная батарея, мощность, электроснабжение, комбинированные (гибридные) системы.

## RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION OF EQUIPMENT COMBINED (HYBRID) AUTONOMOUS SYSTEMS ALTERNATIVE POWER

F.N. KUVVATOV, N.KH. ODINAEV, A.R.RASHIDOV, F.KH. KALANDAROV  
Institute of Energy Tajikistan

**Abstract.** Combining different types of renewable energy is very effective, but such systems are technically complex many different elements, the choice of which to the layman is very problematic to facilitate this choice and aims next article. Criteria for evaluating the effectiveness of such systems. Comparative characteristics of wind turbines, solar panels, batteries, inverters, controllers, pros and cons of each option. Recommendations for the use of wind and solar systems.

**Keywords:** endurance, energy, wind turbine, solar panel, inverter, controller, battery, power, electricity, combined (hybrid) system.

Ҳар рӯз, инсоният бештар дар бораи истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия фикр мекунад. Сабаби ин вазъи ноустувори сиёсии кишварҳои содиркунандаи карбогидрид, хоҳиши ба даст овардани истиқлолияти энергетикӣ, афзоиши эҳтиёҷоти энергетикӣ, камшавии захираҳои табиӣ, баста шудани нерӯгоҳҳои атомӣ ва нигарониҳои экологӣ мебошад.

Барои одамони оддӣ, ин ҳама ба хоҳиши оддӣ сарфа кардани пул вобаста аст. Истифодаи як намуди захираҳои барқароршаванда аз ҷиҳати иқтисодӣ ғайриимкон аст, бинобар ин аксар вақт омезиши намудҳои гуногун истифода мешавад. Чунин системаҳо аз ҷиҳати техникӣ мураккаб буда, ҷузъҳои зиёд доранд, ки интиҳоби онҳо барои ғайримутахассис хеле душвор аст. Ҳадафи мақолаи зерин содда кардани ин интиҳоб аст. Қисмати асосии чунин системаҳо турбинаи шамоли мебошад (Ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 – Муносибати намудҳои гуногуни турбинаҳои бодӣ

Навъи	Афзалиятҳо	Камбудииҳо
Меҳвари уфуқӣ	Самаранокӣ: тақрибан 45-50%; Чанд дона; Насби осон; Генераторҳои арзон.	Арзиши баланди системаи умумӣ; Ба самти шамоли ниёз дорад; Душворӣ дар гардиши теғҳо.
Меҳвари амудӣ	Набудани самти шамоли; Осон кор кардан. Эътимоднокии паст;	Тарҳрезии майсаи калон; Тасҳеҳи кунҷи майса нест.
Ротори Савони	Худтанзимкунӣ бо суръати пасти шамоли.	Истеъмоли зиёди мавод; Самаранокии паст - 15%.
Ротори Дарри	Самаранокӣ 35-40%; Нигоҳдории осон.	Худтанзимкунӣ нест.
Ротори Горлов	Муддати хизмати дароз; Самаранокии баланд то 60%.	Мушкилот дар истехсоли корт; Нархи баланд.
Ротори бисёрсоҳавӣ бо пардаи роҳнамо	Самаранокӣ то 50%; Ба суръати пасти шамоли ҳассос аст.	Арзиши баланд; Истеъмоли баланди металл.

Дастгоҳҳои меҳвари амудӣ беҳтарин тавозуни афзалиятҳо ва нуқсонҳоро пешниҳод мекунад. [1-6]

Унсуре дигари асосии системаи омехта батареяи офтобӣ мебошад; Дар ҷадвали 3 хусусиятҳои асосии панелҳо оварда шудаанд [7]:

Ҷадвали 2 – Намудҳои панелҳои офтобӣ

Навъи панели офтобӣ	Афзалиятҳо:	Камбудихо:
Монокристаллӣ	Самаранокии баланд; Компакт; Муддати хизмати дароз.	Нархи назаррас; Агар як қисми панел сояфкан бошад, тамоми панел қувваи барқро аз даст медиҳад; Истифодаи микроинверторҳоро талаб мекунад.
Поликристаллӣ	Арзон; Вобаста ба ҳарорат.	Самаранокии миёна; Майдони калони рӯизаминӣ талаб карда мешавад.
Филми тунук	Камхарҷ; чандирӣ; Талафоти ками гармӣ.	Майдонҳои калони насб; самаранокии паст; Муҳлати хидматрасонии кӯтоҳ.

Ҳуҷайраҳои монокристаллӣ, ки ҳамчун пластина кремнийи ҳашткунҷаи дорои ранги хос истеҳсол мешаванд, самаранокии баландтарин доранд - то 22%.

Панелҳои офтобии поликристаллӣ шакли мураббаъ доранд ва ранги кабуд доранд. Самаранокии пасти онҳо, то 18%, аз он иборат аст, ки онҳо дар истеҳсолот на танҳо кремнийи ибтидоии хеле тозашуда, балки маводи такрорӣ низ истифода мешаванд.

Ба қор бурдани қабатҳои сершумори маводи фотоэлектрикӣ имкон медиҳад, ки ҳуҷайраҳои тунук-плёнка эҷод карда шаванд. Аммо сарфи назар аз азхудкунии нури кремнийи аморфӣ, ки назар ба кремнийи стандартӣ тақрибан 20 баробар зиёд аст, самарайи ин навъи батареяи офтобӣ аз 12 фоиз зиёд нест.

Ҳангоми интихоби байни панелҳои монокристаллӣ ва поликристалии як кудрат ва бо фазои кофӣ, тавсия дода мешавад, ки варианти арзонтарро интихоб кунед, ки маъмулан панелҳои поликристаллӣ мебошанд. Аммо, агар нақшаи нуругоҳи электрикии офтобӣ бо фазо маҳдуд бошад, тавсия дода мешавад, ки модулҳои сермахсул, ба монанди модулҳои монокристалл истифода шаванд. Истифодаи модулҳои тунук-плёнкаи арзон харидани кабел, инвертори гарантар ва арзиши сохтори пуштибонӣ ва пӯшидаро талаб мекунад.

Баланд бардоштани самаранокии системаи автономӣ бо истифода аз танҳо як намуди энергияи барқароршаванда аз сабаби тағйирёбии падидаҳои табиӣ ғайриимкон аст. Мувозинати байни энергияи тавлидшуда ва истеъмолишуда амалан имконнопазир аст. Аз сабаби тағйирёбии тавлид, системаҳои мустақили энергетикӣ истифодаи батареяҳои гаранбаҳоро талаб мекунад.

Батареяҳои сурбӣ, ки минбаъд ба категорияҳои зерин тақсим мешаванд, аз ҷиҳати нарх ва сифат бартариӣ бебаҳс доранд:

Батареяҳои автомобилӣ – камқувваттарин, истеҳсол ва нигоҳдории осон, бо давомнокии умри тақрибан 100-150 давраи пуркунии барқ дар 80% иқтидор;

Батареяҳои AGM – батареяҳои мӯҳрдор барои 250-400 давраи разряд бо иқтидори 80% пешбинӣ шудаанд, вале ба пуркунии аз ҳад зиёд ҳассос мебошанд;

Батареяҳои гел - батареяҳои кислотаи мӯҳршуда, тақрибан ба 350-500 давраи разряди 80% тобоваранд, аммо ба иқтидори пуркунии ҷорӣ ҳассос мебошанд;

Батареяҳои зирехпӯш - тақрибан ба 1000-1500 давраҳои разряди 80% тобоваранд ва барои истифода дар системаҳои мустақил беҳтарин мебошанд.

Барои мониторинги динамикии параметрҳои батарея контроллерҳои барқ истифода мешавад (Ҷадвали 3).

Ҷадвали 3 - Афзалиятҳо ва нуқсонҳои намудҳои гуногуни контроллерҳо

Назоратчӣ	Афзалиятҳо	Камбудихо
ON/OFF	арзон; ғайриоддӣ; Дар системаҳои омехта истифода бурдан мумкин аст; Ҳадди ақали гармӣ ҳангоми танзим; Таъмини барқ ҳангоми пур кардани барқ қатъ мешавад	Батареяҳо пурра пур карда наметавонанд; Мӯҳлати батареяро кам мекунад; Суръати бузурги ҷараён ҳангоми танзим ба даҳолати баланди электромагнитӣ оварда мерасонад.
PWM (ШИМ)	даҳолати пасти электромагнитӣ; Аз ҳад зиёд гарм шудани батарея ва ҷӯшидани батареяро пешгирӣ мекунад; Самаранокии нисбатан баланд.	Баланд бардоштани гармӣ ҳангоми танзим; Танҳо бо як намуди насл истифода мешавад; Қувваи контроллер ба истеъмоли қувваи барқ қатъиян мувофиқат мекунад; Маҳдудияти қувваи барқ.
MPPT	Шиддатҳои гуногун дар вуруд ва баромади контроллер; Имконияти пайваст кардани манбаъҳои гуногун ба вуруд; Изолятсияи галваникии вуруд ва баромад.	талафоти табдил; Технологияи мураккабтар; Нархи баландтар.

Ҳангоми баррасии намудҳои контроллер маълум шуд, ки модели пешрафтатарин контроллерҳои MPPT мебошад [8].

Инвертер асоси таъминоти мустақили барқ мебошад; сарфаю сариштакорӣ ба интиҳоби дуруст вобаста аст, бинобар ин ба он бо диққати махсус муносибат кардан лозим аст. Дар ҷадвали 5 хусусиятҳои навъҳои гуногун оварда шудаанд:

Ҷадвали 4 – Хусусиятҳои намудҳои гуногуни инвертер

Навъи инвертор	Афзалиятҳо	Камбудихо
Автономӣ	андоза ва вазни хурд; Камхарҷ; Пуркунии зуд.	Параметрҳои баромади хеле пурғавғо; Эътимоднокии паст; доираи қувваи танг; Зарари эътимолии ҷузъҳои электрикӣ.
Дар асоси шабака	Пайвасти бе трансформатор; андоза ва вазни хурд; Ҷараён ва шиддати синусоидаӣ. Комилан мустақил нест;	Синхронизатсияи шабакаро талаб мекунад; Арзиши баланд;

Гибрид	Нархи баланд; Таъмини барқи сефазавӣ мавҷуд аст	чараён ва шиддати синусоидалий; Амали параллелӣ барои нигоҳдорӣ ва истеъмол.
--------	---	---

Зарур аст, ки қувваи инвертер бо иқтидори максималии сарборӣ бо назардошти чараёнҳои ибтидоӣ мутаносиб бошад [9].

### ХУЛОСА

Хулоса, метавон гуфт, ки дар шароити Тоҷикистон, агар таъминоти мустиқ ва боэътимоди нерӯи барқ талаб карда шавад, истифодаи системаҳои омехта тавсия дода мешавад, зеро суръати шамоли тобистон нисбатан паст аст, аммо офтоби фаровон ва соатҳои дарозӣ рӯз вучуд дорад. Баръакс, зимистон шамоли саҳт ва нури офтоб камтар дорад [10, 11]. Азбаски тавлиди нерӯи барқ барои системаҳои шамоли ва офтобӣ дар вақтҳои гуногуни рӯз ва сол рух медиҳад, системаи гибриди мутаносибан энергияи бештар истеҳсол мекунад ва вақте ки он воқеан лозим аст. [12]

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дайчман, Р. А. Возможности современной ветроэнергетики / Р. А. Дайчман // Актуальные вопросы современной науки. – 2015. – № 4(8). – С. 11-14.
2. Дайчман, Р. А. Использование ветроэнергетических установок в Российской Федерации / Р. А. Дайчман // Апробация. – 2015. – № 11(38). – С. 13-15.
3. Дайчман, Р. А. Климатологические характеристики ветровой энергии / Р. А. Дайчман // Научный обозреватель. – 2015. – № 11(59). – С. 43-45.
4. Дайчман, Р. А. Современная ветроэнергетика в Российской Федерации / Р. А. Дайчман // Научная перспектива. – 2015. – № 11(69). – С. 98-99.
5. Дайчман, Р. А. Эффективность выбора современных ветрогенераторов / Р. А. Дайчман // Апробация. – 2015. – № 12(39). – С. 24-27.
6. Дайчман, Р. А. Выбор ветроустановок для систем автономного электроснабжения / Р. А. Дайчман // Молодой ученый. – 2015. – №24. – С. 117-121.
7. Дайчман, Р. А. Анализ солнечных батарей современных производителей / Р. А. Дайчман // Современная наука и практика. – 2015. – № 4(4). – С. 5-11.
8. Абдурахманов, А.Я. Возобновляемые ресурсы в Таджикистане// Вестник Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрава, серия естественных наук, № 2/2 (99)-2022.- С. 50-56.
9. Абдурахманов, А.Я. Табдилдиҳии нерӯи офтоби ба электрикӣ [Текст] / А.Я. Абдурахмонов, Б.Т. Абдуллоев, Н.Х.Одинаев Вестник Бохтарского государственного университета им. Н.Хусрава, серия естественных наук, № 2 (152) – 2018. – С.56 – 59.
10. Абдурахмонов, А.Я. Преобразование солнечной энергии в электрическую [Текст] / А.Я.Абдурахмонов, Н.Х. Одинаев, И.Т.Абдуллоев, Б.Т. Абдуллоев // Вестник Таджикского национального университета. -2019. -№1-(42) -С.163 – 168.
11. Абдурахманов, А.Я. Солнечная энергия в институте энергетики Таджикистана [Текст] // А.Я. Абдурахмонов, Б.Т. Абдуллоев, Н.Х. Одинаев // матер. междунар. и форум юнных изобретателей РТ «25-летие образования национальной системы интеллектуальной собственности» -Душанбе, 2018. –С.14 – 18.
12. Возобновляемые ресурсы в Таджикистане / Материалы научно-производственной конференции выставки [Текст]. «Дни возобновляемых источников энергии и энергосбережение в ТТУ имени академика М.С.Осими, 1-2 июня 2021г. Душанбе. -С-27-32
13. Возобновляемые источники энергии в Таджикистане// Материалы 13-ой Международной теплофизической школы “Теплофизика и информационные технологии”//Душанбе-Тамбов, 17-20 октября 2022. Стр 128-133.

14. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии / Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1990 г.-392 с.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17427201>

### ТАЪСИРИ РАДИЯТСИЯИ ОФТОБ ДАР Н. КУШОНИЁН

**РАШИДОВ А.Р., ОДИНАЕВ Н.Х., РАИМОВ Н.М.,  
БУРҲОНОВ М. ҚУВВАТОВ Ф.Н.**

Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон

**Аннотатсия:** дар мақолаи зерин тадқиқот ва таҳлили радиатсияи офтоб дар мисоли н. Кушониён мебошад. Ин тадқиқот дар дар Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон гузаронда шуд. Андозаҳои тавлиди энергияи барқароршавандаи PVsyst барои ҷамъоварии маълумот дар бораи шуоъҳои офтобӣ дар минтақаи таҳқиқот истифода шуданд. Маълумот дар бораи шуоъҳои офтобӣ дар ин минтақа дар тӯли як ҳафта бо фосилаҳои хеле дақиқи 5 дақиқа коркард карда шуданд, тавре ки дар расм нишон дода шудааст.

**Калидвожаҳо:** тадқиқот, энергия, манбаъҳо, радиатсияи офтоб, шуоъҳои офтобӣ, фотоэлектрикӣ, радиатсия.

### ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА Н. КУШАНЯН

**РАШИДОВ А.Р., ОДИНАЕВ Н.Х., РАИМОВ Н.М.,  
БУРҲОНОВ М. ҚУВВАТОВ Ф.Н.**

Институт энергетики Таджикистан.

**Аннотация:** В данной статье представлено исследование и анализ солнечной радиации в районе Н. Кушониён. Исследование проводилось в Таджикском энергетическом институте. Для сбора данных о солнечной радиации в исследуемом районе использовались счётчики возобновляемой энергии PVsyst. Данные о солнечной радиации в этом районе обрабатывались в течение недели с очень точными интервалами в 5 минут, как показано на рисунке.

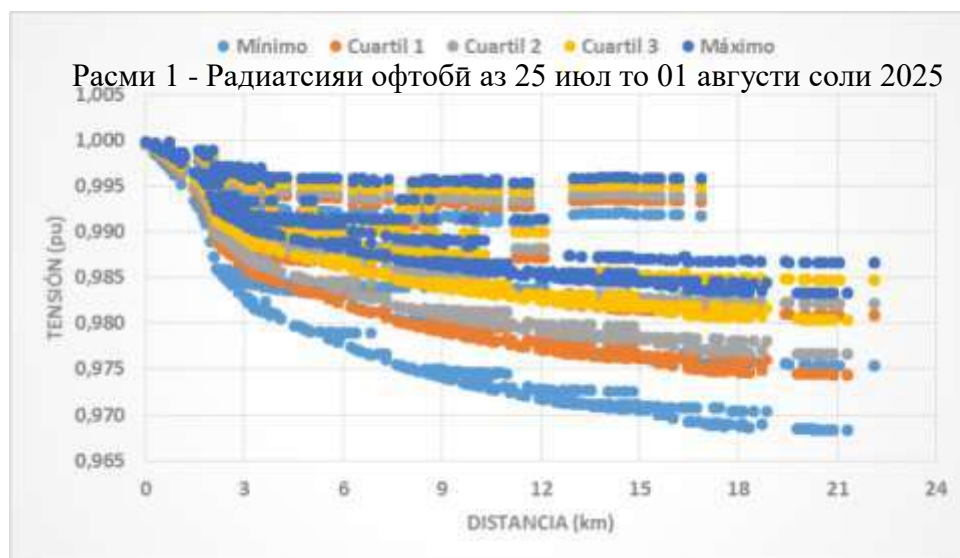
**Ключевые слова:** исследования, энергия, источники, солнечная радиация, солнечная радиация, фотоэлектрические системы, радиация.

Манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) як дорони муҳим дар системаҳои энергетикӣ саросари ҷаҳон гаштаанд ва бисёр кишварҳо барои дастгирӣ онҳо сиёсатҳо ва қоидаҳои таҳия мекунанд. Дар байни МБЭ, генераторҳои фотоэлектрикҳои офтобӣ дар даҳсолаҳои охир афзоиши назаррасро мушоҳида карданд, аз ин лиҳоз мо ин тадқиқотро дар донишдаи энергетикии Тоҷикистон гузаронидем ва натиҷаҳои он дар расмҳо овардашудааст.

Ин тадқиқот дар дар Донишдаи энергетикии Тоҷикистон гузаронда шуд. Андозаҳои тавлиди энергияи барқароршавандаи PVsyst барои ҷамъоварии маълумот дар бораи шуоъҳои офтобӣ дар минтақаи таҳқиқот истифода шуданд. Маълумот дар бораи шуоъҳои офтобӣ дар ин минтақа дар тӯли як ҳафта бо фосилаҳои хеле дақиқи 5 дақиқа коркард карда шуданд, тавре ки дар расм нишон дода шудааст. Барои ин тадқиқот рӯзи баландтарин, яъне 25 июли соли 2025, тавре ки дар расми 1 нишон дода шудааст, истифода шудааст.







Расми 1 - Радиатсияи офтобӣ аз 25 июл то 01 августи соли 2025

Расми 2 - Радиатсияи офтоб аз 25 июли соли 2025

#### Таҳлили натиҷаҳо

Барои муайян кардани шароити ибтидоии фидер, яъне бидуни тавлиди фотоэлектрикӣ, ҷараёни номутаносиби нерӯи барқ дар фосилаи 5 дақиқа тавассути иҷро кардани 288 ҷараёни барқ бо истифода аз асбоби DlgSILENT Programming Language (DPL) барои ҳисоб кардани профили шиддат, сарбории хат ва талафоти техникӣ муайян карда шуд. Профили кори фидер бо арзишҳои статистикуи оморӣ дар воҳидҳои барқ барои ҳар як гиреҳи ибтидоӣ вобаста ба масофаи онҳо (км) то зеристгоҳи 1 ифода карда мешавад. Дар расми 3 намунаи шиддат барои тамоми соатҳои рӯзи омӯхташуда нишон дода шудааст.



Расми 3 - Профили шиддати рӯзона бидуни тавлиди фотоэлектрик

Аз рӯи натиҷаҳои барномасозӣ, талафоти техникӣ фидер тақсимои L-107S аз муодилаҳои 1 ва 2 ҳисоб карда мешавад.

$$Losses(MWh) \text{ Feeder Load}(MWh) Loss(\%) = \frac{\text{Losses}(MWh)}{\text{Feeder Load}(MWh)} \times 100 \quad (1)$$

$$Loss(\%) = \frac{1,0142}{19,8387} \times 100\% = 5,11 \quad (2)$$

Хулоса

Манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) як дороии муҳим дар системаҳои энергетикӣ саросари ҷаҳон гаштаанд ва бисёр кишварҳо барои дастгирии онҳо сиёсатҳо ва қоидаҳоро таҳия меkunанд. Рузҳои офтобӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон 270-330 рӯз дар як сол мебошад ва дар вилояти хатлон бошад рӯзҳои офтобӣ зиёда аз 300 рӯз дар як сол буда, иқтисори пурраи он дар Тоҷикистон метавонад якчанд ҳазор кВт соат бошад. Тадқиқоте, ки дар моҳи июл гузаронида шуд барои истехсоли неруи электрикӣ аз неруи офтоб аини мудаост.

### АДАБИЁТ

1. Григорьев Л., Крюков В. Мировая энергетика на перекрестке дорог: какой путь выбрать России? // Вопросы экономики. – 2009. – № 12. – С. 22-26.
2. Скайнер Л. Стратегия энергетической безопасности США // Экономика управления в зарубежных странах. – № 1. – 2014. – С. 10-6.
3. Байков Н., Безмельникова Г., Гринкевич Р. Перспективы развития мировой энергетики до 2030 г. // Мировая экономика и международные отношения. – 2007. – № 5. – С. 19-25.
4. Официальный сайт ТОО «Газета «Деловая Неделя» [Электрон. ресурс]. – 2011. – № 47. – 27 Декабря. – URL: <http://www.dn.kz> (дата обращения: 12.2015)
5. Перродон А. История крупных открытий нефти и газа. / Пер. с фр. Бурцева М. И. и др.; под ред. Былевского Г. А. – М.: Мир, 1994. – 254 с.
6. Велихов Е. П., Гагаринский С. А., Субботин М., Цибульский В. Ф. Энергетика в экономике // Энергетик. – – № 3. – С. 2.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17427270>

## **ADEKVAT RIYAZI MODELLEDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ BƏRK CİSMİN DEFORMASIYASI PROSESİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**

**MƏMMƏDOVA SÜRƏYYA İSA QIZI**  
**MEHDIYEVA ŞƏFIQƏ MƏHƏMMƏD QIZI**

Azərbaycan Texniki Universiteti, "Mühəndis fizikası və elektronika" kafedrasının dosentləri

**Xülasə:** Bərk cismin deformasiyası prosesinin öyrənilməsi üçün adekvat riyazi modellərdən istifadə sənaye energetikası üçün aktual məsələdir. Məlumdur ki, mexaniki təsir altında cisimlər deformasiyaya uğrayır və onlarda mexaniki gərginliklər yaranır ki, bu da öz növbəsində məhvə səbəb olur. Buna görə də deformasiya proseslərinin modelləşdirilməsi həm avadanlığın möhkəmliyi və etibarlılığı məsələlərinin öyrənilməsində, həm də bərk yanacağın incə üyüdülməsi problemlərinin həllində faydalı ola bilər. Kontinuum mexanikasının klassik kontinuum modelləri ideallaşdırılmış mühitlərdə və müntəzəm formalı cisimlər üçün mexaniki təsirləri öyrənmək üçün əlverişlidir. Bircins olmayan strukturların və müərkəb formalı obyektlərin təhlilində onlardan istifadə əhəmiyyətli çətinliklərlə qarşılaşır. Belə hallarda, modellərin adekvatlığını azaldan bir sıra sadələşdirici fərziyyələr təqdim etmək lazımdır.

**Açar sözlər:** bərk cisimlərin deformasiyası, kvant nəzəriyyəsi, ion bağları, kristal quruluşu, qeyri bircins struktur, modelin adekvatlığı, deformasiya prosesi

**Аннотация:** Использование адекватных математических моделей для исследования процесса деформирования твёрдого тела является актуальной задачей промышленной энергетики. Известно, что при механическом воздействии тела деформируются и в них возникают механические напряжения, которые, в свою очередь, приводят к разрушению. Поэтому моделирование деформационных процессов может быть полезно как при исследовании вопросов прочности и надёжности оборудования, так и при решении задач тонкого измельчения твёрдого топлива. Классические континуальные модели механики сплошных сред пригодны для изучения механических эффектов в идеализированных средах и для объектов регулярной формы. Их использование при анализе неоднородных структур и объектов сложной формы сталкивается со значительными трудностями. В таких случаях необходимо вводить ряд упрощающих допущений, снижающих адекватность моделей.

**Ключевые слова:** деформация твердых тел, квантовая теория, ионные связи, кристаллическая структура, неоднородная структура, адекватность модели, процесс деформации

**Materiallar və üsullar.** Əvvəllər istifadə olunan modellərdən fərqli olaraq, bərk cismi elastik bağlarla birləşdirilmiş yerli elementlər toplusu kimi nəzərdən keçirən diskret model istifadə olunur, burada kosmik diskretləşmə pilləsi vahid kütlənin ayrıca lokal elementidir. Yeni təfsirdə diskretləşdirmə addımı bir neçə qarşılıqlı əlaqədə olan vahid kütlələrin sisteminin (dəstinin) davranışına uyğundur.

"Bərk cisim" dedikdə, maddənin olduğu vəziyyəti nəzərdə tuturlar. Bizi əhatə edən və istifadə etdiyimiz obyektlərin əksəriyyəti bərk cisimlərdir. Ona görə də onların quruluşu və xassələri haqqında mümkün qədər çox öyrənməyə çalışmağımız təbiidir. Bəlli olur ki, bərk cisimlərin maraqlı xassələrinin əksəriyyəti onların elektron quruluşu ilə müəyyən edilir. Məhz elektron quruluş nəzəriyyəsi Kvant mexanikası kafedrasının bərk cisimlər nəzəriyyəsi qrupu tərəfindən öyrənilir.

Bərk cisimlərin elektron quruluşu nəzəriyyəsi həm kristal (ideal kristallar və qüsurlu kristallar), həm də kristal olmayan (amorf) bərk cisimləri əhatə edən çox geniş bir sahədir. Bu nəzəriyyə bərk maddələrin müxtəlif xassələrini (mexaniki, elektrik, optik, maqnit və s.) və həcmdə və səthdə baş verən müxtəlif prosesləri, o cümlədən elektrik müqavimətinin təbiəti, faza keçidləri, maqnit

nizamlanması, kristal böyüməsi, temperaturun və şüalanmanın təsiri altında qüsurların əmələ gəlməsi, korroziya və bir çox başqaları kimi xüsusi prosesləri təsvir edir və izah edir. Bərk cisim fizikasının inkişafının uzun tarixinə baxmayaraq, bəzi hadisələrin təbiəti hələ də ətraflı izahat almamışdır [1,2].

Son misal 1986-cı ildə Bednorz və Müller tərəfindən kəşf edilmiş yüksək temperaturlu superkeçiricilik fenomenidir. "Yüksək temperatur" termini o deməkdir ki, superkeçiricilik adi superkeçiriciliyi əldə etmək üçün tələb olunan maye heliumdan çox daha ucuz və daha asan əldə edilə bilən maye azotdan istifadə etməklə əldə edilə bilər. Yüksək temperaturun super keçiriciliyi texniki tətbiqlər üçün böyük ümidlərlə əlaqəli olduğundan, bu fenomen bütün dünyada geniş və intensiv şəkildə öyrənilir və son iki onillikdə bu mövzuda on minlərlə məqalə yazılmışdır. Bu hadisənin müxtəlif aspektləri tədqiq edilmiş, xüsusən də müəyyən edilmişdir ki, yüksək temperaturlu fəvqəlkeçiricilik mis və oksigen ionlarının əmələ gətirdiyi kristal müstəvilərin elektron vəziyyəti ilə bağlıdır və burada elektron dəliklər deyilənlər mühüm rol oynayır. Lakin yüksək temperaturun fəvqəlkeçiriciliyinin mexanizmi hələ də aydınlaşdırılmayıb və bu hadisənin nəzəriyyəsi hələ də öz kəşfçisini gözləyir. Bu, bərk cisim fizikasında həll edilməmiş problemin ən parlaq nümunəsidir. Bir çox başqa böyük və kiçik həll edilməmiş problemlər var və bərk cisim fizikası nəzəri tədqiqatlar üçün geniş sahə təklif edir. Bu vəziyyət, əlbəttə ki, həll olunan problemlərin mürəkkəbliyi ilə müəyyən edilir. Eyni zamanda, bir çox digər nəzəriyyələrdən fərqli olaraq, burada mürəkkəblik nəzəriyyənin əsas tənliyinin aydın olmaması deyil. Bərk cisimlərin elektron quruluşunun qeyri-relativistik nəzəriyyəsində əsas tənlik yaxşı məlumdur - bu dalğa funksiyası üçün kvant Şrödinger tənliyidir:

Məsələn, bərk cisimlər nəzəriyyəsində bant sxemi adlanan sxem uzun müddət uğurla istifadə olunur və istifadə olunmağa davam edir. Bu sxemdə bir elektronun dövrü sahədə davranışı nəzərə alınmaqla bərk cismin enerji spektri və xassələri təsvir edilmişdir. Lakin bu sadə nəzəriyyə yalnız elektron-elektron qarşılıqlı təsirinə təfərrüatlarının vacib olmadığı hallarda uyğundur. Digər hallarda, məsələn, eksitonları təsvir edərkən, elektron-elektron qarşılıqlı əlaqəsi əhəmiyyətlidir və daha mürəkkəb çox elektron nəzəriyyələrdən istifadə etmək lazımdır. Bunlara sıxlığın funksional yaxınlaşmasına əsaslanan üsullar (müəllif U.Kon - 1999-cu il Nobel mükafatı laureatı), Hartree-Fok metodunun müxtəlif versiyaları və Hubbard və ya Heisenberg modeli Hamiltonianlardan geniş istifadə olunur. Onlar kristalların elektron quruluşunu hesablamağa, həyəcan spektri haqqında məlumat əldə etməyə imkan verir - eksitonlar, magnonlar, polaronlar, polaritonlar, spinonlar və s [1,2,3].

Çox elektron sistemlər nəzəriyyəsi Kvant mexanikası kafedrasının (keçmiş nəzəri fizika kafedrası) ənənəvi fənnidir. Uzun illər akademik V.A. Fok, xüsusən də çox elektron sistemlər nəzəriyyəsinin əsas üsullarından birinin - Hartree-Fok metodunun müəllifidir. Hartree-Fok tənlikləri adlanan bu metodun tənlikləri Kembridj Universitetinin (İngiltərə) professoru D.Hartri tərəfindən vizual mülahizələrdən yazılmışdır. Ciddi bir törəmə ilə məlum oldu ki, tənliklərdə klassik analoqu olmayan və buna görə də vizual mülahizələrdən istifadə etməklə əldə edilə bilməyən xüsusi "mübadilə" şərtləri olmalıdır. Hartree-Fok metodu bərk cisimlərin elektron quruluşu nəzəriyyəsində fundamental rol oynayır. Bir tərəfdən, Hartree-Fok metoduna daxil edilən sadələşdirmələr nəticəsində bir çox təxmini üsullar əldə edilir. Digər tərəfdən, daha dəqiq metodların qurulması üçün əsasdır.

Elmi istiqamətlərdən biri mükəmməl və qeyri-kamil kristalların, həmçinin xarici (kristal) sahələrdə çoxluq və molekulların elektron quruluşunun öyrənilməsidir. Bu məqsədlə kvant mexanikasının müasir qeyri-empirik (çox konfigurasiyalı üsullar, sıxlığın funksional metodu) və yarı empirik üsullarından istifadə olunur. Aşağıdakı problemlər nəzərə alınır:

Kristallarda atomların yerli xüsusiyyətlərinin-yüklərin, maqnit momentlərinin, kristalloqrafik valentliklərin təyini; zolağın strukturunun xüsusiyyətləri, qoşalaşmamış spin sıxlığı, kimyəvi bağların təbiəti və s [2,3,4].

Atomların, molekulların və kiçik klasterlərin nisbi çoxkonfigurasiya hesablamaları. Relyativistik psevdopotensialların yaranması. Yüksək incə parçalanma sabitlərinin, nüvədə elektron sıxlıqlarının, NMR sabitlərinin, sərt rentgen xətlərinin izotopik və kimyəvi yerdəyişmələrinin hesablanması.



Qeyri-relativistik və relativistik effektiv əsas potensialların (pseudopotensiallar və ayrılan pseudopotensiallar) qurulması.

Spin sistemlərinin - zəncirlərin və təyyarələrin, xüsusən də onların antiferromaqnit sifarişinin öyrənilməsi. Burada nəinki ümumi qəbul edilmiş modellər nəzərdən keçirilir, həm də spin dalğa funksiyası üçün daha dəqiq və buna görə də daha mürəkkəb, qeyri-xətti tənliklər çıxarılır və öyrənilir.

Maqnitizm və yüksək temperaturlu superkeçiriciliyin kvant nəzəriyyəsi.

Müasir elm və texnologiyada təkcə orta (əvvəlki kimi) deyil, həm də mürəkkəb bərk cisim sistemlərinin təfərrüatlı xüsusiyyətlərini və ətraflı strukturunu bilmək lazımdır. Xüsusilə, mikroelektronika indi nanoelektronika ilə əvəz olunur, onun işçi elementləri yalnız bir neçə onlarla atomdan ibarətdir və bu işçi elementlərin atomları təcrid olunmuş qruplar yaratmır, bazanın atomları ilə qarşılıqlı təsirdədir. Beləliklə, burada çox sayda atom (təxminən  $10^{20}$ ) olan sistemin xüsusiyyətlərini atom səviyyəsində öyrənmək lazımdır. Nəzərdən keçirilən sistemlərin mürəkkəbliyi səbəbindən təkcə eksperimental tədqiqat metodlarından istifadə sistem haqqında bütün lazımı məlumatları əldə etməyə imkan vermir və burada nəzəriyyə köməyə gəlir.

Bizi maraqlandıran mürəkkəb sistemin xüsusiyyətləri onun elektron quruluşu, yəni sistemin elektron qabıqlarının quruluşu ilə müəyyən edilir və bizim vəziyyətimizdə sistemin elektron quruluşu yüksək dəqiqliklə bilinməlidir. Nəzəriyyə, prinsipcə, istənilən çoxelektronlu sistemin elektron strukturunu tapmağa imkan verir. Bunun üçün ikinci dərəcəli qismən diferensial tənlik olan müvafiq Şredinger tənliyini həll etməklə bu sistemin dalğa funksiyasını hesablamaq lazımdır. Bununla belə, qismən diferensial tənliyin birbaşa həlli tənlikdə az sayda dəyişən (təxminən beş-on) olduqda mümkündür [3,4,5]

Kvant nəzəriyyəsində çoxelektronlu sistemlərin dalğa funksiyalarının hesablanması üçün təxmini üsullar işlənib hazırlanmışdır ki, bu da bir neçə onlarla atomdan ibarət sistemin dalğa funksiyasını məqbul dəqiqliklə tapmağa imkan verir. Beləliklə, kifayət qədər böyük miqdarda kompüter vaxtı sərf edərək, nanoelektron cihazın təcrid olunmuş işçi elementinin elektron quruluşunu müəyyən etmək mümkündür. Bununla belə, yuxarıda deyildiyi kimi, sistemin bu işçi elementləri təcrid olunmur, ancaq bir-biri ilə deyil, həm də böyük sistemin qalan atomları ilə qarşılıqlı əlaqədə olan bir-birinə bağlı atomlardan ibarət sözdə çoxluq təşkil edir. Beləliklə, böyük sistemin kiçik bir hissəsi olan klasterin elektron strukturunun tapılması problemi yaranır.

Sırf ion bağları olan sistemlər üçün bu problemin həlli nisbətən sadədir. Sırf ion sistemlərində ionlar arasında sərhədlər çəkmək, klasterə bəzi ionlar təyin etmək, qalan ionları ətraf mühitə aid etmək və ətraf mühitin elektrostatik potensialı və çoxluq ionlarına bitişik olan ətraf mühit ionlarının mübadilə-korrelyasiya potensialının cəmi kimi ətraf mühit potensialını qurmaq mümkündür. Kovalent bağları olan sistemlər üçün ətraf mühit sahəsinin qurulması problemi daha mürəkkəbdir. Burada sistem bilavasitə çoxluq və mühitə bölündükdə, çoxluq atomları ilə mühit atomları arasında kovalent bağlar pozulur.

Nümunə olaraq silisium kristalında dəmir atomunun qarışığını nəzərdən keçirək. Bu halda, ən kiçik klaster dəmir ionu və qonşu silikon atomları ilə dörd dəmir bağı olacaqdır. Ətraf mühit sahəsinə qurarkən, həqiqi tetravalent silikon atomlarını monovalent psevdosilikon atomları ilə əvəz etmək lazımdır, lakin psevdosilikonun dəmirə əlaqəsi həqiqi silisiumun əlaqəsi ilə eyni olsun. Bu vəziyyətdə problem psevdosilikon potensialının qurulmasına, pozulmuş kovalent bağların bərpasına qədər azalır.

Ümumi halda pozulmuş bağları bərpa edən ətraf mühit sahəsinin qurulması üçün ciddi bir üsul (Hartri-Fok metodu daxilində) işləyib hazırlanmışdır. Bu məqsədlə ayrılı bilən potensialdan (son ölçülü operator) istifadə edilməsi təklif edilmiş və ətraf mühit sahəsinə təsvir edən ayrılı bilən potensialın qurulması üsulu işlənmişdir. Bir qayda olaraq, problemi həll etmək üçün dəqiq bir üsul çox kompüter vaxtı tələb edir. Ayrılan mühit potensialı istisna deyil. Buna görə də, hazırda alimlər böyük sistemin tərkib hissəsi olan klasterin elektron strukturunun müəyyən edilməsi probleminin effektiv və nisbətən tez həllinə imkan verəcək daha sadə təxmini potensialları axtarır və inkişaf etdirir. Bu zaman həm ciddi riyazi metodlardan, həm də keyfiyyət mülahizələrinə əsaslanan modelləşdirmə üsullarından və sadə model sistemlərinin hesablanmasında toplanmış təcrübədən istifadə edilir.



Məlumdur ki, mexaniki təsir altında cisimlər deformasiyaya uğrayır və onlarda mexaniki gərginliklər yaranır ki, bu da öz növbəsində məhvə səbəb olur. Buna görə də deformasiya proseslərinin modelləşdirilməsi həm avadanlığın möhkəmliyi və etibarlılığı məsələlərinin öyrənilməsində, həm də bərk yanacağın incə üyüdülməsi problemlərinin həllində faydalı ola bilər. Kontinuum mexanikasının klassik kontinuum modelləri ideallaşdırılmış mühitlərdə və müntəzəm formalı cisimlər üçün mexaniki təsirləri öyrənmək üçün əlverişlidir. Onların qeyri-bərabər strukturların və mürəkkəb formalı obyektlərin təhlilində istifadəsi əhəmiyyətli çətinliklərlə qarşılaşır. Belə hallarda, modellərin adekvatlığını azaldan bir sıra sadələşdirici fərziyyələr təqdim etmək lazımdır [6,7].

Əvvəllər istifadə olunan modellərdən fərqli olaraq, bərk cismi elastik bağlarla birləşdirilmiş yerli elementlər toplusu kimi nəzərdən keçirən diskret model istifadə olunur, burada kosmik diskretləşmə addımı vahid kütlənin ayrıca lokal elementidir. Yeni təfsirdə diskretləşdirmə addımı bir neçə qarşılıqlı əlaqədə olan vahid kütlələrin sisteminin (dəstinin) davranışına uyğundur. Bərk cismin deformasiya prosesinin təhlilinə təkmil yanaşma tədqiq edilmişdir. Təkcə eksenel deformasiyaları (sıxılma - uzanma) deyil, həm də eninə ölçülərin dəyişməsinin (kəsmə) təsirlərini öyrənməyə imkan verən model təklif olunur. Müəyyən edilmişdir ki, modelləşdirməyə bu cür yanaşma bizə diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirməyə imkan verir. Alınmış nəticələr bərk cisimlərin deformasiyası prosesinin modelləşdirilməsinə diskret yanaşmaları təkmilləşdirməyə imkan vermişdir. Bu halda təkcə eksenel deformasiyaları (sıxılma - uzadılma) deyil, həm də eninə ölçülərin dəyişməsinin (kəsmə) təsirlərini modelləşdirmək mümkün olmuşdur.

Modelləşdirməyə diskret yanaşma diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirməyə imkan verdi. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, diskret yanaşma gərginlik vəziyyətini təhlil etməyə və sərbəst təsir altında bərk cisimlərdə deformasiya dalğalarının yayılmasını vizuallaşdırmağa imkan verir. Elastik dalğaların yayılmasına dair kompüter simulyasiyası ilə əldə edilən məlumatlar əvvəllər aparılmış fiziki təcrübələrin nəticələri ilə üst-üstə düşür. Diskret yanaşmadan istifadə edərkən mürəkkəb formalı heterojen cisimlərin davranışını təhlil etməkdə heç bir çətinlik yaranmır, çünki struktur xüsusiyyətləri yerli səviyyədə nəzərə alınır və modelləşdirmə alqoritminin tənziqlənməsini tələb etmir.

Bərk cisimlərin deformasiya prosesini öyrənmək üçün adekvat riyazi modellərdən istifadə sənaye mühəndisliyi üçün aktual məsələdir. Məlumdur ki, mexaniki təsir altında cisimlər deformasiyaya uğrayır və onlarda mexaniki gərginliklər yaranır ki, bu da öz növbəsində məhvə səbəb olur. Buna görə də deformasiya proseslərinin simulyasiyası həm avadanlığın möhkəmliyi və etibarlılığı məsələlərinin öyrənilməsində, həm də bərk yanacağın incə üyüdülməsi problemlərinin həllində faydalı ola bilər. Kontinuum mexanikasının klassik kontinuum modelləri ideallaşdırılmış mühitlərdə və nizamlı formalı cisimlərdə mexaniki gərginlikləri öyrənmək üçün faydalıdır. Onların heterojen strukturların və mürəkkəb formalı obyektlərin təhlilində tətbiqi əhəmiyyətli çətinliklərlə qarşılaşır. Belə hallarda, modellərin adekvatlığını azaldan bir sıra sadələşdirici fərziyyələr tətbiq edilməlidir.

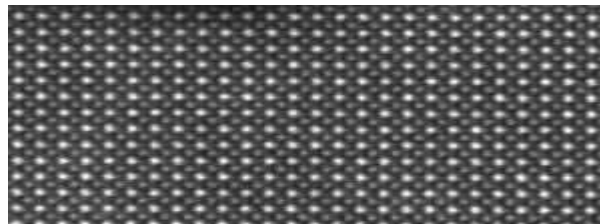
Əvvəlki modellərdə vahid kütlənin ayrıca yerli elementi məkanın diskretləşdirilməsi addımı idi. Yeni təfsirdə diskretləşdirmə addımı bir neçə qarşılıqlı əlaqədə olan vahid kütlələrin sisteminin (dəstinin) davranışına uyğundur. Bərk cismin deformasiya prosesinin təhlilinə təkmil yanaşma tədqiq edilmişdir. Təkcə eksenel deformasiyaları (sıxılma - gərginlik) deyil, həm də eninə ölçülərdəki dəyişikliklərin (kəsmə) təsirlərini öyrənməyə imkan verən model təklif edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, modelləşdirməyə bu cür yanaşma diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirə bilər [6,7].

Alınmış nəticələr bərk cisimlərin deformasiya prosesinin simulyasiyasına diskret yanaşmaları təkmilləşdirməyə imkan vermişdir. Eyni zamanda, təkcə eksenel deformasiyaları (sıxılma - gərginlik) deyil, həm də eninə ölçülərdəki dəyişikliklərin (kəsmə) təsirlərini modelləşdirmək mümkün olmuşdur. Modelləşdirməyə diskret yanaşma diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirməyə imkan verdi. Tədqiqat göstərdi ki, diskret

yanaşma gərginlik vəziyyətini təhlil etməyə və sərbəst təsir zamanı bərk cisimlərdə deformasiya dalğalarının yayılmasını vizuallaşdırmağa imkan verir. Kompüter simulyasiyası ilə əldə edilən elastik dalğaların yayılmasına dair məlumatlar əvvəlki fiziki təcrübələrin nəticələri ilə üst-üstə düşür. Diskret yanaşma mürəkkəb formalı heterojen cisimlərin davranışını təhlil etməkdə çətinlik yaratmır, çünki dizayn xüsusiyyətləri yerli səviyyədə nəzərə alınır və modelləşdirmə alqoritminin tənzimlənməsini tələb etmir.

**Bərk vəziyyətdə** maddə həm formasını, həm də həcmi saxlayır. Aşağı temperaturda bütün maddələr donur - bərk maddələrə çevrilirlər. Qatılma temperaturu təzyiqi artırmaqla bir qədər artırıla bilər. Bərk maddələr kristal və amorf bölünür.

Mikroskopik nöqtəyi-nəzərdən bərk cisimlər onların tərkibindəki molekulların və ya atomların uzun müddət öz orta vəziyyətini dəyişməz saxlaması, yalnız onların ətrafında kiçik bir amplituda salınması ilə xarakterizə olunur. Kristallarda atomların və ya molekulların orta mövqeləri ciddi şəkildə nizamlanır.



Şəkil1. Kristal maddələr: stronsium titanatın atom rezolyusiyasının təsviri . Parlaq atomlar  $\text{Sr}$  , daha tünd atomlar  $\text{Ti}$  -dir.

Amorf cisimlərdə atomlar təsadüfi yerləşmiş nöqtələr ətrafında salınır; onlar uzun mənzilli nizamdan məhrumdurlar, lakin molekulların molekullardakı atomlar arasındakı məsafələrlə müqayisə oluna bilən məsafələrdə sıx yerləşdiyi qısa mənzilli nizamı saxlayırlar.

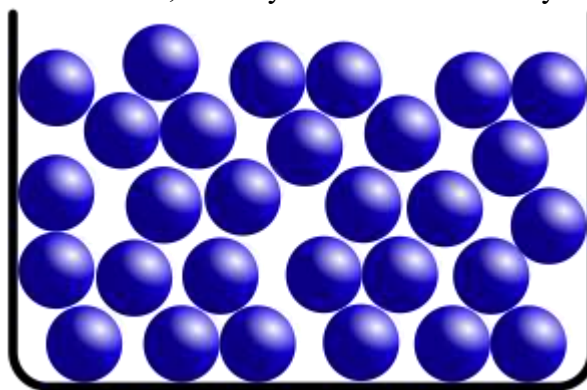
Klassik anlayışlara görə, bərk cismin sabit vəziyyəti (minimum potensial enerji ilə) kristaldır.

Amorf vəziyyətin xüsusi halı şüşəli vəziyyətdir. Amorf bədən metastabil vəziyyətdədir və zaman keçdikcə kristal vəziyyətinə keçməlidir, lakin kristallaşma müddəti o qədər uzundur ki, *metastabillik* ümumiyyətlə özünü göstərmir. Amorf cisim çox yüksək (çox vaxt sonsuz yüksək) özlülüğü olan maye hesab edilə bilər [8,9].

Kristal bərk cisimlər anizotrop xassələrə malikdir, yəni onların tətbiq olunan xarici qüvvələrə reaksiyası qüvvələrin kristalloqrafik oxlara nisbətən oriyentasiyasından asılıdır.

**Maye vəziyyətdə maddə** öz həcmi saxlayır, lakin formasını saxlamır. Maye hal adətən bərk və qaz arasında aralıq sayılır. Maye cisimlərin forması onların səthinin elastik membran kimi davranması ilə tamamilə və ya qismən müəyyən edilə bilər. Beləliklə, su damcılara yığıla bilər. Qarışdırıldıqda və mayenin içindəki temperatur səthdəki temperaturdan fərqli olduqda, maye onun sabit səthinin altından axa bilər.

Mayenin molekulları müəyyən bir mövqeyə malik deyil, eyni zamanda tam hərəkət azadlığına malik deyillər. Aralarında bir cazibə var, onları yaxın məsafədə saxlayacaq qədər güclüdür.



Şəkil 2. Klassik monotomik mayenin quruluşu

Maye vəziyyətdə olan bir maddə müəyyən bir temperatur diapazonunda mövcuddur, ondan aşağıda bərk vəziyyətə keçir (kristallaşma baş verir və ya bərk amorf vəziyyətə çevrilir - şüşə), ondan yuxarı qaz halına keçir (buxarlanma baş verir). Bu diapazonun sərhədləri təzyiqdən asılıdır.

Bir qayda olaraq, maye vəziyyətdə olan bir maddə yalnız bir modifikasiyaya malikdir. (Ən mühüm istisnalar kvant mayeləri və maye kristallardır.) Buna görə də əksər hallarda maye tək cə birləşmə vəziyyəti deyil, həm də termodinamik faza (maye faza) olur. Bütün mayələr adətən təmiz mayələrə və qarışıqlara bölünür. Bəzi maye qarışıqların həyat üçün böyük əhəmiyyəti var: qan, dəniz suyu və s. Mayələr həlledici rolunu oynaya bilər [8,9].

Qaz kimi, mayələr də əsasən izotropdur. Bununla birlikdə, anizotrop xüsusiyyətləri olan mayələr var- mayekristallar . İzotrop, normal fazaya əlavə olaraq, bu maddələr, mezogenlər, **mezofaza** adlanan bir və ya daha çox nizamlı termodinamik fazalara malikdirlər . Mezofazaların tərkibi maye kristalların molekullarının xüsusi formasına görə baş verir. Adətən bunlar uzun dar molekullardır, bunun üçün oxlarının üst-üstə düşməsi üçün yatmaq faydalıdır.

**Qaz halı** nə formanı, nə də həcmi saxlamaması ilə xarakterizə olunur. Üstəlik, onun üçün mövcud olan bütün həcmi doldurur. Bu vəziyyət aşağı sıxlığı olan maddələr üçün xarakterikdir. Maye haldan qaz halına keçid buxarlanma, qaz halından maye vəziyyətə əks keçid isə kondensasiya adlanır. Mayedən yan keçərək bərk vəziyyətdən qaz halına keçid sublimasiya və ya sublimasiya adlanır.

Mikroskopik nöqteyi-nəzərdən qaz, ayrı-ayrı molekullarının zəif qarşılıqlı təsir göstərdiyi və xaoslu şəkildə hərəkət etdiyi bir maddə vəziyyətidir . Onların arasında qarşılıqlı təsir sporadik toqquşmalara qədər azalır. Molekulların kinetik enerjisi potensial enerjini üstələyir. Mayələr kimi qazlar da mayedir və deformasiyaya müqavimət göstərir. Mayələrdən fərqli olaraq, qazlar sabit bir həcmə malik deyil və sərbəst səth meydana gətirmir, lakin bütün mövcud həcmi (məsələn, bir qab) doldurmağa meyllidirlər.



**Şəkil 3. Qaz molekulları arasındakı boşluqlar.**

Qaz molekulları çox zəif bağlara malikdir. Qazdakı molekullar sərbəst və sürətli hərəkət edə bilər. Qazlar və onların qarışıqları kimyəvi xassələrinə görə aşağı aktivliyə malik inert qazlardan tutmuş partlayıcı qaz qarışıqlarına qədər çox dəyişir. "Qaz" termini bəzən tək cə atom və molekul dəstlərinə deyil, həm də digər hissəciklərin dəstlərinə - fotonlara , elektronlara , Brown hissəciklərinə və plazmaya istinad etmək üçün istifadə olunur. Bəzi maddələrin qaz halı yoxdur. Bunlar mürəkkəb kimyəvi quruluşa malik maddələrdir ki, temperatur yüksəldikdə kimyəvi reaksiyalar nəticəsində qaz halına gəlməzdən əvvəl parçalanırlar. Tək bir maddənin müxtəlif qaz termodinamik fazaları yoxdur.

Qazlar izotropiya, yəni xüsusiyyətlərin istiqamətdən müstəqilliyi ilə xarakterizə olunur. İnsanlara tanış olan yer üzündə qaz istənilən nöqtədə eyni sıxlığa malikdir, lakin bu, universal qanun deyil; xarici sahələrdə, məsələn, Yer cazibə sahəsində və ya müxtəlif temperatur şəraitində qaz sıxlığı nöqtədən nöqtəyə dəyişə bilər. Eyni maddənin sabit maye və ya bərk fazasının mövcud ola biləcəyi şəraitdə maddənin qaz halına adətən buxar deyilir [9].

**Maddənin dördüncü məcmu vəziyyəti çox vaxt plazma** adlanır . Plazma qismən və ya tam ionlaşmış qazdır və tarazlıqda adətən bir neçə min K və daha yüksək temperaturda baş verir . Yer şəraitində plazma qaz atqılarında əmələ gəlir. Onun xassələri, elektrodinamikanın plazma üçün əsas rol oynaması, yəni elektromaqnit sahəsinin ionlar və elektronlarla plazmanın bərabər tərkib hissəsi olması istisna olmaqla, maddənin qaz halının xüsusiyyətlərinə bənzəyir.



Şəkil4.Maddənin plazma halı

**Nəticələr.** Bərk cismin deformasiyası prosesinin təhlilinə təkmil yanaşma tətbiq edilmişdir. Təkcə eksenel deformasiyaları (sıxılma-gərilmə) deyil, həm də eninə ölçülərdəki dəyişikliklərin (kəsmə) təsirlərini öyrənməyə imkan verən model təklif olunur. Müəyyən edilmişdir ki, modelləşdirməyə bu yanaşma diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirməyə imkan verir. Alınan nəticələr bərk cisimlərin deformasiya prosesinin modelləşdirilməsinə diskret yanaşmaları təkmilləşdirməyə imkan verdi. Yalnız eksenel deformasiyaları (sıxılma - gərginlik) deyil, həm də dəyişən eninə ölçülərin (kəsmə) təsirlərini modelləşdirmək mümkün oldu. Modelləşdirməyə diskret yanaşma diskret vaxtın hər bir addımında prosesin vizuallaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirməyə imkan verdi. Aparılmış tədqiqatlar göstərdi ki, diskret yanaşma gərginlik vəziyyətini təhlil etməyə və sərbəst təsir zamanı bərk cisimlərdə deformasiya dalğalarının yayılmasını vizuallaşdırmağa imkan verir. Elastik dalğaların yayılmasına dair kompüter simulyasiyası ilə əldə edilən məlumatlar əvvəllər aparılmış fiziki təcrübələrin nəticələri ilə üst-üstə düşür. Diskret yanaşmadan istifadə edərkən davranışını təhlil etməkdə heç bir çətinlik yoxdur.

#### ƏDƏBİYYATIN SIYAHISI

1. Бобков С.П. Моделирование основных процессов переноса с использованием клеточных автоматов // Известия вузов. Химия и химическая технология. - 2009. - Т. 52, вып. 3. - С. 109-114.
2. Бобков С.П., Полищук И.В. Исследование процесса упругого деформирования методом дискретных элементов // Вестник ИГУ. - 2014. - Вып. 5. - С. 47-50.
3. Псахье С.Г., Хорие Ю., Ю.С. Портативный мобильный автоматный метод моделирования материалов с мезоструктурой // Теоретическая и прикладная механика разрушения. - Томск, 2001. - Т. 37. - С. 311-334.
4. Ван Т.К., Чан Ч.С. Моделирование разрушения бетона с использованием двух различных подходов в микроструктурной механике // Конференция по механике материалов. - Сан-Паулу, 2011. - 14 с.
5. Полищук И.В., Бобков С.П. Использование метода дискретных элементов для моделирования процесса неупругого деформирования // Вестник ИГУ. – 2014. – Вып. 6. – С. 71-74.
6. Барочкин, А.Е., Жуков, В.П., Шумилова, М.С., Барочкин, Е.В., Беляков, А.Н. Матричный метод расчета сложных систем тепломассообмена с многокомпонентным теплоносителем. Вестник ИГЭУ, 2020, №1, с. 59–68.
7. Бобков, С.П. Моделирование основных процессов переноса с использованием клеточных автоматов. Известия вузов. Химия и химическая технология, 2009, т. 52, №3, с. 109–114.
8. Тоффоли, Т. Клеточные автоматы. MIT Press, Кембридж, Массачусетс. Лондон, Англия, 1987. 260 с.
9. Бобков, С.П., Полищук, И.В. Исследование упругих деформаций методом дискретных элементов. Вестник ИГЭУ, 2014, вып. 5, с. 47-50.



<https://doi.org/10.5281/zenodo.17427305>  
УДК 371.262

## ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЧЕРЕЗ РЕШЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ТАБЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

**ИСАКОВА ВЕНЕРА ТОКТОСУНОВНА**

Ошский государственный педагогический университет имени Анашбека Мырсабекова,  
город Ош, Кыргызская Республика, кандидат педагогических наук, доцент

**ИБРАИМОВА ТОЮН АКИМОВНА**

Ошский государственный педагогический университет имени Анашбека Мырсабекова,  
город Ош, Кыргызская Республика, магистрант

---

**Аннотация.** Математическая грамотность - важнейший навык в современном образовании, позволяющий людям ориентироваться в мире, основанном на данных, и принимать обоснованные решения. В данной работе исследуется роль логического решения задач и табличных моделей как педагогических инструментов в повышении математической грамотности учащихся, уделяя особое внимание их влиянию на способности учащихся к рассуждению, концептуальное понимание и вовлеченность в математический контент. В нем рассматривается, как решение логических задач способствует развитию критического мышления у учащихся, помогает устанавливать связи между абстрактными математическими понятиями и применять их в различных ситуациях. Исследование обобщает результаты практического применения в классе, демонстрируя, что интеграция логических задач на решение проблем и табличных моделей повышает когнитивные навыки учащихся, способствует активному обучению и улучшает их способность переносить математические знания на реальные контексты.

**Ключевые слова:** функциональная грамотность, математическая грамотность, логические задачи, табличные модели, абстрактные понятия, когнитивные навыки, критическое мышление.

---

## FORMATION OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS IN MATHEMATICS LESSONS THROUGH SOLVING LOGICAL PROBLEMS USING TABULAR MODELS

**ISAKOVA VENERA TOKTOSUNOVNA**

Osh State Pedagogical University named after. Anashbek Myrsabekova, Osh, Kyrgyz  
Republic, candidate of Pedagogical Sciences

**IBRAIMOVA TOIUN AKIMOVNA**

Osh State Pedagogical University named after. Anashbek Myrsabekova, Osh, Kyrgyz  
Republic, master's student

---

**Abstract.** Mathematical literacy is an essential skill in modern education that allows people to navigate the data-driven world and make informed decisions. This paper examines the role of logical problem solving and tabular models as pedagogical tools in improving students' mathematical literacy, focusing on their impact on students' reasoning abilities, conceptual understanding, and engagement in mathematical content. It examines how solving logical problems helps develop critical thinking in students, helps them make connections between abstract mathematical concepts and apply them in different situations.



*The study summarizes the results of practical application in the classroom, demonstrating that the integration of logical problem-solving tasks and tabular models enhances students' cognitive skills, promotes active learning, and improves their ability to transfer mathematical knowledge to real-world contexts.*

**Key words:** *functional literacy, mathematical literacy, logical problems, tabular models, abstract concepts, cognitive skills, critical thinking.*

Введение. Одним из новых понятий для дидактики и методики обучения является понятие функциональной грамотности. Следует отметить, что понятия «грамотность», «элементарная грамотность», «математическая грамотность», «функциональная грамотность» используются как в быту, так и в научно-методической литературе [1]. Математическая грамотность, согласно определению программы международной оценки успеваемости учащихся (PISA), означает способность человека формулировать, использовать и интерпретировать математические знания в различных контекстах. Она включает в себя: способность выполнять вычисления и работать с числами, умение работать с математическими символами, интерпретация графиков, таблиц и статистических показателей, разработка и оценка математических аргументов, преобразование математического понимания в практическое принятие решений и т.д.

Функциональная грамотность – это ключевые умения, которые позволяют решать задачи, которые возникают из практики, решать задачи, с которыми мы сталкиваемся в жизни, используя математические методы. Поэтому развитие функциональной математической грамотности является актуальной задачей учителя математики. Всего выделяют шесть основных содержательных составляющих функциональной грамотности: математическая грамотность, читательская грамотность, естественнонаучная грамотность, финансовая грамотность, глобальные компетенции и креативное мышление. Главной характеристикой каждой составляющей является способность действовать и взаимодействовать с окружающим миром, решая при этом разнообразные задачи [2].

Наиболее актуальным вопросом является формирование функциональной математической грамотности у учащихся пятнадцатилетнего возраста, получивших обязательное общее образование, в рамках исследования PISA.

Учащиеся, овладевшие математической грамотностью, способны:

- распознавать проблемы, которые возникают в окружающей действительности и могут быть решены средствами математики;
- формулировать эти проблемы на языке математики;
- решать проблемы, используя математические факты и методы;
- анализировать использованные методы решения;
- интерпретировать полученные результаты с учетом поставленной проблемы;
- формулировать и записывать результаты решения. [3].

Ключевыми компонентами математической грамотности являются : понимание математических концепций, навыки решения задач, критическое мышление и аналитические навыки.

Современное общество требует от граждан, чтобы они могли применять математические знания в различных сферах, включая науку, технологии, инженерию и математику (STEM). Математическая грамотность является основой для успешной карьеры в этих областях. Современное образование должно готовить учащихся к быстро меняющемуся миру, где технологии и информация играют ключевую роль.

Формирование математической грамотности подразумевает развитие творческого мышления, навыков применения полученных знаний к решению определенных прикладных задач. В результате чего у учащихся пропадают сомнения в том, что знания, полученные на уроках математики, им не пригодятся в жизни. Взаимодействуя с окружающей

действительностью, использование математических знаний в быту – помогает детям лучше усваивать материал. Повышается мотивация к получению новых знаний, которые в свою очередь осваиваются более осмысленно [4].

Рассмотрим развитие функциональной грамотности на конкретных задачах.

Задача. Менеджер одной компании по продаже газированных напитков заметил, что летом при повышении температуры на один градус продажа напитков увеличивается примерно на 200 литров в день и на столько же она уменьшается на каждый градус понижения температуры. Сегодня он продал 4 600 литров напитка.

1. Сколько он может продать завтра, если: а) температура повысится на  $1^{\circ}\text{C}$ ; б) станет жарче на  $2^{\circ}\text{C}$ ; в) температура упадет на  $1^{\circ}\text{C}$ ; г) температура не изменится?

2. При каком изменении температуры объем продаж напитка не будет превышать 3 000 литров?

3. На складе хранится 6 400 литров продукции. К какому наибольшему повышению температуры готова компания?

Подобные этой задачи играют ключевую роль в развитии функциональной грамотности, поскольку они учат учащихся анализировать информацию, выявлять зависимости, строить логические цепочки и принимать обоснованные решения.

Цели статьи: Изучение концепции математической грамотности: рассмотреть, что понимается под математической грамотностью, и ее важность в контексте современного образования. Исследовать, как решение логических задач способствует развитию математической грамотности у учащихся. Определить, как табличные модели могут использоваться как инструмент для решения логических задач и как они способствуют более глубокому пониманию математических концепций. Предложить практические методы и стратегии внедрения логических задач и табличных моделей в процесс обучения математике.

Задачи статьи: выявить навыки и знания, которые необходимы учащимся для успешного применения математики в реальной жизни. Анализировать, как решение логических задач помогает учащимся развивать критическое и логическое мышление, а также навыки анализа и синтеза информации.

Эти цели и задачи помогут сформировать последовательную структуру статьи, направленную на исследование и обоснование важности математической грамотности в образовании с акцентом на практическое применение логических задач и табличных моделей.

Логические задачи — это мощный инструмент для развития критического мышления и аналитических навыков. Они помогают ученикам учиться рассуждать, делать выводы и принимать обоснованные решения, что полезно как в учебе, так и в повседневной жизни. Логические задачи являются идеальным материалом для развития математического мышления [5].

Приведем примеры логических задач, направленных на формирование математической грамотности. Задачи имеют различный контекст и уровень сложности.

Рассмотрим пример. Условие: Три кузена — Алекс, Боб и Чак — живут в разных домах. У каждого из них есть золотая рыбка, но только один из них кормит ее каждый день. Алекс говорит: "Я кормлю рыбу Чака". Боб говорит: "Я не кормлю свою рыбу". Чак убежден, что его рыба в порядке. Кто из них кормит свою рыбу?

Решение: Если Алекс говорит, что кормит рыбу Чака, значит он не может кормить свою. Боб говорит, что не кормит свою, значит он тоже не может заботиться о рыбе Чака. Следовательно, кормит свою рыбу Чак.

Задачи такого типа помогают тренировать внимательность, последовательность рассуждений и логическое мышление, что является важным аспектом для формирования математической грамотности.

Многие логические задачи связаны с рассмотрением нескольких конечных множеств, между элементами которых имеются некоторые зависимости. Наиболее простым является случай, когда два множества с одинаковым числом элементов и требуется установить взаимно

однозначное соответствие между ними. В более сложных случаях рассматривается три или большее число множеств и несколько конечных множеств, между элементами которых имеются зависимости, но нет взаимно однозначного соответствия [6].

Использование логических задач и табличных моделей на уроках математики имеет высокую актуальность и множество преимуществ. Они помогают учащимся развивать критическое мышление, улучшают навыки анализа и способствуют более глубокому пониманию математических концепций.

Табличные модели являются эффективным инструментом для решения различных логических и математических задач. Они позволяют организовать информацию в структурированном виде, что делает анализ данных и принятие решений более удобными и понятными.

Таблица позволяет навести порядок в запутанных данных. Логическая задача – это как раз и есть запутанные данные. Некоторые значения неизвестны, их требуется найти, делая выводы из уже известных [7].

Ниже рассмотрим табличных моделей как инструмента для решения задач.

Пример 1: Логическая задача о трех подругах.

Условие: Три подруги вышли погулять в белом, зеленом и синем платьях и в туфлях таких цветов. Известно, что только у Ани цвет платья и цвет туфель совпадают. Ни туфли, ни платье Вали не были белыми. Наташа была в зеленых туфлях. Определите цвет платья и туфель каждой из подруг [6].

Решение задачи. Для решения воспользуемся таблицей. Так как Наташа была в зеленых туфлях, то обозначим это знаком плюс в таблице и пометим, что туфли у нее не могут быть белыми и синими. У Ани и Вали в столбце ставим минус. Так как ни туфли, платье Вали не были белыми, то в соответствующих клетках ставим знак минус. Теперь видно, что у Ани туфли белые, а у Вали – синие. Учитывая условие задачи, мы делаем вывод, что у Ани платье белое, у Вали платье не синее, а у Наташи платье зеленое. Следовательно, у Вали платье зеленое, а у Наташи – синее.

Имя	Цвет туфель			Цвет платья		
	белый	зеленый	синий	белый	зеленый	синий
Аня	+	–	–	+	–	–
Валя	–	–	+	–	+	–
Наташа	–	+	–	–	–	+

Задача. Где живет зебра и кто пьет воду?

Необходимые данные для решения этого вопроса можно получить из следующих утверждений:

1. В ряд стоят 5 домов.
2. Англичанин живет в красном доме.
3. У испанца немецкая овчарка.
4. Кофе пьют в зеленом доме.
5. Австриец пьет водку.
6. Зеленый дом стоит справа от белого.
7. Тот, кто курит сигареты «Золотое руно», разводит улиток.
8. В оранжевом доме курят сигареты «Спорт».
9. Молоко пьют в среднем доме.
10. Норвежец живет в первом доме.
11. Мужчина, который курит сигареты «Прима», живет в доме, стоящем рядом с которым живет владелец лисы.
12. Сигареты «Спорт» курят в доме, рядом с которым живет владелец лошади.

13. Курящий сигареты «Столичные» пьет апельсиновый сок.

14. Японец курить сигареты «Кент».

15. Норвежец живет рядом с голубым домом [6].

Для решения задачи составим таблицу. По условию 10 норвежец живет в первом доме и по условию 15 он живет рядом с голубым домом. Второй дом – голубой. Первый дом не голубой, он не красный, так как по условию 2 в красном доме живет англичанин. Он не зеленый, так как по условию 6 зеленый дом стоит правее белого, значит и не белый. Первый дом – оранжевого цвета. Справа от первого дома стоит голубой. Так же анализируя таким же образом, мы получаем следующую таблицу:

Номер дома	1	2	3	4	5
Цвет дома	Оранжевый	Голубой	Красный	Белый	Зеленый
Национальность	Норвежец	Австриец	Англичанин	Испанец	Японец
Животные	Лиса	Лошадь	Улитки	Овчарка	Зебра
Напиток	Вода	Водка	Молоко	Сок	Кофе
Сигареты	«Спорт»	«Прима»	«Золотое руно»	«Столичные»	«Кент»

Ответ: норвежец пьет воду, зебра живет в зеленом доме.

В течение урока при решении логических задач можно заметить у учеников следующие положительные моменты:

- повышенная мотивация учеников к получению новых знаний;
- более осмысленное освоение нового материала;
- стремление к творческой и исследовательской деятельности;
- приобретение навыков самостоятельной и коллективной работы в рамках проектов.

Таким образом, логические задачи и табличные модели способствуют развитию как критического мышления, так и математической грамотности у учащихся. Они создают условия для глубокого погружения в материал, позволяя учащимся развивать необходимые навыки для успешной учебы и будущей профессиональной деятельности. Эффективное использование этих инструментов в образовательном процессе может значительно улучшить результаты обучения и подготовить учащихся к вызовам современного мира.

Исследования и внедрение методов формирования математической грамотности через логические задачи и табличные модели имеют огромный потенциал для улучшения образовательного процесса. Постоянное обновление методов, ориентированных на потребности учащихся и современные технологии, может значительно повысить уровень математической грамотности и интерес к предмету.

Таким образом, был сделан вывод, что использование логических задач и табличных моделей задачи являются одним из средств по формированию функциональной математической грамотности у учащихся.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова Т. А., Симонова О. В. Структура математической грамотности школьников в контексте формирования их функциональной грамотности // Вестник. 2009. № 1(1).
2. Подложнюк Е.А., Кадеева О.Е. Формирование функциональной математической грамотности на уроках математики // статья.- М., 1996г.
3. Казакова, Р.А., О.И.Кравцова. Развитие функциональной грамотности на уроках математики // учебно-методическое пособие. науч.ред.С.Ф.Хлебунова.-Ростов н/Д: Изд-во ГБУ ДПО РО РИПК и ППРО, 2017.
4. Н.А.Малахова Формирование функциональной грамотности учащихся на уроках математики // Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение, 2024г.
5. И.В. Раскина, Д.Э. Шноль. Логические задачи // Книга для учащихся.- М,2013.
6. Л.М. Лихтарников Задачи мудрецов // Книга для учащихся.- М., 1996, С. 12,67-69.
7. <https://docs.google.com/document/d/1aN3kjAUOvc9zjO74b3rjSKGUaLBhIldNg6G3i1HKwCY/edit?usp=sharing%20>



<https://doi.org/10.5281/zenodo.17427344>

## THE INFLUENCE OF CHAT GPT ON STUDENT CONFIDENCE IN HIGH SCHOOL MATHEMATICS

**KYRGYZBAY ARAILYM BISENKYZY**  
**MARATULY KAZBEK**

A student of the Faculty of Pedagogy and Humanities at Suleyman Demirel University

Scientific supervisor – **BAKHYT SYDYKHOV**  
Kaskelen, Kazakhstan

---

**Abstract.** *In the modern era, digital platforms, including artificial intelligence tools such as ChatGPT, have become increasingly accessible for educational purposes. This study employed a quantitative approach to examine the impact of ChatGPT on the confidence levels of high school students in mathematics. The participants were 29 students who had primarily relied on conventional study methods prior to high school. Over the course of the study, students were assigned weekly challenging mathematics problems and were encouraged to use ChatGPT as a supplementary resource. Pretests and posttests were administered to assess confidence levels, and data were analyzed using paired t-tests. The results revealed a significant improvement in students' confidence in mathematics after the intervention, though no significant differences were observed in anxiety levels. These findings suggest that ChatGPT has the potential to enhance mathematics confidence among students, while further research is needed to address its role in reducing anxiety.*

**Keywords:** *ChatGPT, mathematics education, student confidence, artificial intelligence.*

---

### Literature review

**The Importance of Learning Mathematics.** Learning is an active process that engages cognitive faculties, perception, and prior knowledge in order to acquire new skills, foster change, and develop problem-solving capacities. Beyond formal education, learning occurs through informal experiences, observation, and interaction, forming an essential component of human development and adaptation (Kezar, 2005). Mathematics, in particular, is vital not only for academic achievement but also for personal, professional, and social growth.

**ChatGPT in Education.** ChatGPT is a conversational AI trained on vast amounts of internet data, making it suitable for a wide range of applications. Its introduction in 2022 marked a milestone in human-computer interaction, particularly in education (Aljanabi, 2023). While its accuracy in solving advanced mathematics remains limited, studies indicate that ChatGPT can positively influence learners' engagement, attitudes, and confidence (Patero, 2023).

**Confidence in Mathematics.** Mathematics confidence refers to students' belief in their ability to successfully solve mathematical problems (Pierce, 2004). Confidence is closely linked to engagement, motivation, and academic performance, while low confidence often correlates with math anxiety, test fear, and fixed mindsets (Cevikbas & Kaiser, 2022; Boaler, 2022). Strengthening students' confidence has therefore become a central focus in mathematics education research.

### Methodology

**Research Design.** This study adopted a quantitative research design to measure the effect of ChatGPT on students' confidence in mathematics.

**Participants.** The participants were 29 high school students ( $M = 15.4$ ,  $SD = 0.51$ ), divided into two classes: Group A ( $n = 14$ ) and Group B ( $n = 15$ ). Group A consisted of 5 males and 9 females, while Group B consisted of 8 males and 7 females. All students had relied on traditional learning approaches before being introduced to ChatGPT.

**Data Collection.** Data were collected through a mathematics confidence test designed by the researcher, which consisted of 51 items measuring confidence, anxiety, usefulness, and motivation.

Responses were recorded on a Likert scale, with positive and negative items coded accordingly. The test was administered as both a pretest and a posttest.

**Procedure.** Over several weeks, students were assigned to challenge mathematical problems and encouraged to use ChatGPT for assistance. Pretest and posttest results were compared using paired-samples t-tests. As previously stated, the math confidence pretest is administered in A and B and consists of 51 questions designed to assess students' confidence, anxiety in math. The questions are divided into two categories: negative and positive. We used the Likert scale to code the responses. As shown in the Appendix, the first question for both the confidence factor and the anxiety factor is positive, so we code the answers from 5 to 1 (Absolutely Agree, Agree, Neutral, Disagree, Absolutely Disagree). For the other questions, which are negative, we code the answers from 1 to 5 (Absolutely Agree, Agree, Neutral, Disagree, Absolutely Disagree).

**Confidence Scores.** Analysis revealed significant improvements in students' confidence scores from pretest to posttest.

- Group A: Pretest ( $M = 12.21$ ,  $SD = 4.82$ ) vs. Posttest ( $M = 14.00$ ,  $SD = 3.55$ ),  $t(13) = -2.53$ ,  $p = .012$ .

- Group B: Pretest ( $M = 11.93$ ,  $SD = 3.45$ ) vs. Posttest ( $M = 14.60$ ,  $SD = 2.29$ ),  $t(14) = -2.33$ ,  $p = .018$ .

These results indicate that the intervention had a significant positive effect on students' confidence.

#### Anxiety Scores

In contrast, there were no significant differences in anxiety scores between pretest and posttest for either group:

- Group A:  $t(13) = 0.29$ ,  $p = .387$ .

- Group B:  $t(14) = 0.37$ ,  $p = .360$ .

This suggests that while ChatGPT enhanced confidence, it did not directly reduce mathematics anxiety.

### Discussion

The findings demonstrate that ChatGPT can play a meaningful role in enhancing students' confidence in mathematics. Both groups showed statistically significant improvements in confidence after the intervention, highlighting the potential of AI as a supportive learning tool. These results align with previous studies emphasizing the benefits of integrating ChatGPT into education (Patero, 2023).

However, no significant changes were observed in students' anxiety levels. This indicates that while ChatGPT may foster confidence, reducing anxiety may require additional strategies such as psychological support, growth mindset interventions, or collaborative learning approaches.

### Conclusion

This study provides evidence that incorporating ChatGPT into mathematics learning can significantly increase students' confidence, although it does not appear to directly alleviate anxiety. ChatGPT should therefore be regarded as a valuable supplementary tool rather than a replacement for traditional teaching methods.

According to the results of the study, the following recommendations can be made:

- Implementing effective and thoughtful strategies for integrating technologies such as ChatGPT into the educational framework can serve as an initial step towards preparing students to thrive in a digitized Kazakhstan. This entails creating conducive environments to enhance students' educational achievements.

- Facilitating the seamless integration of ChatGPT as a supplementary tool for students across various educational contexts is essential. This includes fostering an environment conducive to the consistent adoption of ChatGPT as an aid tool for students.

- Encouraging educators to utilize ChatGPT extensively in curriculum design can enhance its effectiveness as a teaching tool. Promoting the widespread adoption of digital technologies among teachers is imperative for optimizing student learning outcomes.

- Providing students with preparatory materials to bolster their confidence in utilizing ChatGPT effectively is crucial. This can be achieved by scheduling specialist seminars or workshops aimed at teaching students how to leverage ChatGPT efficiently for academic purposes

Prior to the intervention, many students held unfavorable opinions towards mathematics, as evidenced by survey data. However, following the implementation of the intervention, there was a notable shift in students' behavior within the high school students. They exhibited a significant increase in confidence.

## REFERENCES

1. Aljanabi, M., Ghazi, M., Ali, A. H., & Abed, S. A. (2023). ChatGPT: Open possibilities. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 4(1). <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2023.01.01>.
2. Boaler, J. (2022). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative mathematics, inspiring messages, and innovative teaching* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
3. Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2022). Student engagement in a flipped secondary mathematics classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(7), 1455–1480. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10213-x>
4. Kezar, A. (2005). What do we mean by “learning” in the context of higher education? *New Directions for Higher Education*, 2005(131), 49–59. <https://doi.org/10.1002/he.190>
5. Patero, J. L. (2023a). Revolutionizing math education: Harnessing ChatGPT for student success. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 807–813. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-12375>
6. Pierce, R., & Stacey, K. (2004). A framework for monitoring progress and planning teaching towards the effective use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(1), 59–93. <https://doi.org/10.1023/b:ijco.0000038246.98119.14>

## APPENDIX

1	Жасы					
2	Сыныбы					
3	Мамандығы					
4	Жынысы	Ер	Әйел			
		Толықтай келіспеймін	Жартылай келіспеймін	Нейтралды ойдамын	Келісетінімді	Толықтай келіспеймін
1	Жалпы алғанда мен математика курсында өзімді қолайлы сезінемін					
2	Мен математикалық мәселелерді шешкенде, өзіме деген сенім <b>СІЗ</b> дік артады					
3	Әкем менің математикадағы жетістіктеріме жетуіме ынталандыруда					
4	Анам менің математикадағы прогресіме қызығушылық танытуда					
5	Математиканы білу маған өмір сүруге көмектеседі					
6	Математиканы оқу әйелдерге де, ерлерге де қолайлы					
7	Математикадан озық студент болудан мақтан тұтар едім					
8	Математика мұғалімдері, менің математикамен айналысуға талпынысым айтарлықтай жеткілікті екеніне сенеді					
9	Мен математикадан жақсы емеспін					
10	Математика әдетте мені ыңғай <b>СЫЗ</b> сезіндіреді					
11	Әкем, мені математиканы жақсы біледі деп ойлайды					
12	Анам менің көп математика курстарын таңдағанымға қызығушылық танытпады					
13	Менің болашақ жұмысым үшін математиканы жақсы меңгеру керек					
14	Геометрияны әйелдер де, ер адамдар сияқты жақсы меңгерген					
15	Математика жарыстарынан бірінші болғанда, мен өзімнен мақтан тұтушы едім					
16	Математиканың мұғалімдері, мені байыпты (серьезный) деп қорықушыларды проблема болды					
17	Көптеген пәндер мен үшін жеңіл келеді, бірақ математиканы меңгеру қиындық туғызады					
18	Мен әдетте математика сабақтарында өзімді ыңғайлы сезінемін					
19	Менің математика курстарын құламай өткендеріме, әкем қызығушылық таныт <b>ПА</b> ған					
20	Анам менің оқыған сабақтарымның ең маңыздылардың бірі математика деп ойлайды					
21	Ересек болғанымда, математиканы көптеген салаларда қолданамын					
22	Мен математикалық проблемаларында әйел кісілердің шешіміне қарағанда, ер кісілердің шешімдеріне сенімдірек қараймын					
23	Егер менде математикадан жоғары көрсеткіш болса, басқалары біл <b>МЕ</b> генін қалар едім					
24	Маған мұғалімдермен математика туралы сөйлесу қиындық туғызады					
25	Математика менің болашақ өмірім үшін керек <b>СІЗ</b>					
26	Мен математика қиыншылықты керек екенін білгенім үшін, оқудамын					
27	Әкемнің ойынша, мен математика курстарын аз мөлшерде таңдауым керек					
28	Математика мені әл <b>СІЗ</b> , қабілет <b>СІЗ</b> және ыңғай <b>СЫЗ</b> сезіндіреді					
29	Маңызды математикалық шешімдерде, ер және әйел кісілердің жауаптарына бірдей көз қарасындамын					
30	Математика арқылы, сыйлық алу мен үшін керемет болар еді					
31	Әйел кісілер математикада жетістікке жетеді дегенге сенуім қиындау					
32	Математика мұғалімдерінің құрметін алу мен үшін қиындық туғызды					
33	Маған қандай да бір себеппен оқу керек болса да, математика маған өте қиын					

34	Ересек болғанымда, математиканы күнделікті өміріме азырақ қолданамын деп ойлаймын						
35	Математика ер кісілер үшін; арифметика әйел кісілер үшін						
36	Математикада ақылды деп танылуым мен үшін жағымды болушы еді						
37	Мұғалімдерім, мені математикадан жетістіктерге жете алады деп сенеді						
38	Тез арада шығара алмайтын математикалық проблема туындағанда, соңына дейін шешуге тырысамын						
39	Математикадан жоғары көрсеткіштер мені қуантушы еді						
40	Әйел математиктерді, ер тәрізді(сияқты) көремін.						
41	Математика өміріме ешқандай мән берМЕЙді						
42	Әкем менің оқыған сабақтарымның ең маңыздылардың бірі математика деп ойлайды						
43	Математика сабағында қолайСЫЗ сезінемін						
44	Қыздармен жігіттер математика деңгейлері бірдей						
45	Өзімді математикадан жетістікке жеткен студент ретінде қору, керемет бір сезім тудырушы еді						
46	Математика мұғалімдерім менің сабақтағы прогресіме қызығушылық танытуда						
47	Басқалар мені математиканы жақсы біледі деп ойлаулары ұнаМАЙды						
48	Математикаға қызығушылық танытатын қыздар, ерекшеліу болып келеді						
49	Математика құнды және қажетті бір сабақ						
50	Әкем менің математикадағы прогресіме қызығушылық танытуда						
51	Егер мен математикадан жақсы оқитын болсам, ол басқаларға ұнаМАУшы еді						



<https://doi.org/10.5281/zenodo.17520317>

## МАТЕМАТИКА – ЛОГИКАЛЫҚ ОЙЛАУДЫҢ ЖӘНЕ ӨМІРЛІК ДАҒДЫЛАРДЫҢ НЕГІЗІ

**КАПАЛБАЕВА ЖАНАР НУРЖАНОВНА**

*Шымкент қаласы,  
№49 жалпы орта білім беретін мектебінің  
математика пәні мұғалімі*

Қазіргі қоғамда математикалық білім тек есеп шығару дағдысымен шектелмейді. Математика – логикалық ойлаудың, сыни тұрғыдан пайымдаудың және шешім қабылдаудың негізі. ХХІ ғасырдың табысты азаматы тек ақпаратты меңгеріп қана қоймай, оны талдап, дәлелдеп, өмірде қолдана білуі тиіс. Сондықтан мектептегі математиканы оқыту мақсаты – оқушылардың танымдық белсенділігін арттыру, логикалық және функционалдық сауаттылығын дамыту.

Математика – барлық ғылымдардың анасы. Ол физикада, информатикада, экономикада, инженерияда және тіпті өнерде де қолданылады. Математикалық модельдеу, алгоритмдік ойлау, деректерді талдау – қазіргі заманның негізгі құзыреттері. Мысалы, қаржылық шешім қабылдау, деректерді түсіндіру немесе статистикалық зерттеу жүргізу үшін адам математикалық білімге сүйенеді. Сонымен қатар, математика адамның мінез-құлқын қалыптастырады: дәлдік, шыдамдылық, логикалық ойлау, талдау мен салыстыру қабілеті дамиды. Осы қасиеттер тұлғаның интеллектуалдық мәдениетін айқындайды.

Бүгінде математиканы оқытуда дәстүрлі әдістермен қатар, инновациялық технологиялар мен тұлғалық-бағдарлы тәсілдер кеңінен қолданылуда.

**1. Геймификация (ойын элементтерін қолдану).** Ойын – оқушыны белсенді әрекетке жетелейтін күш. Мысалы, “Math Battle”, “Квест-сабақ”, “Сандық марафон” секілді ойын түрлері арқылы оқушылар қызығушылықпен білім алады. Бұл әдіс оқушылардың уәжін күшейтіп, күрделі ұғымдарды жеңіл қабылдауға мүмкіндік береді.

**2. STEAM-білім беру.** Математика STEM немесе STEAM бағыттарының өзегінде тұр. Интеграциялық сабақтарда математика инженерия, өнер, технологиямен ұштасып, оқушыға практикалық мағына береді. Мысалы, геометрия сабағында архитектуралық жобалар салу немесе пропорцияларды өнерде қолдану арқылы креативті ойлау дамиды.

**3. Цифрлық технологияларды пайдалану.** GeoGebra, Desmos, Khan Academy сияқты платформалар математиканы визуалды және интерактивті етеді. Оқушылар формуланы жаттаудан гөрі, процесті түсінуге ұмтылады. Мысалы, 7-9 сыныптарда функциялардың графигін салу кезінде GeoGebra қолдану оқушылардың абстрактілі ойлауын дамытады.

Интерактивті тақта – бүгінгі сабақтың басты көмекшісі. Оқушылар есептің шешу жолын экранда бірлесе талқылай алады, геометриялық фигураларды қозғалтып, түрлендіру мүмкіндігіне ие. PowerPoint, Canva, Prezi сияқты бағдарламалар арқылы мұғалім визуалды материалды әсерлі әрі жүйелі ұсынады. **Мысалы:** Геометрия сабағында үшбұрыштардың түрлерін түсіндіру кезінде оқушылар фигураларды интерактивті түрде жылжытып, бұрыштарының өзгерісін бақылайды. Бұл абстрактілі ұғымды нақты көруге мүмкіндік береді. Математиканы терең түсіну үшін модельдеу маңызды рөл атқарады. Төмендегі бағдарламалар жиі қолданылады:

- **GeoGebra** – функциялар графигін салу, геометриялық құрылымдар мен тригонометриялық зерттеулер жүргізу үшін.
- **Desmos** – онлайн графикалық калькулятор, күрделі теңдеулердің визуалды көрінісін береді.
- **WolframAlpha** – күрделі есептерді шешіп, түсіндірмесін ұсынады.
- **Excel** – статистикалық есептеу, диаграмма мен кесте құруда тиімді.

**Мысал:** 9-сыныпта “Квадраттық функцияның графигі” тақырыбында оқушылар GeoGebra арқылы коэффициенттердің өзгерісін көріп, нақты қорытынды шығарады.

Қашықтан және аралас оқыту жағдайында интернет-платформалар үлкен рөл атқарады:

- **Khan Academy, BilimLand, Sabaq.kz** – теорияны түсіндіріп, интерактивті тапсырмалар ұсынады;
- **Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams** – оқу процесін ұйымдастыру және бағалау үшін қолданылады;
- **Quizizz, Kahoot, LearningApps** – викториналық ойын түрінде білімді тексеруге мүмкіндік береді.

Бұл платформалар оқушыларды бәсекеге қабілетті етіп, білімді ойын арқылы пысықтауға жағдай жасайды.

**Виртуалды зертханалар және симуляциялар.** Математикалық модельдеу мен зерттеу жұмыстарында виртуалды зертханалар ерекше рөл атқарады. Мысалы, **PhET Interactive Simulations** платформасы математикалық тәуелділіктерді тәжірибе арқылы көруге мүмкіндік береді: пропорция, масштаб, диаграмма, статистика сияқты ұғымдар нақты мысалдармен түсіндіріледі.

**Сандық бағалау және кері байланыс құралдары.** Білім нәтижесін жедел және әділ бағалау үшін мұғалімдер онлайн тестілеу жүйелерін қолданады: **Google Forms, ClassPoint, Mentimeter** — интерактивті сауалнама мен тесттер жасауға арналған; **Padlet, Jamboard** — оқушылардың ойымен бөлісуге мүмкіндік береді. Бұл құралдар мұғалімге оқушының жеке жетістігін бақылап, оқу траекториясын түзетуге көмектеседі. Математика сабағында АКТ-ны жүйелі қолдану мынадай нәтижелерге әкеледі:

- **Оқушылардың қызығушылығы артады;**
- **Көрнекілік пен түсініктілік қамтамасыз етіледі;**
- **Жеке, жұптық және топтық жұмыс түрлері оңтайланады;**
- **Зерттеу және шығармашылық дағдылар қалыптасады;**
- **Оқу нәтижелері жедел бағаланады.**

АКТ элементтері арқылы сабақ дәстүрлі ақпарат беруден тәжірибелік-зерттеу кеңістігіне айналады. Мұғалім бағыт беруші, ал оқушы – білімді ізденуші рөлін атқарады.

**Математикалық сауаттылық және өмірмен байланыс.** PISA халықаралық зерттеуінде математикалық сауаттылық – нақты өмірлік жағдайларда математикалық білімді қолдану қабілеті деп анықталады. Мысалы, оқушы банктегі пайыздық мөлшерлемені есептеу, жол уақытын анықтау немесе тұрмыстағы пропорцияларды қолдану арқылы математикамен өмірді байланыстыра алады.

Математикалық сауаттылықты дамытуда мұғалімнің рөлі ерекше. Мұғалім тек білім көзі емес, бағыт беруші, зерттеуге жетелеуші тұлға болуы керек. Оқушылардың зерттеу, модельдеу және жобалық жұмыс дағдыларын дамыту — математиканы өмірлік мағынаға айналдырады.

**Математиканы оқытуда құндылықтарға баулу.** Математика тек санау емес — құндылықтар жүйесін қалыптастыру құралы. Мысалы:

- **Адалдық** — өз жұмысын шынайы орындау;
- **Жауапкершілік** — шешімнің дұрыстығын тексеру;
- **Ынтымақтастық** — топпен есеп шығару барысында бірін-бірі тыңдау;
- **Еңбекқорлық** — қиын есептен қашпау.

Сондай-ақ ұлттық құндылықтар да математикалық тапсырмалар арқылы дарытылады. Мысалы, қазақ халқының өлшем бірліктері (қарыс, сүйем, шымшым, елі) немесе киіз үйдің геометриялық пішіні арқылы дәстүр мен ғылымның байланысы көрсетіледі.

Математика оқушының ойлау мәдениетін, есте сақтауын, логикалық жүйелеуін жетілдіреді. Күрделі есепті шешу кезінде бала **шыдамдылық, дербестік, деректерді талдау, қателіктермен жұмыс істеу** сияқты өмірлік маңызды дағдыларды меңгереді.

Математикалық логика — тұлғаның сыни ойлау қабілетінің негізі. Бұл қасиет кез келген мамандықта қажет.

Математика пәнінің нәтижелі болуы мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі мен шығармашылығына тікелей байланысты. Заманауи мұғалім келесі қасиеттерге ие болуы керек:

- Инновациялық әдістерді меңгеру;
- Оқушы психологиясын түсіну;
- Сабақта рефлексия және зерттеу элементтерін қолдану;
- АКТ құралдарын тиімді пайдалану;
- Математикалық тілді дұрыс жеткізе білу.

Мұғалім өз тәжірибесін үнемі талдап, кәсіби қауымдастықтарда, конференцияларда және журнал беттерінде бөлісіп отыруы маңызды. Бұл өзге педагогтарға да шабыт береді.

Математика – адамның логикалық, шығармашылық және сыни ойлау қабілеттерін дамытатын ғылым. Оны қызықты әрі өмірмен байланысты етіп оқыту – қазіргі заман мұғалімінің басты міндеті. Бүгінгі оқушы ертеңгі инженер, экономист, дәрігер немесе мұғалім болуы мүмкін, ал олардың барлығының кәсіби табысының түбінде – **математикалық ойлау мәдениеті** жатыр.

Сондықтан математиканы оқыту тек формула мен есепті үйрету емес, тұлға қалыптастыру, болашаққа бағыт беру миссиясы болып табылады.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ҚР жалпы орта білім берудің мемлекеттік стандарты. – Астана, 2023.
2. Polya G. *How to Solve It*. – Princeton University Press, 1957.
3. OECD PISA 2022 Framework – Mathematics Literacy.
4. Қалқаманұлы Н. *Математиканы оқытудың әдістемелік негіздері*. – Алматы, 2020.
5. Жұмабекова А. *Білім беру процесінде цифрлық технологияларды қолдану*. – Нұр-Сұлтан, 2021.

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

### **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ** **PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES**

<b>Ш.А.ИСМАИЛОВ</b> [ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН] ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИФФУЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ЦИРКОНИЕМ И КИСЛОРОДОМ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ Р- И N-ТИПА.....	3
<b>МАМЕДОВА ЕГАНА ВАХИД</b> [БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН] ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ФОРМ-ФАКТОР ПИОНА В РАМКАХ МЕТОДА БЕГУЩЕЙ КОНСТАНТЫ СВЯЗИ И СХЕМЫ ИНФРАКРАСНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ.....	7
<b>РАШИДОВ АКРАМ РАЧАБОВИЧ, ЗУВАЙДУЛЛОЗОДА ФАЙЗУЛЛО ЗИКИР, ОДИНАЕВ НЕҚАДАМ ХУШҚАДАМОВИЧ, ЭМОМОВ БАҲРОМ ФАЙЗУЛЛОЕВИЧ, ҚОСИМЗОДА С.М.</b> [ТОҶИКИСТОН] ТАҲҚИҚОТИ ЧЕНКУНИИ ГАРМИҒУНҶОИШИ ХҶЛАИ АЛЮМИНИЙ БО НИКЕЛ...12	12
<b>KYRGYZBAY ARAILYM BISENKYZY, MARATULY KAZBEK, BAKHYT SYDYKHOV, SERKAN KAYMAK</b> [KASKELLEN, KAZAKHSTAN] EFFECTIVE DIGITAL TOOLS FOR TEACHING 3D GEOMETRIC SHAPES IN SECONDARY EDUCATION.....	16
<b>РАХЫМБЕКОВ АЙТБАЙ ЖАПАРОВИЧ, САЛЫКБАЕВА ЖАДЫРА КАЗИМОВНА, ИМАНБАЕВА ЖАЗИРА ЗАДАШЕВНА, СУЛТАНОВА ИНАРА АСКАРОВНА</b> [КАЗАХСТАН] ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) НА УРОКАХ ФИЗИКИ.....	18
<b>ҚУВВАТОВ ФАРУХ НАЗРИАЛОВИЧ, ОДИНАЕВ НЕҚАДАМ ХУШҚАДАМОВИЧ, РАШИДОВ АКРАМ РАЧАБОВИЧ, ҚАЛАНДАРОВ ФАРРУХ ҲАЗРАТҚУЛОВИЧ</b> [ТОҶИКИСТОН] ТАВСИЯХО ДАР БОРАИ ИНТИХОБ КАРДАНИ ТАҶҲИЗОТ БАРОИ СИСТЕМАҶОИ АЛТЕРНАТИВИИ ЭЛЕКТРИИ АВТОНОМИИ КОМБИНАТИ (ГИБРИДИ).....	23
<b>РАШИДОВ А.Р., ОДИНАЕВ Н.Х., РАИМОВ Н.М., БУРҶОНОВ М. ҚУВВАТОВ Ф.Н.</b> [ТОҶИКИСТОН] ТАЪСИРИ РАДИЯТСИЯИ ОҶТОБ ДАР Н. КУШОНИЁН.....	28
<b>MƏMMƏDOVA SÜRƏYYA İSA QIZI, MƏNDİYEVƏ ŞƏFİQƏ MƏNƏMMƏD QIZI</b> [AZƏRBAYCAN] ADEKVAT RIYAZI MODEL LƏRDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ BƏRK CİSMİN DEFORMASIYASI PROSESİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ.....	31
<b>ИСАКОВА ВЕНЕРА ТОКТОСУНОВНА, ИБРАИМОВА ТОЮН АКИМОВНА</b> [ОШ, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА] ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЧЕРЕЗ РЕШЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ТАБЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ....	38
<b>KYRGYZBAY ARAILYM BISENKYZY, MARATULY KAZBEK, BAKHYT SYDYKHOV</b> [KASKELLEN, KAZAKHSTAN] THE INFLUENCE OF CHAT GPT ON STUDENT CONFIDENCE IN HIGH SCHOOL MATHEMATICS .....	44
<b>КАПАЛБАЕВА ЖАНАР НУРЖАНОВНА</b> [ШЫМКЕНТ Қ., ҚАЗАҚСТАН] МАТЕМАТИКА – ЛОГИКАЛЫҚ ОЙЛАУДЫҢ ЖӘНЕ ӨМІРЛІК ДАҒДЫЛАРДЫҢ НЕГІЗІ.....	49

# "IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

## Контакт

[els.education23@mail.ru](mailto:els.education23@mail.ru)

## Наш сайт

[irc-els.com](http://irc-els.com)

