

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика, математика және компьютерлік
ғылымдар сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика
и компьютерные науки
Издается с 1997 года

ISSN 2959-068X

№ 2 (2024)
Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика и компьютерные науки
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ91VPY00046988
выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области физики, математики,
механики и информатики

Подписной индекс – 76208

<https://doi.org/10.48081/PALS7230>

Бас редакторы – главный редактор

Тлеукенов С. К., *д.ф-м.н., профессор*
Заместитель главного редактора Испулов Н. А., *к.ф-м.н., профессор*
Ответственный секретарь Жумабеков А. Ж., *PhD доктор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Esref Adali,	<i>PhD доктор, профессор (Турция);</i>
Abdul Qadir Rahimoon,	<i>PhD доктор, профессор (Пакистан);</i>
Донбаев К. М.,	<i>д.ф-м.н., профессор;</i>
Демкин В. П.,	<i>д.ф-м.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Жумадиллаева А. К.,	<i>к.т.н., профессор;</i>
Ибраев Н. Х.,	<i>д.ф-м.н., профессор;</i>
Косов В. Н.,	<i>д.ф-м.н., профессор;</i>
Сенцова С. М.,	<i>д.пед.н., профессор;</i>
Шоканов А. К.,	<i>д.ф-м.н., профессор</i>
Омарова А. Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров
университета» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМҰНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS

«КОМПЬЮТЕРЛІК ҒЫЛЫМДАР» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»
SECTION «COMPUTER SCIENCE»

Байжарикова М. А., Айтбаева З. К., Тлебаев М. Б., Ахметшин Р. Р.
Особенности практического применения системы проверки
посещаемости студентов посредством QR кода5
Баязит Ә. И., Дюсенгазина Н. Н., Алимова Ж. С.
Көлік жүргізушілерін оқытуда цифрлық технологияларды пайдалану.....17
Бейсенов М. К., Токжигитова Н. К.
Архитектуры нейронных сетей для распознавания лиц27
Куватов А. А., Куватова Б. Н.
Мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде Python мүмкіндіктері36

«ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ФИЗИКА» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»
SECTION «THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS»

Akramov M. B.
About research of physical and technological properties
of composite materials based on aluminum45
Курманов А. А., Испулов Н. А., Жумабеков А. Ж.
О распространении электромагнитных волн
в неподвижных анизотропных средах56

«МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ СТАТИСТИКА» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА»
SECTION «MATHEMATICS AND STATISTICS»

Алтынбек С. А., Бурзумбаева С. Қ.,
Турусбекова У. Қ., Нуримов Б. С.
Сандардың екілік жүйесі арқылы ұлы даланың байырғы
тоғызқұмалақ тектес көне есептерін математикалық әдіспен шешу69

**«ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКА
ДИДАКТИКАСЫ» СЕКЦИЯСЫ
«ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКА
ДИДАКТИКАСЫ» СЕКЦИЯСЫ
SECTION «DIDACTICS OF PHYSICS, MATHEMATICS
AND COMPUTER SCIENCE»**

Исимова Б. Ш., Абдұльмаликова Ж. М.

Оқу үрдісінде физика пәні бойынша электрондық
оқу құралын әзірлеудің және оны қолданудың ерекшеліктері.....82

Косыбаева А. К., Нурумжанова К. А.

Трансдисциплинарлық когнитивтік принциптер негізінде математика және
физика пәнін оқытудың тиімділігін арттыру технологиясын әзірлеу.....96

Сағындықов Б. Ж., Бимұрат Ж.

Қос сандар алгебрасы және қолдану әдістемелері.....109

Авторлар туралы ақпарат121

Информация об авторах130

Information about the authors.....142

Авторларға арналған ережелер.....121

Правила для авторов130

Rules for authors142

Жарияланым этикасы.....121

Публикационная этика130

Publication ethics.....142

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»

МРНТИ 20.53.19

<https://doi.org/10.48081/UGDR8496>

***М. А. Байжарикова, З. К. Айтбаева,**

М. Б. Тлебаев, Р. Р. Ахметшин

Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати,
Республика Казахстан, г. Тараз;

*e-mail: rakhmietshein@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ
СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ
ПОСРЕДСТВОМ QR КОДА**

В статье описывается система проверки посещаемости студентов с использованием QR-кодов, которая представляет собой инновационное решение для повышения эффективности и точности учета посещаемости в учебных заведениях. В основе данной системы лежит установка турникетов на входах и выходах зданий университета (либо иного учебного заведения), через которые студенты проходят, сканируя QR-код с помощью специального мобильного приложения, созданного с использованием NetMAUI и языка C#. При этом данные о времени входа и выхода автоматически сохраняются на сервере, что обеспечивает надежный и точный контроль посещаемости.

Инновационность данной системы заключается в минимизации человеческого фактора и предотвращении ошибок, связанных с ручным учетом. Постоянно обновляемые QR-коды и индивидуальные аккаунты студентов направлены на минимизирование риска мошенничества и предотвращение входа посторонних лиц на территорию учебного заведения, что повышает уровень безопасности.

В статье также подробно рассматриваются особенности внедрения данной технологии, включая этапы разработки и интеграции программного обеспечения, установки турникетов, обучение персонала и пользователей, а также возможные технические трудности. Описаны ключевые преимущества

системы, такие как экономия времени на обработку данных, снижение административной нагрузки и повышение общей эффективности управления учебным процессом. В заключение статьи приводится оценка экономической целесообразности и потенциальные перспективы дальнейшего развития и масштабирования технологии.

Ключевые слова: цифровизация, информационные технологии, QR-коды, мобильное приложение, проверка посещаемости, базы данных, турникеты.

Введение

В эпоху цифровизации образовательных процессов все большее внимание уделяется автоматизации административных функций. Одной из таких задач является рассматриваемый в данной статье учет посещаемости студентов. Традиционные методы регистрации посещаемости, такие как отметка в журналах или электронные карточки, часто требуют значительных временных и людских ресурсов, а также подвержены ошибкам, неточностям и даже намеренному саботажу/мошенничеству. В связи с этим все больше университетов обращают внимание на современные технологические решения, способные упростить и автоматизировать данный процесс. Одним из наиболее распространённых и простых в реализации решений является система проверки посещаемости студентов с использованием QR-кодов [1].

Суть системы заключается в установке турникетов на входах в учебные заведения, где студенты могут проходить, сканируя QR-коды с помощью мобильного приложения. В данной системе используются два ключевых компонента: мобильное приложение для студентов для сканирования QR-кодов и приложение для генерации QR-кодов на закреплённом планшете (последнее также взаимодействует с базой данной на сервере и передает сигнал турникету). Оба приложения разработаны на языке программирования C# [2] с использованием .NET MAUI [3], что обеспечивает кроссплатформенную совместимость (в данном случае IOS [4] и ANDROID [5]) и высокую производительность.

В статье рассматриваются как технические аспекты реализации системы, так и организационные, материальные и психологические проблемы, возникающие при внедрении подобной технологии. Результаты данного исследования могут быть полезны для образовательных учреждений, желающих оптимизировать процессы учёта посещаемости, а также для разработчиков программного обеспечения и исследователей в области высоких технологий и образовательных инноваций.

Материалы и методы

Программное обеспечение.

Создание системы контроля посещаемости студентов с помощью QR-кодов организовано в 3 ключевые части: мобильное приложение студента (электронный студенческий), мобильное приложение турникета и веб-приложение администратора.

1) Мобильное приложение [6] для студентов разработано на платформе .NET MAUI и служит в качестве электронного студенческого билета. Интерфейс приложения интуитивно понятен и прост в использовании. После установки приложения и входа в личный аккаунт, студент может просматривать и показывать свою личную информацию (фотография, ФИО, факультет, курс и т.д.), просматривать расписание занятий и академические достижения.

Основной функционал приложения в рамках этой статьи заключается в сканировании уникальных [7] QR-кодов с помощью камеры смартфона. Эти QR-коды используются студентами для доступа к учебным заведениям или общежитиям через установленные турникеты. Таким образом, приложение позволяет студентам быстро и удобно подтверждать свою личность и регистрировать посещаемость, что упрощает процесс контроля доступа и повышает безопасность на территории учебного заведения.

На рисунке 1 показан интерфейс подобного приложения.

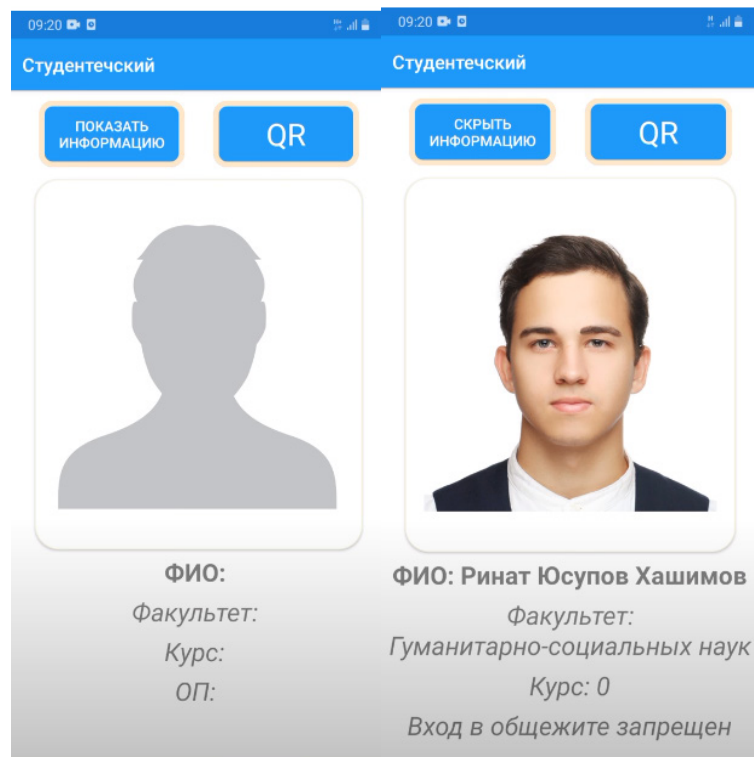


Рисунок 1 – Электронный студенческий

В случае успешного считывания QR кода, создается анонимный объект `studentData`, который содержит следующие данные:

- `QRCodeData`: строка `qrData`, содержащая данные, считанные из QR-кода (необязательная функция).
- `Timestamp`: текущее время в формате UTC (альтернативным вариантом можно использовать время самого сервера).
- `StudentInfo`: вложенный анонимный объект, содержащий информацию о студенте (в данном случае только `StudentId`, который берется из свойства текущего аккаунта пользователя).

Далее используется библиотека `JsonConvert` (часть `Newtonsoft.Json`) для сериализации объекта `studentData` в строку в формате JSON, которая сохраняется в переменной `jsonData`, которая используется в объекте `StringContent`, который в свою очередь будет использоваться в HTTP-запросе.

Запрос же отправляется и результат сохраняется в переменной `response`, которая представляет собой HTTP-ответ от сервера (а данном случае булева переменная). В случае успешного ответа, студент будет допущен. Код представлен на рисунке 2.

```
var studentData = new {QRCodeData = qrData, Timestamp = DateTime.UtcNow,
    StudentInfo = new {
        // Add student information here
        StudentId = CurrentStudent.id,
    }};

string jsonData = JsonConvert.SerializeObject(studentData);
var content = new StringContent(jsonData, Encoding.UTF8, "application/json");

var response =
    await _httpClient.PostAsync("https://*****/get/attendance", content);
```

Рисунок 2 – Код отправки данных на сервер

2) Мобильное приложение для планшета (на базе ОП ANDROID), также разработанное на .NET MAUI, выполняет несколько ключевых функций, необходимых для работы системы контроля посещаемости. Планшет, закрепленный на турникете, используется для создания уникальных QR-кодов, после сканируемых студентами. Приложение автоматически обновляет QR-коды через определённые промежутки времени и отображает их на экране. При успешном сканировании и верификации QR-кода, приложение отправляет сигнал на турникет для его открытия [8], а также передает данные о времени входа или выхода студента на сервер [9].

3) Серверная часть системы разработана на платформе ASP.NET Core и отвечает за хранение и обработку данных о посещаемости студентов. Сервер принимает данные от планшетов, на которых установлено приложение для сканирования QR-кодов, и сохраняет информацию о времени входа и выхода студентов в базе данных. Эта информация используется для анализа посещаемости, формирования отчетов и принятия управленческих решений. В идеале серверная часть системы должна быть интегрирована с другими информационными системами учебного заведения, чтобы сформировать более полноценную информационную среду.

На рисунке 3 представлен минималистичный отчет посещаемости нескольких студентов за месяц, 3 месяца и год. Также возможен просмотр индивидуальной страницы каждого студента, с поминутными данными и входе или выходе. В будущем подобное может быть дополнено автоматической проверкой посещаемости и выставлением пропусков, а также иными функциями, в зависимости от потребности учебного заведения.

Посещаемость за последний месяц

Номер	ФИО	Факультет	Курс	Специальность	Язык	Возвращение	Отсутствие
1	Гүлдана Аuezхан	Информационный	1	ИКТ	KZ	8	9
2	Ергали Тoleубеков	Информационный	4	ПРПО	KZ	3	3
3	Мустафин Кайргалиев	Информационный	1	ИКТ	KZ	1	0
4	Нуриза Эркинова	Информационный	1	ИКТ	KZ	3	2
6	Жұлдызай Базарбай	Информационный	3	ИКТ	KZ	2	1

Посещаемость за последние 3 месяца

Номер	ФИО	Факультет	Курс	Специальность	Язык	Возвращение	Отсутствие
1	Гүлдана Аuezхан	Информационный	1	ИКТ	KZ	19	17
2	Ергали Тoleубеков	Информационный	4	ПРПО	KZ	5	7
3	Мустафин Кайргалиев	Информационный	1	ИКТ	KZ	6	1
4	Нуриза Эркинова	Информационный	1	ИКТ	KZ	9	7
6	Жұлдызай Базарбай	Информационный	3	ИКТ	KZ	6	2

Посещаемость за учебный год

Номер	ФИО	Факультет	Курс	Специальность	Язык	Возвращение	Отсутствие
1	Гүлдана Аuezхан	Информационный	1	ИКТ	KZ	23	23
2	Ергали Тoleубеков	Информационный	4	ПРПО	KZ	10	12
3	Мустафин Кайргалиев	Информационный	1	ИКТ	KZ	7	3
4	Нуриза Эркинова	Информационный	1	ИКТ	KZ	9	7
6	Жұлдызай Базарбай	Информационный	3	ИКТ	KZ	7	4

Рисунок 3 – Отчет посещаемости

Турникет

Турникеты [10] являются ключевым компонентом рассматриваемой в данной статье системы контроля доступа и посещаемости студентов. Они устанавливаются на входах в учебные заведения и обеспечивают автоматизированный контроль доступа на территорию. Принцип работы турникета заключается в следующем: студент подносит свой смартфон для сканирования QR-кода на планшете, расположенном на турникете. После считывания QR кода, турникет открывается, позволяя студенту пройти. Время входа и выхода фиксируется и передается на сервер для дальнейшей обработки и хранения.

Существует возможность отказаться от использования планшетов и интегрировать экран показа QR кода непосредственно в турникет. Такой подход упрощает общую конструкцию системы за счет уменьшения числа компонентов, но приводит к необходимости разработки программного обеспечения подходящего под операционную систему турникета, что ограничивает гибкость в обновлении и масштабировании системы по сравнению с использованием планшетов на базе Android. Пример подобного турникета показан на рисунке 4.



Рисунок 4 – Турникет со встроенным экраном

Еще одним альтернативным вариантом может быть использования сканера QR кодов самим турникетом (или планшетом), в то время как студенты будут предоставлять QR коды через свое приложение. Все эти варианты являются рабочими и реализуемыми, со своим набором преимуществ и недостатков. Каждый из них может быть реализован в одиночном (вход/выход) или раздельном (один турникет на вход, один на выход) варианте.

Вне зависимости от выбора, при работе с турникетом неизбежно возникнут затраты на покупку, поддержку и установку.

Стоимость одного турникета варьируется в зависимости от модели и функциональности, но в среднем составляет от 300 до 700 тысяч тенге. Более сложные модели с встроенными сканерами и экранами могут стоить дороже (вплоть до нескольких миллионов). Установка турникетов также требует профессиональной помощи для прокладки электропроводки и, при наличии, интеграции с существующими системами безопасности. Хотя установка одного единственного турникета не создаст дыры в бюджете, если в здании целевого учебного заведения имеются множественные входы/выходы, или подобных зданий множество, затраты многократно возрастут.

Результаты и обсуждение

Необходимость и возможность внедрения подобной системы предоставляют основу для дебатов в контексте каждого отдельного учебного заведения, но даже так, можно выделить общие вызовы и проблемы, неизбежно возникающие на пути:

– Одной из основных проблем, с которой столкнется команда разработчиков, будет интеграция турникетов и программного обеспечения с существующими системами университета. Неизбежно потребуется значительное время и усилия для настройки интерфейсов и обеспечения бесперебойного обмена данными между различными компонентами системы.

– Не стоит забывать и про технические проблемы, такие как ошибки в считывании QR-кодов, сбои в сети, перебои в электроэнергии и прочее, что в случае возникновения потребует оперативного вмешательства и устранения.

– Вопросы безопасности данных также станут важным аспектом, в виду необходимости обеспечить надежную защиту личных данных студентов и предотвратить возможные утечки информации.

– И наконец, хотя в контексте современного информационного общества это может не стоить упоминания, но все же, всегда остается вопрос наличия смартфона у каждого студента/ученика, что может стать хоть и редкой, но теоретически возможной проблемой.

С другой стороны, не стоит забывать и про плюсы внедрения подобной системы:

– Одним из главных положительных результатов внедрения системы станет значительное повышение точности и эффективности учета посещаемости. Автоматизация процесса регистрации входа и выхода студентов минимизирует риски проникновения посторонних, а также приведет к более надежному учету посещаемости.

– Автоматизация процесса учета посещаемости также позволит снизить затраты на административные ресурсы. Персоналу учебного заведения больше не придется тратить значительное время на ручную проверку и регистрацию посещаемости, что высвободит человеческие ресурсы для выполнения более важных задач.

– В целом же, данные о посещаемости, собираемые и обрабатываемые системой, станут важным инструментом для принятия управленческих решений. Анализ этих данных позволит руководству университета лучше понимать динамику посещаемости, выявлять проблемные области и принимать меры для их устранения.

Выводы

Несмотря на первоначальные финансовые затраты и возникающие технические сложности, в целом подобная система показывает свою эффективность и надежность в долгосрочной перспективе. Повышение точности учета посещаемости, снижение административных затрат и улучшение управления учебным процессом значительно перевешивает возможные недостатки и проблемы.

Но даже учитывая превалирование позитивного влияния над негативным, необходимо учитывать как технические, так и организационные аспекты, чтобы система была не только эффективной в контексте администрирования учебного заведения, но и удобной, доступной и безопасной для всех участников образовательного процесса, что требует тщательного планирования сроков разработки, возможных бюджетов для внедрения и последующего поддержки системы, а также подготовки студентов/преподавателей к ее использованию.

Если же все вышеперечисленное учтено, то внедрение системы является оправданным и перспективным шагом, способным существенно улучшить организацию учебного процесса и управление образовательным учреждением. С учетом всех рассмотренных аспектов, данное решение может быть рекомендовано для широкого применения в учебных заведениях различных уровней и масштабов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 QR-коды, их свойства и применение. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/114/29398/>

2 C Sharp. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp

3 Введение в .NET MAUI. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/maui/1.1.php>

4 Взаимодействие iOS и Maui. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/maui/1.5.php>

5 Взаимодействие с MAUI с Android. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/maui/1.3.php>

6 Мобильное приложение. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мобильное_приложение

7 Алгоритм генерации QR-кода. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/172525/>

8 QR-аутентификация. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qrcode-tiger.com/ru/qrcode-authentication>

9 Сервер в информатике. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/server-v-informatike-c00e47>.

10 Турникет. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Турникет>

REFERENCES

1 QR-kody', ix svojstva i primenenie [QR codes, their properties and application]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://moluch.ru/archive/114/29398/>

2 C Sharp. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp

3 Vvedenie v .NET MAUI [Introduction to .NET MAUI]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://metanit.com/sharp/maui/1.1.php>

4 Vzaimodejstvie iOS i Maui [Interaction of iOS and Maui]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://metanit.com/sharp/maui/1.5.php>

5 Vzaimodejstvie s MAUI s Android [Interaction with MAUI with Android]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://metanit.com/sharp/maui/1.3.php>

6 Mobil'noe prilozhenie [Mobile application]. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ru.wikipedia.org/wiki/Mobile_Application

7 Algoritm generacii QR-koda [QR code generation algorithm]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://habr.com/ru/articles/172525/>

8 QR-autentifikaciya [QR authentication]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.qrcode-tiger.com/ru/qrcode-authentication>

9 Server v informatike [Server in computer science]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://bigenc.ru/c/server-v-informatike-c00e47>

10 Turniket [Turnstile]. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Turnstile>

Поступило в редакцию 12.06.24.

Поступило с исправлениями 14.06.24.

Принято в печать 21.06.24.

***М. А. Байжарикова, З. К. Айтбаева, М. Б. Тлебаев, Р. Р. Ахметшин**

М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

12.06.24 ж. баспаға түсті.

14.06.24 ж. түзетулерімен түсті.

21.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

QR КОДЫ АРҚЫЛЫ СТУДЕНТТЕРДІҢ ҚАБЫЛДАУЫН ТЕКСЕРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада QR кодтары арқылы студенттердің сабаққа қатысуын тексеру жүйесі сипатталған, бұл білім беру ұйымдарындағы сабаққа қатысудың тиімділігі мен дәлдігін арттыруға арналған инновациялық шешім. Бұл жүйе университет ғимараттарының (немесе басқа оқу орнының) кіреберістері мен шығуларына турникет орнатуға негізделген, олар арқылы студенттер NetMAUI және C# тілі арқылы жасалған арнайы мобильді қосымшаның көмегімен QR кодын сканерлеу арқылы өтеді. Бұл ретте кіру және шығу уақыты туралы деректер серверде автоматты түрде сақталады, бұл келушілерді сенімді және нақты бақылауды қамтамасыз етеді.

Бұл жүйенің инновациясы адам факторын барынша азайту және қолмен есепке алумен байланысты қателерді болдырмау болып табылады. Үнемі жаңартылып отыратын QR кодтары мен студенттердің жеке шоттары алаяқтық қаупін барынша азайтуға және білім беру мекемесіне рұқсат етілмеген тұлғалардың кіруіне жол бермеуге бағытталған, бұл қауіпсіздік деңгейін арттырады.

Сондай-ақ мақалада осы технологияны енгізудің ерекшеліктері, соның ішінде бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу және біріктіру кезеңдері, турникеттерді орнату, персонал мен пайдаланушыларды оқыту, сондай-ақ мүмкін болатын техникалық қиындықтар егжей-тегжейлі қарастырылады. Деректерді өңдеуге уақытты үнемдеу, әкімшілік жүктемені азайту және оқу процесін басқарудың жалпы тиімділігін арттыру сияқты жүйенің негізгі артықшылықтары сипатталған. Мақала технологияны одан әрі дамыту мен масштабтаудың экономикалық орындылығы мен әлеуетті перспективаларын бағалаумен аяқталады.

Кілтті сөздер: цифрландыру, ақпараттық технологиялар, QR кодтар, мобильді қосымша, сабаққа қатысуды тексеру, мәліметтер базасы, турникеттер.

***М. А. Baizharikova, Z. K. Aitbayeva, M. B. Tlebaev, R. R. Akhmetshin**

Taraz Regional University named after M. Kh. Dulaty,

Republic of Kazakhstan, Taraz.

Received 12.06.24.

Received in revised form 14.06.24.

Accepted for publication 21.06.24.

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF A STUDENT ATTENDANCE MONITORING SYSTEM VIA QR CODE

The article describes a student attendance monitoring system using QR codes, which represents an innovative solution for enhancing the efficiency and accuracy of attendance tracking in educational institutions. This system is based on the installation of turnstiles at the entrances and exits of university buildings (or other educational institutions), through which students pass by scanning a QR code using a specialized mobile application created with NetMAUI and the C# programming language. The data on entry and exit are automatically saved on a server, ensuring reliable and accurate attendance control.

The innovation of this system lies in minimizing the human factor and preventing errors associated with manual tracking. Constantly updated QR codes and individual student accounts are aimed at minimizing the risk of fraud and preventing unauthorized persons from entering the premises of the educational institution, thereby enhancing security.

The article also provides a detailed examination of the features of implementing this technology, including the stages of software development and integration, turnstile installation, personnel and user training, as well as potential technical challenges. Key advantages of the system are described, such as time savings in data processing, reduction of administrative burden, and overall improvement in the efficiency of educational process management. The article concludes with an assessment of the economic feasibility and potential prospects for further development and scaling of the technology.

Keywords: digitalization, information technology, QR codes, mobile application, attendance monitoring, databases, turnstiles.

FTAMP 20.01.04

<https://doi.org/10.48081/HMQR2996>

***Ә. И. Баязит, Н. Н. Дюсенгазина, Ж. С. Алимова**

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

*e-mail: bayaz1tov.ali@mail.ru

КӨЛІК ЖҮРГІЗУШІЛЕРІН ОҚЫТУДА ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

Веб-сайттар әртүрлі білім беру ресурстарына қол жеткізуді қамтамасыз ететін көлік жүргізушілерін оқыту процесінің ажырамас бөлігіне айналды. Олар әр түрлі кезеңдерде икемділік пен ыңғайлылықты қамтамасыз ететін онлайн курстар, тесттер және көптеген оқу материалдарды ұсынады. Интерактивті платформалар білім алушыларға өзекті ақпаратқа, жол қозғалысы заңдары мен реттеулеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, веб-сайттар тәжірибе алмасу мүмкіндігін, тақырыптарды талқылауға арналған форумдарды және көлік жүргізу дағдыларын жақсартуға арналған кеңестерді ұсынады. Бұл болашақ жүргізушілер үшін қол жетімді және кең ауқымды ресурстармен қамтамасыз ете отырып, дәстүрлі оқыту әдістерін толықтырады. Көлік жүргізушілерін даярлау кезінде веб-сайттарды пайдалану білім беру саласындағы технологиялардың тиімді заманауи қолданылуын көрсетеді және осы саладағы мамандарды даярлау сапасын жақсартады.

Бұл мақаланың басты мақсаты – веб-ресурстардың жүргізушілерді оқыту процесіне тиімділігі мен әсерін қарастыру. Мақалада жүргізушілерді оқыту процесін жақсартудағы онлайн ресурстардың әлеуеті қарастырылады және көрсетіледі.

Мақалада жүргізушілерге арналған веб-сайттағы курс ұзақтығы, бағасы және қарастырылатын тақырыптар туралы 102 корреспонденттердің сауалнамасы және SWOT талдау нәтижелері мен салыстырмалы талдау нәтижелері бойынша талданады.

Кілтті сөздер: веб-сайт әзірлеу, жол жүру ережелері, жүргізушілерді оқыту, білім беру, заманауи технологиялар.

Кіріспе

Веб-сайттар қазіргі интернеттің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл пайдаланушыларға ақпарат алуға, деректер алмасуға, ақпарат бөлісуге немесе коммерциялық транзакцияларды жүргізуге болатын браузер арқылы жұмыс жасайтын онлайн платформалар. Веб-сайттар интерактивті және мазмұнды жылдам өзгерту мүмкіндігі бар статикалық, тұрақты мазмұны бар немесе динамикалық болуы мүмкін [1].

Олар клиент-сервер архитектурасы негізінде жұмыс істейді. Онда веб-сервер ақпаратты сақтайды және өңдейді, ал клиенттік сервер бұл ақпаратты пайдаланушыларға көрсетеді. Сайт визуалды интерфейсті құру және пайдаланушылармен өзара әрекеттесуі үшін HTML, CSS және JavaScript сияқты әртүрлі технологияларды қолданады [2].

Веб-сайттардың көптеген түрлері бар. Олар: ақпараттық порталдар, интернет-дүкендер, блогтар, әлеуметтік желілер, корпоративтік сайттар және т.б. Олардың мақсаты ақпарат беру, тауарларды немесе қызметтерді сату, пікір алмасу, қарым-қатынас орнату, ойын-сауық немесе оқыту болуы мүмкін [3, 4].

Маңыздысы, веб-сайттар қазіргі әлемде шешуші рөл атқарады, бүкіл әлем бойынша миллиондаған адамдар үшін ақпарат пен коммуникацияның негізгі көзіне айналады.

Осыларды ескере отырып, мақалада көлік жүргізушілерін оқытуда цифрлық технологияларды қолданудың тиімділігі қарастырылады. Және жүргізушілерді оқыту процесін жақсарту мақсатын көздейді.

Материалдар мен әдістері

Веб-сайтты әзірлеу үшін әртүрлі көздерден алынған мәліметтер, соның ішінде ғылыми журналдардағы мақалалар, оқу құралдары мен оқулықтар пайдаланылды, атап айтқанда: Дэвид Фланаган, Джона Дакетт, Денис Малахов. Алынған ақпаратты жүйелеу үшін жүргізушілерге арналған веб-сайт әзірлеу барысындағы негізгі сипаттамалар мен айырмашылықтарды анықтауға мүмкіндік беретін SWOT анализ және сауалнама әдістері қолданылды. Алынған нәтижелер мақаланың мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес талданды және жинақталды.

Нәтижелер және талқылау

Веб-сайт – бұл интернет арқылы қол жетімді және әртүрлі форматтағы ақпаратты қамтитын веб-беттерден тұратын сандық ресурс. Бұл компанияның, ұйымның, жеке тұлғаның немесе жобаның онлайн кеңістікте болуының негізі [5].

Әрбір веб-сайтта пайдаланушыларға веб-браузерлер арқылы осы ресурсқа қол жеткізуге мүмкіндік беретін бірегей мекенжай (URL) бар. Веб-сайттарда осындай элементтер болуы мүмкін:

Мәтіндік ақпарат: Мақалалар, сипаттамалар, нұсқаулар, жаңалықтар және басқа мәтіндік материалдар.

Мультимедиялық мазмұн: суреттер, бейнелер, аудио файлдар, графика, анимациялар.

Интерактивті элементтер: деректерді жіберуге арналған формалар, чаттар, онлайн ойындар, түсініктеме жүйелері.

Сілтемелер және навигация: гиперсілтемелер, веб-сайттың әртүрлі беттері арасында шарлауға мүмкіндік беретін навигация мәзірі.

Кері байланыс және байланыс ақпараты: кері байланыс нысандары, сайт иелерімен немесе әкімшілерімен байланысу үшін байланыс деректері [6; 7].

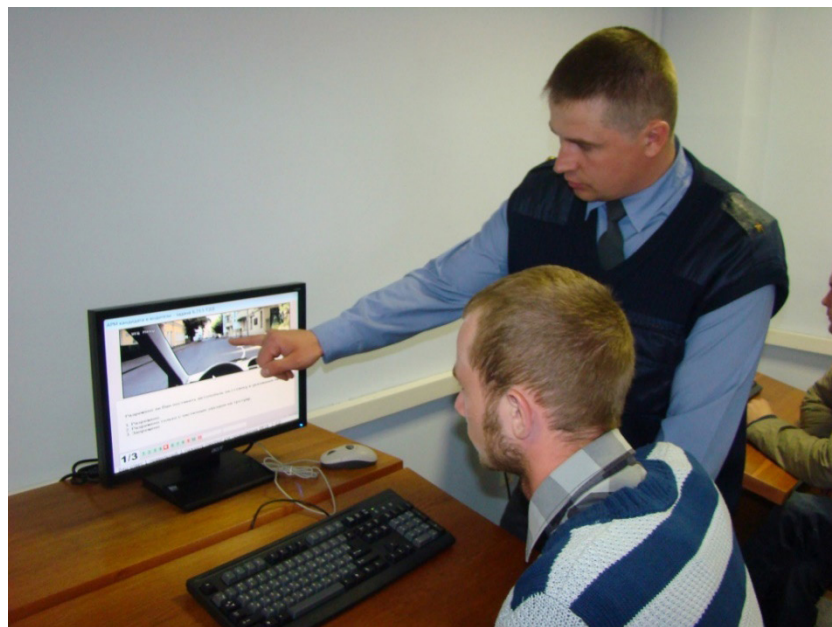
Веб-сайттар статикалық немесе динамикалық болуы мүмкін. Олар ақпараттық презентация, коммерциялық операциялар, білім беру мақсаттары, ойын-сауық және т. б. қоса алғанда, әртүрлі мақсаттарда қолданылады (1-сурет).



Сурет 1 – Веб-сайтпен жұмыс жасау көрінісі

Жүргізуді оқытуда веб-сайттар студенттерге көлік жүргізу дағдыларын үйренуге және қолдануға көмектесетін кең білім беру материалдарын, бейне сабақтарын, тесттерді және басқа құралдарды ұсынады. Олар оқу процесін жақсартатын ақпарат пен ресурстарға қол жеткізуді қамтамасыз ететін оқыту саласындағы маңызды құралға айналды. Олар ақпаратқа қол жеткізудің ыңғайлы әдісін ұсына отырып, дәстүрлі оқыту әдістерін толықтырады, бұл

студенттерге материалды өз қарқынымен және өзіне ыңғайлы уақытында үйренуге мүмкіндік береді (2-сурет) [8; 9].



Сурет 2 – Көлік жүргізу дағдыларын үйрену көрінісі

Әрине, жүргізушілер үшін жол жүру ережелерін үйрену үшін веб-сайттарды пайдаланудың артықшылықтары және кемшіліктері бар.

Артықшылықтары:

Ақпаратқа оңай қол жеткізу: Веб-сайттар ЖЖЕ ережелеріне, олардың интерпретациясына, бейне сабақтарына, тесттерге және басқа да білім беру материалдарына оңай қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл студенттерге ақпаратты ыңғайлы уақытта және кез келген жерден алуға мүмкіндік береді.

Интерактивті ресурстарды қолдану: көптеген веб-сайттар интерактивті тесттер мен жол жағдайларын модельдеуді ұсынады, бұл студенттерге теориялық білімді тәжірибеде қолдануға және қауіпсіз ортада жаттығуға мүмкіндік береді.

Ақпараттың жаңаруы: Веб-сайттар әдетте ЖЖЕ немесе заңнамадағы соңғы өзгерістерді көрсететіліп, жаңартылады. Бұл зерттелетін материалдың өзектілігін қамтамасыз етеді.

Жеке қажеттіліктерді қанағаттандыру: кейбір сайттар оқушының жеке қажеттіліктері мен қарқынын ескере отырып, жекелендірілген оқу бағдарламаларын ұсынады.

Енді кемшіліктеріне тоқталып кетсек:

Практикалық тәжірибенің болмауы: веб-сайттарда жол қозғалысы ережелерін үйрену студенттерге практикалық жүргізу тәжірибесін ұсынбауы мүмкін. Теориялық ережелерді білу әрқашан нақты жүргізу дағдыларына ауыса бермейді.

Жедел кері байланыстың болмауы: веб-сайттарда жедел кері байланыс немесе нақты уақыттағы кеңес алу мүмкіндігі болмауы мүмкін, бұл кейбір қиын сәттерде қиындық тудырады.

Ақпарат сапасына байланысты тәуелділік: веб-сайттардағы білім беру материалының сапасы әртүрлі болуы мүмкін. Кейбір ресурстарда ескірген немесе дұрыс емес ақпарат болуы мүмкін.

Жеке бас тәртіптілігінің қажеттілігі: веб-сайттарда оқу дербестікті және тәртіпті қажет етеді, өйткені оқытушылар тарапынан тікелей бақылау немесе мотивация жоқ [10].

Жол қозғалысы ережелерін үйрену үшін веб-сайттарды пайдаланудың артықшылықтары бар, бірақ көлік жүргізу дағдыларын толыққанды қалыптастыру үшін оны тәжірибелі нұсқаушылармен практикалық сабақтармен және оқумен біріктіру ұсынылады.

Веб-сайт арқылы жүргізушілерді оқыту процесі туралы SWOT анализ жасалды. 1-ші кестеде Веб-сайт арқылы жүргізушілерді оқытудың артықшылықтары мен кемшіліктері, пайдасы мен зияны келтірілді.

Кесте 1 – SWOT анализ

Артықшылықтар	Кемшіліктер
– Жүргізушілерге арналған бейресми ержелердің болуы – Қолдануға ыңғайлы платформа – Жүргізішуге қажетті барлық ақпараттың бір жерде болуы.	– Басқа онлайн платформалар мен оқу ресурстарының қарқынды бәсекелестігі сайтта тіркелетін студенттердің санын азайтуы мүмкін. – Ақылы болуы – Техникалық мәселелер: веб-сайтта баяу жүктеу жылдамдығы, мазмұнға қол жеткізу проблемалары және т.б. сияқты техникалық мәселелер туындауы мүмкін. – Практикалық тәжірибенің болмауы: автокөлік жүргізу тәжірибені қажет етеді және веб-сайт практикалық тәжірибені қамтамасыз етпейді.
Пайдасы	Қауіпі
– Жол қауіпсіздігі деңгейін көтеру – Жүргізушілерді, әсіресе жаңадан бастаушыларды қауіпсіз жүргізу ережелері мен дағдыларына үйрету – Өзекті ақпаратпен қамтамасыз ету және жүргізушілерге жаңа нормалар мен талаптарды үйрету – Оқудың ыңғайлы және үнемді тәсілі болуы мүмкін	– Тәжірибесіз жүргізушілер бейресми сигналдарды, қарапайым ресми сигналдармен шатастыруы. – Техникалық мәселелер: хостингке, деректер қауіпсіздігіне және сайттың жұмысына әсер етуі мүмкін басқа да техникалық мәселелерге қатысты мәселелер болуы мүмкін.

Осы SWOT талдау кестесінде берілген кемшіліктері мен қауіптерін келесі әдістермен шешіп көруге болады:

Кемшіліктер:

Бәсекелестік: бірегей мазмұнды немесе арнайы білім беру материалдары студенттердің назарын аударуы мүмкін. Бұл күрделі тақырыптарды, оқытудың жаңа әдістерін немесе басқа платформалар ұсынбайтын қосымша материалдарды түсіндірудің ерекше тәсілі болуы мүмкін.

Ақылы болуы: жаңа пайдаланушыларды тарту үшін тегін кіру мерзімін немесе негізгі сабақ пакетін ұсынуға болады. Бұл оларға сіздің қызметіңізді сынап көруге және оның құндылығына көз жеткізуге мүмкіндік береді. Тегін ресурстардан таба алмайтын бірегей материалдарды жасауға болады. Бұл тақырыпты терең талдау, сапалы бейне оқулықтар немесе интерактивті тапсырмалармен толықтыруға болады.

Техникалық мәселелер: веб-сайтты қателердің болуына үнемі тексеріс өткізіп отыру қажет және олар пайда болғанға дейін, ықтимал проблемалардың алдын алу үшін үнемі жаңартулар жасауға болады.

Қауіптер:

Тәжірибесіз жүргізушілер бейресми сигналдарды, қарапайым ресми сигналдармен шатастыруы: ресми сигналдарды мәнерлі және айқын ету. Мысалы, формальды сигналдарды бөлектеу үшін ашық түстерді, контрастты элементтерді немесе арнайы таңбаларды қолдану керек. Бұл пайдаланушыларға оларды оңай ажыратуға көмектеседі.

Сауалнама нәтижесінде ең көп жас санаты 17 мен 20 аралығы. Респонденттердің 51,5 пайызы әйел адам. Ал 60,4 пайыз респонденттер жүргізушілерге арналған веб-сайтқа қызуғышылық танытты. Респонденттердің веб-сайтта қарастырылатын тақырыптар тізімі, курс өту уақыты мен бағасы жағынан өз пікірлері мен ұсыныстарын білдірді. Респонденттердің 61,4 пайызын жүргізушілер арасындағы ақпарат алмасу тақырыбы қызықтырады. Респонденттердің 67,3 пайызы курстың қысқа мерзімді, 22,8 пайызы орта мерзімді, 9,9 пайызы ұзақ болуын қалайды. Респонденттердің 58,4 пайызы курстың бағасы тегін болғанын, 29,7 пайызы 5000 тенге бастап 10000 тенгеге дейін, 11,9 пайызы 10000 тенгеден жоғары бағаны төлеуге дайын.

Қорытынды

Жүргізушілерді оқытуда веб-сайттарды пайдалану дәстүрлі оқыту әдістерін өзгертетін ыңғайлы және тиімді тәсілі болып табылады. Бұл инновациялық тәсіл жол қауіпсіздігі туралы білім алуға және көлік жүргізу дағдыларын жақсартуға жаңа мүмкіндіктерді ашады. Веб-платформалар интерактивті сабақтарды, бейне нұсқаулықтарды, тесттер мен тренажерларды қоса алғанда, білім беру материалдарын қол жетімді етеді, бұл оқушыларға материалды өз қарқынымен және ыңғайлы уақытта үйренуге мүмкіндік береді.

Дегенмен, көлік жүргізуді үйрену тек онлайн ресурстармен шектелмейтінін есте ұстаған жөн. Веб-сайттар жолда нақты тәжірибе беретін және алған білімдерін нығайтатын практикалық әрекеттермен толықтырылуы керек.

Жүргізушілерді оқыту үшін веб-сайттарды пайдалану технологияның оқу процесін жақсартудағы және жол қауіпсіздігін жақсартудағы әлеуетін

көрсетеді. Бұл инновациялық тәсіл жол қозғалысы мәдениетін арттыруға және апаттылықты азайтуға бағытталған маңызды қадам болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 Дэвид Фланаган. JavaScript : полное руководство [Текст] // Компьютерное издательство Диалектика. – 2021. – 706 с.
- 2 Джона Дакетт. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов [Текст]. – Изд-во Эксмо, 2018. – 152 с.
- 3 Иванов, С. С. Начнем. Python. Просто о сложном [Текст]. – Изд-во Наука и Техника, 2023. – 86 с.
- 4 Владимир Дронов. HTML и CSS. 25 уроков для начинающих [Текст]. – BHV-СПб, 2020. – 400 с.
- 5 Стив Круг. Не заставляйте меня думать. 3-е издание. [Текст]. – Эксмо. – 2021. – 256 с.
- 6 Джона Дакетт. Javascript и jQuery. Интерактивная веб-разработка [Текст]. – Э, 2017. – 641 с.
- 7 Хавербеке Марейн. Выразительный JavaScript [Текст]. – Изд-во Питер, 2019. – 480 с.
- 8 Алексей Громаковский. Я не умею водить [Текст]. – Эксмо, 2018. – 115 с.
- 9 Юрий Гейко. Азбука водителя, или как не совершать глупых ошибок за рулем [Текст]. – Рипол-Классик, 2021. – 252 с.
- 10 Денис Малахов. За рулем без страха и сомнений [Текст]. – Изд-во Перо, 2022. – 676 с.

REFERENCES

- 1 Devid Flanagan. JavaScript: polnoe rukovodstvo [JavaScript: a complete guide] [Text] // Kompyuternoe izdatelstvo Dialektika. – 2021. – 706 p.
- 2 Dzhona Dakett. HTML i CSS. Razrabotka i dizajn veb-sajtov [HTML and CSS. Development and design of websites] [Text]. – Izd-vo Eksmo, 2018. – 152 p.
- 3 Ivanov, S. S. Nachnem. Python. Prosto o slozhnom [Let's start. Python. Just about the difficult] [Text]. – Izd-vo Nauka i Tehnika, 2023. – 86 p.
- 4 Vladimir Dronov. HTML i CSS. 25 urokov dlya nachinayushih [HTML and CSS. 25 lessons for beginners] [Text]. – BHV-CPb, 2020. – 400 p.
- 5 Stiv Krug. Ne zastavlyajte menya dumat. 3-e izdanie. [Don't make me think. 3rd edition] [Text]. – Eksmo, 2021. – 256 p.
- 6 Dzhona Dakett. Javascript i jQuery. Interaktivnaya veb-razrabotka [Javascript and jQuery. Interactive web development] [Text]. – E, 2017. – 641 p.

- 7 Haverbeke Marejn. Vyrazitelnyj JavaScript [Expressive JavaScript] [Text]. – Izd-vo Piter, 2019. – 480 p.
 - 8 Aleksej Gromakovskij. Ya ne umeyu vodit. [I can't drive] [Text]. – Eksmo, 2018. – 115 p.
 - 9 Yuriy Gejko. Azbuka voditelya, ili kak ne sovershat glupyh oshibok za rulem [he driver's ABC, or how not to make stupid mistakes at the wheel] [Text]. – Ripol-Klassik, 2021. – 252 p.
 - 10 Denis Malahov. Za rulem bez straha i somnenij [Driving without fear and doubt] [Text]. – Izd-vo Peroyu, 2022. – 676 p.
- 26.01.24 ж. баспаға түсті.
08.02.24 ж. түзетулерімен түсті.
17.03.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Ә. И. Баязит, Н. Н. Дюсенгазина, Ж. С. Алимова**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 26.01.24.

Поступило с исправлениями 08.02.24.

Принято в печать 17.03.24.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Веб-сайты стали неотъемлемой частью процесса обучения водителей транспортных средств, обеспечивая доступ к различным образовательным ресурсам. Они предлагают онлайн-курсы, тесты и множество учебных материалов, которые обеспечивают гибкость и удобство на разных этапах. Интерактивные платформы предоставляют учащимся доступ к актуальной информации, законам и регулированию дорожного движения. Кроме того, веб-сайты предлагают возможность обмена опытом, форумы для обсуждения тем и советы по улучшению ваших навыков вождения. Это дополняет традиционные методы обучения, предоставляя более доступные и обширные ресурсы для будущих водителей. Использование веб-сайтов при подготовке водителей транспортных средств демонстрирует эффективное современное применение технологий в сфере образования и улучшает качество подготовки специалистов в этой области.

Основная цель этой статьи-изучить эффективность и влияние веб-ресурсов на процесс обучения водителей. В статье

рассматривается и демонстрируется потенциал онлайн-ресурсов для улучшения процесса обучения водителей.

В статье анализируются результаты опроса 102 корреспондентов о продолжительности курса, цене и темах, рассматриваемых на веб-сайте для водителей, а также результаты SWOT-анализа и сравнительного анализа.

Ключевые слова: разработка веб-сайта, проездные, обучение водителей, образование, современные технологии.

***A. I. Bayazit, N. N. Dyussengazina, Zh. S. Alimova**
Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar
Received 26.01.24.
Received in revised form 08.02.24.
Accepted for publication 17.03.24.

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF MOTORISTS

Websites have become an integral part of the driver training process, providing access to various educational resources. They offer online courses, tests and a wide range of educational materials that provide flexibility and convenience at different stages. Interactive platforms provide students with access to up-to-date information, traffic laws and regulations. In addition, the websites offer the opportunity to exchange experiences, forums to discuss topics and tips to improve your driving skills. It complements traditional training methods, providing an affordable and wide range of resources for future drivers. The use of websites in the training of motorists indicates the effective modern use of technologies in the field of education and improves the quality of training specialists in this field.

The main purpose of this article is to consider the effectiveness and impact of web resources on the driver training process. The article discusses and demonstrates the potential of online resources in improving the driver training process.

The article analyzes a survey of 102 correspondents on the duration, price and topics covered by the course on the website for drivers and the results of the SWOT analysis and comparative analysis.

Keywords: website development, driving skills, driver training, education, modern technologies.

МРНТИ 50.49.37

<https://doi.org/10.48081/KUPZ3280>

***М. К. Бейсенов, Н. К. Токжигитова**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: meirbek-dev@pm.me

АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Распознавание лиц является важной технологией, которая имеет множество применений, включая мониторинг посещаемости. В последние годы нейронные сети стали доминирующим подходом к распознаванию лиц, предлагая высокую точность и гибкость. Однако существует множество различных архитектур нейронных сетей для распознавания лиц.

В этой статье исследуются компромиссы между тремя популярными архитектурами нейронных сетей для распознавания лиц в контексте систем мониторинга посещаемости. Исследование углубляется в сильные и слабые стороны сверточных нейронных сетей, FaceNet и сиамских сетей, анализируя их эффективность в решении таких факторов, как вычислительные ресурсы и доступность данных. Анализируя их возможности и ограничения, статья призвана осветить оптимальный архитектурный выбор для конкретных приложений, будь то приоритет высокой точности, эффективности использования ресурсов или устойчивости к изменениям в позе и освещении.

Работа изучает сложную среду архитектур распознавания лиц, предлагая тонкое понимание их пригодности для мониторинга посещаемости на основе различных ограничений и желаемых результатов и направлена на то, чтобы предоставить технологическим архитекторам информацию, необходимую для принятия обоснованных решений при выборе архитектуры, которая лучше всего соответствует их конкретным потребностям.

Ключевые слова: распознавание лиц, мониторинг посещаемости, архитектуры нейронных сетей, сверточные нейронные сети, сиамские сети, искусственный интеллект.

Введение

Распознавание лиц – это технология, созданная Вудро Уилсоном (Вудди) Бледсоу в 1966 году, которая позволяет сопоставлять человеческие лица с помощью цифровых изображений или видеозаписей через базу данных лиц. Распознавание лиц стало идеей, позволяющей компьютерам быстро и точно находить и распознавать человеческие лица [1]. Для повышения производительности и точности распознавания лиц было разработано множество алгоритмов, со своими слабыми и сильными сторонами, и соответствующими предпочтительными сценариями использования [2]. Выбор архитектуры нейронной сети имеет первостепенное значение при разработке системы распознавания лиц, поскольку он глубоко влияет на производительность и общую эффективность системы.

Актуальность темы обусловлена недостатком исчерпывающих ответов на вопросы, связанные с выбором оптимальной архитектуры нейронных сетей в контексте распознавания лиц. Несмотря на продвинутые технологии в области компьютерного зрения, существующие системы часто сталкиваются с низкой скоростью обработки, неудовлетворительной точностью и чувствительностью к изменениям условий освещения.

Практическая значимость статьи заключается в том, что она может быть использована для разработки более эффективных систем распознавания лиц. Результаты исследования могут быть использованы в таких областях, как биометрическая аутентификация, контроль доступа, видеонаблюдение и т.д.

Материалы и методы

Теоретический анализ и обзор литературы по распознаванию лиц с использованием нейронных сетей; анализ преимуществ и недостатков различных архитектур нейронных сетей для распознавания лиц; сбор и подготовка набора данных; сбор изображений лиц из различных источников; обучение нейронных сетей; оценка точности нейронных сетей.

Результаты и обсуждение

Свёрточные нейронные сети (CNN) представляют собой разумный выбор при разработке систем распознавания лиц, основанный на их присущей способности извлекать и различать сложные закономерности в изображениях. Эта сверточная архитектура, вдохновленная организацией зрительной коры в биологических системах, продемонстрировала высокую эффективность в задачах обработки изображений, благодаря способности справляться с пространственными иерархиями и абстракцией функций, что делает свёрточные нейронные сети подходящими для распознавания лиц – области, требующей распознавания сложных черт лица и их пространственных отношений [3]. Принцип работы CNN предполагает применение сверточных

слоев для захвата локальных шаблонов и иерархических представлений, что позволяет сети автономно изучать отличительные признаки.

Преимущества использования CNN в распознавании лиц выходят за рамки извлечения признаков. Трансферное обучение, метод, при котором предварительно обученные модели на обширных наборах данных адаптируются для конкретных задач, может быть использован для смягчения проблемы нехватки данных, часто возникающей в приложениях распознавания лиц. Этот подход позволяет модели наследовать знания из более широких наборов данных изображений, расширяя ее возможности обобщения. Кроме того, включение слоев объединения помогает в пространственной понижающей дискретизации, уменьшая вычислительную нагрузку при сохранении основных функций. Методы пакетной нормализации и исключения способствуют регуляризации, предотвращая переобучение и повышая надежность модели. Эти соображения в совокупности подчеркивают актуальность CNN в контексте распознавания лиц.

Тем не менее, к присущим сверточным нейронным сетям ограничениям и потенциальным недостаткам относятся:

1 Вычислительная интенсивность. Архитектурная сложность CNN, требует значительных вычислительных ресурсов во время обучения и вывода, а следовательно, ограничивающим фактором в средах с ограниченными ресурсами, потенциально препятствуя развертыванию в реальном времени.

2 Зависимость от данных. CNN процветают благодаря большим объемам размеченных данных для эффективного обучения. В сценариях распознавания лиц получение разнообразного и репрезентативного набора данных может оказаться сложной задачей. Ограниченные данные могут привести к переобучению, когда модель не может обобщить незнакомые лица и привести низкой точности.

3 Устойчивость к состязательным атакам. CNN продемонстрировали уязвимость к состязательным атакам, при этом небольшие искажения входных изображений могут привести к неправильной классификации. В контексте распознавания лиц такая уязвимость создает проблемы безопасности, поскольку злоумышленники могут использовать эти уязвимости для обмана системы [4].

4 Специфика домена. CNN проявляют ограничения при столкновении с изменением освещения, позы или окклюзии.

Архитектура FaceNet, разработанная для распознавания лиц с использованием сетей тройных потерь, представляет собой новаторский подход в области систем распознавания лиц. FaceNet, разработанный исследователями Google, использует глубокие нейронные сети и функцию триплетной потери для отображения черт лица в многомерном пространстве,

облегчая точную проверку и идентификацию лица [5]. Использование триплетной потери гарантирует, что сеть изучает вложения так, что расстояние между вложениями одного и того же человека сводится к минимуму, а расстояние между вложениями разных людей максимизируется [6]. FaceNet обычно использует архитектуру глубоких нейронных сетей, часто основанную на исходной архитектуре, для захвата сложных черт лица в различных масштабах. Архитектура состоит из нескольких сверточных слоев, слоев пула и полностью связанных слоев. Примечательно, что сеть выводит представления (векторы признаков), которые представляют уникальные характеристики каждого лица. Во время обучения FaceNet предоставляется тройка изображений лиц, состоящая из основного изображения, положительного изображения и отрицательного изображения. Модель оптимизирована для минимизации потерь триплетов в наборе данных. Этот процесс заставляет сеть изучать отличительные особенности для точного распознавания лиц.

Плюсы архитектуры FaceNet:

1 Устойчивость к изменениям: формулировка тройной потери позволяет сети быть устойчивой к изменениям в освещении, позе и выражениях, поскольку она фокусируется на функциях обучения, которые инвариантны в пределах одной и той же личности и различаются у разных личностей [7].

2 Обучение работе с небольшими наборами данных: сети триплетных потерь могут быть эффективны даже с относительно небольшими наборами размеченных данных. Использование триплетов помогает эффективно использовать информацию в обучающих выборках.

Минусы архитектуры FaceNet:

1 Чувствительность гиперпараметра: эффективность Triplet Loss Networks зависит от тщательной настройки гиперпараметров, включая запас в функции потерь [8].

2 Дисбаланс данных: дисбаланс в распределении положительных и отрицательных пар в наборе обучающих данных может повлиять на производительность сети.

3 Необходимость в качественных аннотациях: обучение сети тройных потерь требует точных и надежных аннотаций для положительных и отрицательных пар. Получение высококачественных размеченных данных может быть сложной и ресурсоемкой задачей.

Сиамская архитектура нейронных сетей, известна своей эффективностью в задачах, связанных с оценкой сходства или несходства, является привлекательным решением сложных проблем, связанных с распознаванием лиц, благодаря своей тандемной структуре, в которой две идентичные подсети имеют общий вес и архитектуру [9]. Эти подсети одновременно

обрабатывают разные входные данные, что позволяет извлекать отличительные признаки. В контексте распознавания лиц эта архитектура превосходно распознает тонкие нюансы черт лица, необходимые для точной идентификации.

Суть сиамской сети заключается в ее способности обучаться надежному пространству встраивания, в котором похожие лица расположены проксимально, а несходные лица четко разделены. Это достигается за счет формулировки функции потерь, которая способствует минимизации расстояний между вложениями идентичных граней при одновременной максимизации расстояний для несовпадающих пар. Следовательно, сеть развивает врожденную способность различать черты лица с высокой степенью точности.

Способность сиамской архитектуры эффективно работать с ограниченными размеченными данными [10], учитывая проблемы, связанные с получением обширных наборов данных для приложений распознавания лиц. Более того, сиамская сеть превосходна в сценариях, где количество положительных образцов значительно меньше, чем отрицательных образцов.

Процесс обучения включает в себя представление в сети пар изображений лиц вместе с соответствующими метками, обозначающими, совпадают ли лица или нет. Посредством итеративной оптимизации сеть уточняет свои параметры, чтобы создать различительное пространство для встраивания, способствующее точному распознаванию лиц. После обучения система может эффективно сравнивать и идентифицировать лица на основе изученных вложений.

Архитектура сиамских нейронных сетей представляет заметные преимущества в контексте систем распознавания лиц, но имеет недостатки охватывающие различные аспекты сиамской архитектуры:

1. Сложность проектирования и реализации: внедрение и тонкая настройка сиамской сети требует детального понимания архитектуры нейронных сетей и методологий обучения, что приводит к высокой сложности разработки системы.

2. Ограниченное обобщение для вариаций поз: сиамские сети могут столкнуться с проблемами, когда сталкиваются со значительными вариациями поз в изображениях лиц. Хотя сети можно научить обрабатывать незначительные изменения позы, экстремальные изменения могут повлиять на их способность точно идентифицировать совпадающие лица.

Выводы

В статье рассмотрены преимущества и недостатки трех архитектур нейронных сетей, являющихся популярными решениями для разработки систем мониторинга посещаемости с использованием распознавания лиц.

На основании анализа преимуществ и недостатков различных архитектур нейронных сетей для распознавания лиц можно сделать следующие выводы:

CNN представляют собой эффективный подход к распознаванию лиц, но им требуется значительная вычислительная мощность и большие наборы данных для достижения высокой точности.

Архитектура FaceNet демонстрирует высокую точность распознавания лиц в различных условиях, но она требует тщательной настройки гиперпараметров и качественных аннотаций.

Сиамские нейронные сети являются эффективным решением для распознавания лиц с ограниченными наборами данных, но они могут столкнуться с проблемами при распознавании лиц с большими вариациями поз.

REFERENCES

1 **Khawla Alhanaee, Mitha Alhammadi, Nahla Almenhali, Maad Shatnawi.** Face Recognition Smart Attendance System using Deep Transfer Learning // Procedia Computer Science. – Volume 192. – 2021. – P. 4093–4102, ISSN 1877-0509. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.184>.

2 **Andre Budiman, Fabian, Ricky Aryatama Yaputera, Said Achmad, Aditya Kurniawan.** Student attendance with face recognition (LBPH or CNN): Systematic literature review // Procedia Computer Science. – Volume 216. – 2023. – P. 31–38. – ISSN 1877-0509. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.108>.

3 **Surya Teja Chavali, Charan Tej Kandavalli, T. M. Sugash, R Subramani.** Smart Facial Emotion Recognition with Gender and Age Factor Estimation // Procedia Computer Science. – Volume 218. – 2023. – P. 113–123. – ISSN 1877-0509. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.407>.

4 **Deepti Saraswat, Pronaya Bhattacharya, Tirth Shah, Rushi Satani, Sudeep Tanwar.** Anti-spoofing-enabled Contactless Attendance Monitoring System in the COVID-19 Pandemic // Procedia Computer Science. – Volume 218. – 2023. – P. 1506–1515. – ISSN 1877-0509. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.129>.

5 **Anwar Shah, Bahar Ali, Masood Habib, Jaroslav Frnda, Inam Ullah, Muhammad Shahid Anwar.** An ensemble face recognition mechanism based on three-way decisions // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – Volume 35. – Issue 4. – 2023. – P. 196–208. – ISSN 1319-1578. – <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.03.016>.

6 **Joseph A. Mensah, Justice K. Appati, Elijah K. A. Boateng, Eric Ocran, Louis Asiedu.** FaceNet recognition algorithm subject to multiple constraints:

Assessment of the performance // Scientific African. – Volume 23. – 2024. – e02007. – ISSN 2468-2276. – <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e02007>.

7 **Lingling Yang, Xingshi Xu, Jizheng Zhao, Huaibo Song.** Fusion of RetinaFace and improved FaceNet for individual cow identification in natural scenes // Information Processing in Agriculture. – 2023. – ISSN 2214-3173. – <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.09.001>.

8 **Joseph A. Mensah, Justice K. Appati, Elijah K.A Boateng, Eric Ocran, Louis Asiedu.** FaceNet recognition algorithm subject to multiple constraints: Assessment of the performance // Scientific African. – Volume 23. – 2024. – e02007. – ISSN 2468-2276. – <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e02007>.

9 **I. Melekhov, J. Kannala and E. Rahtu,** «Siamese network features for image matching», 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Cancun, Mexico. – 2016. – P. 378–383, <https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7899663>.

10 **John Atanbori, Samuel Rose.** MergedNET: A simple approach for one-shot learning in siamese networks based on similarity layers // Neurocomputing, Volume 509. – 2022. – P. 1–10. – ISSN 0925-2312. – <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.08.070>.

Поступило в редакцию 01.02.24.

Поступило с исправлениями 01.02.24.

Принято в печать 20.02.24.

***М. К. Бейсенов, Н. Қ. Токжигитова**

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
01.02.24 ж. баспаға түсті.

01.02.24 ж. түзетулерімен түсті.

20.02.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

БЕТТІ ТАҢУҒА АРНАЛҒАН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ АРХИТЕКТУРАСЫ

Бетті таңу-бұл көптеген қолданыстары бар маңызды технология, соның ішінде сабаққа қатысуды бақылау. Соңғы жылдары нейрондық желілер жоғары дәлдік пен икемділікті ұсына отырып, бетті таңудың басым тәсіліне айналды. Дегенмен, бетті таңуға арналған көптеген әртүрлі нейрондық желі архитектуралары бар. Бұл мақалада трафикті бақылау жүйелері контекстінде бетті таңуға арналған үш танымал нейрондық желі архитектурасы арасындағыссалар қарастырылады. Зерттеу конвульсиялық нейрондық желілердің, FaceNet және сиамдық

жселілердің күшті және әлсіз жақтарын зерттеп, олардың есептеу ресурстары мен деректердің қолжетімділігі сияқты факторларды шешудегі тиімділігін талдайды. Олардың мүмкіндіктері мен шектеулерін талдай отырып, мақала жоғары дәлдікке, ресурстарды пайдалану тиімділігіне немесе поза мен жарықтың өзгеруіне төзімділікке басымдық беру болсын, Нақты қолданбалар үшін оңтайлы архитектуралық таңдауды көрсетуге арналған. Жұмыс бет-әлпетті тану архитектурасының күрделі ортасын зерттейді, олардың әртүрлі шектеулер мен қажетті нәтижелерге негізделген сабаққа қатысуды бақылауға жарамдылығын Мұқият түсінуді ұсынады және технологиялық сәулетшілерге олардың нақты қажеттіліктеріне сәйкес келетін архитектураны таңдауда негізделген шешімдер қабылдау үшін қажетті ақпаратты беруге бағытталған.

Кілтті сөздер: бетті тану, трафикті бақылау, нейрондық желі архитектурасы, конволюциялық нейрондық желілер, сиамдық желілер, жасанды интеллект.

***M. K. Beisenov, N. K. Tokzhigitova**

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 01.02.24.

Received in revised form 01.02.24.

Accepted for publication 20.02.24.

NEURAL NETWORK ARCHITECTURES FOR FACE RECOGNITION

Facial recognition is an important technology that has many applications, including attendance monitoring. In recent years, neural networks have become the dominant approach to facial recognition, offering high accuracy and flexibility. However, there are many different neural network architectures for face recognition.

This paper examines the trade-offs between three popular neural network architectures for facial recognition in the context of attendance monitoring systems. The study delves into the strengths and weaknesses of convolutional neural networks, FaceNet and Siamese networks, analyzing their effectiveness in addressing factors such as computational resources, data availability. By analyzing their capabilities and limitations, the article aims to highlight optimal architectural choices for specific

applications, whether prioritizing high precision, resource efficiency, or resilience to changes in pose and lighting.

The work examines the complex landscape of facial recognition architectures, offering a nuanced understanding of their suitability for attendance monitoring based on various constraints and desired outcomes, and aims to provide technology architects with the information needed to make informed decisions when selecting the architecture that best suits their specific needs.

Keywords: face recognition, attendance monitoring, neural network architectures, convolutional neural networks, Siamese networks, artificial intelligence.

<https://doi.org/10.48081/NPYU3254>

***А. А. Куватов, Б. Н. Куватова**

«М. Қабылбеков атындағы орта мектебі» коммуналдық
мемлекеттік мекемесі, Қазақстан Республикасы,
Павлодар облысы Павлодар, Ақсу қ., Алғабас ауылы
*e-mail: plutos666_9@mail.ru

**МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫ ӨЗІРЛЕУ
КЕЗІНДЕ PYTHON МҮМКІНДІКТЕРІ**

Қазіргі заманда әрбір әзірлеуші Python тілінде мобильді немесе веб-қосымшада жұмыс істеу қажеттілігіне тап болуы мүмкін. Python тілінде мобильді құрылғыларға арналған кіріктірілген құралдар жоқ, дегенмен мобильді қосымшаларды құруға болатын пакеттер бар. Python бағдарламалау тілі бағдарламалау тілдерінің арасында бірінші орынды алады. Оның бірден-бір себебі – әлемдік деңгейдегі қосымшаларды құруға арналған керемет кітапханалық қолдаудың болуы. Осындай кітапханалардың бірі – Python-дағы Kivu, ол кросс-платформалық кітапхана болып табылады және көп сенсорлы қосымшаларды жасау үшін қолданылады.

Бұл мақаланың басты мақсаты – Python кросс-платформалық тілде мобильді қосымшаны құру мүмкіндігін көрсету. Өйткені Python әдетте дерекқорлармен жұмыс істейді. Сол себепті тілдің жалпы кітапханалары арқылы мобильді қосымшаны құру мүмкіндігі көрсетілген. Мақалада кросс-платформалық қосымшалар сияқты мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде Python мүмкіндігінің нұсқалары қарастырылады. Python тілін әзірлеу ортасының теориялық жағы да сипатталады. Мақалада Python бағдарламалау тіліне шолу жасалады және де Kivu фреймворктың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады. Python тілінің мобильді қосымша әзірлеу мүмкіндігіне 112 корреспонденттердің сауалнамасы, Python тіліне SWOT талдау нәтижелері мен салыстырмалы талдау нәтижелері бойынша талданады. Kivu фреймворкін қолдана отырып, Python бағдарламалау тілінде кросс-платформаны әзірлеу мүмкіндігі қарастырылады.

Кілтті сөздер: қосымшаларды әзірлеу, Kivu фреймворк, кросс-платформалық қосымша, Python тілі, операциялық жүйелер.

Кіріспе

Қазіргі әлемде адамдар компьютерлік ортада жиі өзара әрекеттеседі және оған сәйкесінше графикалық интерфейсті қажет ететін көптеген әдістер бар. Бұл құрылғылар әртүрлі операциялық жүйелерде жұмыс істей алады: Windows, Linux, MacOS, Android және iOS.

Әр түрлі мәселелерді шешетін көптеген қосымшалар бар (мобильді құрылғыларда да, компьютерлерде де, ноутбуктерде де). Мысалы, бұл жазбаларға, жоспарлауға, әртүрлі ойындарға, оқуға, музыка тыңдауға, бейнелерді көруге, әртүрлі әлеуметтік желілерге, банктерге және т.б. қол жеткізуге арналған қосымшалар.

Бұл қосымшаларды пайдаланушылар әртүрлі операциялық жүйелері бар құрылғыларды пайдалана алады. Сондай-ақ, көбінесе пайдаланушы бірнеше құрылғылардан қосымшада көрсетілетін қызметтерге қол жеткізгісі келеді. Мысалы, ноутбукта (Windows операциялық жүйесімен), планшетте (Android-пен) және телефонда (iOS-пен), барлық құрылғыларда қосымшаға қол жетімділік қажет.

Бұл мақаланың басты мақсаты – Python кросс-платформалық тілде мобильді қосымшаны құру мүмкіндігін көрсету. Міндеттеріне келсек, ол:

Python мүмкіндіктерін зерттеу;

Мобильді әзірлеуді зерттеу;

Мобильді қосымшаны әзірлеуге сәйкес келетін фреймворкты қарастыру және талдау.

Осылайша, әзірлеушінің алдында қосымшаны іске асыруды таңдау мәселесі тұр. Әдетте web қосымшасы, жергілікті қосымшалар және кросс-платформалық қосымшалар сияқты опциялар қарастырылады. Кросс-платформалық қосымша жасаудың ең тиімдісі – Python тілі. Осыған орай мақалада Python тілінің мүмкіншіліктері және Kivu кітапханасы қарастырылады.

Материалдар мен әдістері

Мобильді қосымшаны әзірлеуде Python мүмкіндіктерін сипаттау үшін әртүрлі көздерден алынған мәліметтер, соның ішінде ғылыми журналдардағы мақалалар, оқу құралдары мен оқулықтар пайдаланылды. Алынған ақпаратты жүйелеу үшін мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде Python мүмкіндіктерін тұжырымдамалары арасындағы негізгі сипаттамалар мен айырмашылықтарды анықтауға мүмкіндік беретін SWOT анализ және сауалнама әдістері қолданылды. Алынған нәтижелер мақаланың мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес талданды және жинақталды.

«Мобильді қосымшаны әзірлеу кезіндегі Python мүмкіндіктері» тақырыбы бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің қазіргі әлемінде жоғары

өзектілігі мен практикалық маңыздылығына ие. Осы мәлімдемені қолдайтын негізгі аспектілер:

Python тілінің танымалдығы: Python өзінің қарапайымдылығымен және қуатты мүмкіндіктерімен әлемдегі ең танымал бағдарламалау тілдерінің бірі болып табылады. Python-да мобильді қосымшаларды әзірлеу үшін арнайы жасалған көптеген кітапханалар, құрылымдар мен құралдарды табуға болатын белсенді әзірлеушілер қауымдастығы бар;

Кросс-платформа: Python кросс-платформалық мобильді қосымшаларды әзірлеу үшін тіл ретінде кеңінен қолданылады. Kivy, BeeWare және PySide сияқты құрылымдардың көмегімен әзірлеушілер Android және iOS жүйелерінде жұмыс істейтін қосымшаларды жасай алады. Бұл әртүрлі платформаларда мобильді қосымшаларды әзірлеу және қолдау үшін қажетті уақыт пен ресурстарды қысқартуға мүмкіндік береді;

Құралдар жиынтығының көп болуы: Python-да мобильді қосымшаларды әзірлеу процесін жеңілдететін көптеген құралдар бар. Мысалы, Django шеңбері жоғары өнімділік пен қауіпсіздікті қамтамасыз ете отырып, қосымшалардың серверлік компоненттерін жылдам дамытуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Flask немесе FastAPI сияқты кітапханалар бар, олар мобильді клиенттермен өзара әрекеттесу үшін API жасаудың қарапайым және икемді әдісін ұсынады;

Қосымшалардың кең ауқымы: Python мобильді қосымшалардың әртүрлі түрлерін, соның ішінде әлеуметтік желілерді, мессенджерлерді, ойындарды, бизнес-қосымшаларды және т.б. әзірлеуге жарамды. Python икемділігі мен мүмкіндіктерінің арқасында әзірлеушілер кез келген идеяны шындыққа айналдыра алады, сонымен қатар болашақта қосымшаны оңай масштабтауға және жаңартуға болады.

Python – бұл 80-ші жылдардың соңында Гвидо ван Россум әзірлеген және веб-әзірлеуде, ғылыми қосымшаларда, ойындарда, жасанды интеллектте қолданылатын, сонымен қатар компьютерлік бағдарламалауды үйренуге жақсы сәйкес келетін жоғары деңгейлі тіл. Python оңай оқылатын тіл ретінде жасалған [1]. Сондықтан ол қысқа форматтау стилін қолданады және көбінесе мағыналы ағылшын кілт сөздері мен функция атауларын қолданады. Python – интерпретацияланған бағдарламалау тілі, яғни Python бағдарламалары мәтіндік редакторда жазылады, содан кейін Python аудармашысы орындау үшін өңделеді. Python – бұл Windows, MacOS, Linux және Raspberry Pi үшін қол жетімді кросс-платформалық тіл [2]. Кросс-платформалы әзірлеу – бұл бірнеше операциялық жүйелерге бейімделу мүмкіндігі бар қосымшаны құру тәсілі. Көбінесе кросс-платформаны әзірлеу мобильді қосымшалар үшін қарастырылады (Android Және iOS операциялық жүйелері) [3]. Алайда, десктоп (ағылш. Desktop – жұмыс үстелі) үшін де кросс-платформалық

қосымшаларды әзірлеуге болады (Windows, Linux және MacOS операциялық жүйелері).

Кросс-платформалы әзірлеудің артықшылықтары [4]:

Қосымшаны бірден бірнеше платформаға енгізу үшін аз ресурстар қажет. Жобамен айналысатын бағдарламашыларға дәл екі есе аз қажет. Дизайнер тек бір графика жиынтығын жасайды. Мұның бәрі жұмыс уақыты мен жоба бюджетін азайтады.

Әзірлеуге аз уақыт. Бірегей интерфейс элементтерінің және кросс-платформалық қосымшаларды әзірлеудің қарапайым технологияларының болмауына байланысты қарапайым өнімдерді жасауға уақыт аз болады.

Өнімді жаңартудың жеңілдетілген циклі. Егер жобаға бірдеңе қосу немесе қандай да бір қатені түзету қажет болса, бұл жоба қамтылған барлық платформалар үшін бірден жасалады.

Сайттың мобильді нұсқасын пайдалану мүмкіндігі. Көп жағдайда мобильді қосымшаларды әзірлеудің кросс-платформалық технологиясына арналған тілдер – JavaScript тілдер тобына кіреді. Сондықтан, егер жобада сайттың мобильді нұсқасы болса, код пен материалдардың едәуір бөлігі қосымшада өзгеріссіз қолданыла алады.

Бірыңғай қосымшалы логиканы қолдану. Қосымшаның жұмысына енгізілген логика барлық платформалар үшін бірдей жұмыс істеуге кепілдік береді. Көбінесе бұл операциялық жүйелердің әртүрлі архитектурасына байланысты минус болуы мүмкін.

Кросс-платформалық қосымшалардың кемшіліктері:

Ескіру. Операциялық жүйенің әр жаңартуымен қосымшаны жақсарту, оған жаңа, қол жетімді функционалдылықты қосу мүмкіндігі (қажеттілігі) пайда болады. Жергілікті даму үшін бұл іс жүзінде қиын емес, өйткені жергілікті даму құралдары бұл мүмкіндікті дереу қамтамасыз етеді. Дегенмен, кросс-платформаны әзірлеу кезінде кросс-платформа қосымшасы жазылған жақтаудың жаңартылуын күту керек. Бұл жергілікті қосымшалармен салыстырғанда әлдеқайда ұзағырақ уақыт алуы мүмкін.

Төмен жылдамдық. Көбінесе кросс-платформалық қосымшалар веб-беттер болып табылады, себебі оның орындалу жылдамдығы тез емес. Мысал ретінде айта кетсек, анимация және де суреттерден байқауға болады.

Бастапқы кодтың қорғанбауы. Кросс-платформалық қосымшалардың маңызды кемшіліктерінің бірі – олардың қауіпсіздігі. Жергілікті қосымша ресми дүкенге кірер алдында шифрлануы мүмкін болса да, кросс-платформалы қосымша «жалаңаш» болып қалады. Көптеген кросс-платформалық қосымшалардың негізі HTML парағы болғандықтан, оның бастапқы кодын қарап, қосымшаның өзі қалай жұмыс істейтінін түсінудің қажеті жоқ.

Python тілінің негізгі фреймворктардың бірі – Kivy. Kivy фреймворкі 2011 жылы құрылды, бұл Windows, Mac, Linux және Raspberry Pi жүйелерінде жұмыс істейтін кросс-платформалық құрылым [5]. Пернетақта мен тінтуір арқылы стандартты енгізуден басқа, ол мульти-сенсорды қолдайды, сондықтан оны Android және iOS мобильді дамуы үшін де пайдалануға болады. Kivy сонымен қатар өзінің графикасының GPU жеделдетуін қолдайды, бұл көбінесе OpenGL ES2 қолданудың салдары болып табылады. Жобаның MIT лицензиясы бар, сондықтан кітапхананы ақысыз және коммерциялық бағдарламалық жасақтамамен бірге пайдалануға болады [5].

Қазіргі уақытта Kivy фреймворк мүмкіндіктері KivyMD кітапханасы арқылы айтарлықтай кеңейтілді. MD аббревиатурасы материалдық дизайн дегенді білдіреді (Android және iOS қосымшаларын әзірлеу кезінде Google жасаған стандарт) [5].

Қосымшаны әзірлеу кезінде Kivy арқылы интуитивті интерфейс жасалады – Natural User Interface немесе NUI. Оның басты идеясы – пайдаланушы нұсқаулықты оқымай-ақ бағдарламалық жасақтамаға оңай және тез бейімделе алуы. Kivy жергілікті басқару элементтерін немесе виджеттерді пайдаланбайды [6]. Оның барлық виджеттері теңшелген. Виджеттер – бұл пайдаланушы жұмыс істей алатын экранда көрсетілетін басқару элементтері, мысалы, түймелер, ашылмалы тізімдер және т.б. [7]. Бұл Kivy қосымшаларында барлық платформаларда бірдей көрінетінін білдіреді. Сонымен қатар, бұл қосымшаның сыртқы түрі пайдаланушының жергілікті қосымшаларынан өзгеше болады деп болжайды. Бұл артықшылық та, кемшілік те болуы мүмкін.

Python бағдарламалау тілінде мобильді қосымшаларды әзірлеу үшін екі кітапхана немесе фреймворк бар ол SL4A және Kivy.

SL4A (Scripting Layer for Android) – әртүрлі сценарий тілдерінде жазылған сценарийлерді тікелей Android құрылғыларында жасауға және іске қосуға мүмкіндік беретін кітапхана. SL4A қосымшаларын телефонда да, компьютерде де жасауға болады. SL4A қосымшаларын іске қосу үшін телефонда SL4A серверін іске қосу керек [8].

Кітапхананың артықшылықтарының бірі – жалпы код. Осы кітапхананың көмегімен жазылған бағдарламалық жасақтама оны барлық құрылғыларда кодты өзгертпестен пайдалануға мүмкіндік береді. Фреймворктың архитектурасы бір қосымшаға жазылған модульдерді басқаларында да қолдануға болатындығын болжайды. Фреймворктың маңызды артықшылығы – графикалық үдеткішті қолдау. Барлық код оңтайландырылған және орындалады.

Нәтижелер және талқылау

Мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде Python мүмкіндіктеріне SWOT анализ әзірленді. 1-ші кестеде Python тілінде мобильді қосымша әзірлеген жағдайдағы артықшылықтары мен кемшіліктері, пайдасы мен зияны келтірілді [9].

Кесте 1 – SWOT анализ

Артықшылықтар	Кемшіліктер
– Python тілінің икемділігі мен қуаты: Python тілінің қарапайымдылығы білім беру қосымшаларын құруды жеңілдетеді; – Кросс-платформалық қосымшаларды құру мүмкіндігі: Python-да iOS және Android сияқты әр түрлі платформаларда жұмыс істей алатын қосымшаларды құру мүмкіндігі бар, бұл білім беру орталығының аудиториясын едәуір кеңейте алады; – Үлкен әзірлеушілер қауымдастығы: Python-да үлкен әзірлеушілер қауымдастығы және белсенді қолдау қауымдастығы бар. Бұл Python-да мобильді қосымшаларды жасаушылар үшін көптеген ресурстар, кітапханалар мен құралдар бар дегенді білдіреді.	– Мобильді қосымшаларға қолдау шектеулі: Python бастапқыда веб-қосымшаларға арналған және мобильді қосымшаның әзірлеуіне шектеулі қолдау көрсетеді. Толық мобильді қосымшаны құру үшін қосымша құралдар мен фреймворктарды пайдалану қажет болуы мүмкін. – Өнімділік: Python Java немесе C++ сияқты кейбір басқа бағдарламалау тілдерімен салыстырғанда біршама баяу болуы мүмкін. Бұл қосымша өнімділігінің кейбір шектеулеріне әкелуі мүмкін, әсіресе үлкен көлемдегі деректерді өңдеу немесе күрделі есептеулер жүргізу кезінде.
Пайдасы	Қауіпі
– Қашықтықтан оқытуды арттыру: пандемия жағдайында көптеген білім беру мекемелері оқытуды онлайн форматқа ауыстыру қажеттілігіне тап болады. Python тіліндегі мобильді қосымша қашықтықтан оқытуды арттыруға және білімнің қолжетімділігін арттыруға мүмкіндік береді.	– Деректер қауіпсіздігі: мобильді қосымшалар, әсіресе пайдаланушылардың жеке деректері бар қосымшалар, деректер қауіпсіздігін бұзу қаупіне тап болады. Пайдаланушы деректерін қорғау үшін тиісті қауіпсіздік пен шифрлау шараларын қамтамасыз ету маңызды.

Жоғарыдағы кестеде берілген деректерден осындай нәтиже шығаруға болады: Python тілінің өнімділік жағынан және де әзірлеу жағынан кемшіліктер бар. Python өнімділігінің төмендігінің себебі оның динамикалық табиғаты мен әмбебаптығы болып табылады. Оны әртүрлі мәселелерді шешу құралы ретінде пайдалануға болады. Сол мақсаттарға жету үшін өнімдірек, оңтайландырылған құралдарды іздеуге тырысуға болады. Python-да жазылған қосымшаларды кодты асинхронды орындау мүмкіндіктерін, профильдеу құралдарын және интерпретаторды дұрыс таңдау арқылы оңтайландыруға болады.

Деректердің қауіпсіздігін айтарлықтай жоғарылату үшін: Python бағдарламасының ең соңғы нұсқасын пайдалану;

Виртуалды органы пайдалану;
Жұқтырған пакеттерден сақ болу;
Импорттау жолдарын тексеру;
SQL инъекциясынан қорғану;
Криптография үшін ruscryptodome пайдалану.
Bandit-ті пайдалану;
Серверлердегі бағдарламалық жасақтаманы жаңарту керек.

Мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде Python мүмкіндіктерін қолдану бойынша, бағдарламалаудан хабары бар респонденттердің арасында сауалнама жүргізілді. Сауалнамаға 112 респондент қатысты. Сауалнамада келесі сұрақтар қарастырылды:

Сіз қандай жас санатына кіресіз?
Сіздің жынысыңыз?
Сізге Python тілінде мобильді қосымшаны әзірлеу идеясы қызықтырады ма?
Python тілінде қосымшаны әзірлеу жақсы таңдау деп ойлайсыз ба?
Қосымша үшін қандай операциялық жүйені қалайсыз?
Қосымша үшін монетизацияның қандай түрін қалайсыз?
Қосымшадан келесі функционалдықтардың қайсысын күтесіз?
Оқытуда мобильді қосымшаларды пайдаланудың қандай артықшылықтары сіз үшін маңызды?

Қосымшаға қосу үшін кері байланыстың қай түрін ең пайдалы деп санайсыз? (Сізге сәйкес келетіндердің барлығын таңдаңыз)

Қосымша дизайнында көргіңіз келетін ерекшеліктер бар ма?
Әзірленетін қосымшаға қосатын ұсынысыңыз болса төменге жазыңыз
Сауалнама нәтижесінде ең көп жас санаты 30 бен 50 аралығы. Респонденттердің 80,4 пайызы әйел адам. Ал 97,3 пайыз респонденттер Python тілінде мобильді қосымша жасауға қызығушылық танытты. Респонденттердің қосымшаның функционалдылығы, кері байланыс түрі, дизайн ерекшелігі жағынан өз пікірлері мен ұсыныстарын білдірді.

Сондай-ақ, мобильді қосымшаларды әзірлеуге арналған құралдардың салыстырмалы талдауы келесі қорытындыларға мүмкіндік береді [10]:

SL4A кітапханасы, Kivy-ден айырмашылығы, графикалық интерфейсті құру үшін HTML белгілеу құралдарымен шектеледі.

SL4A-да жазылған қосымшалардың өнімділігі Kivy-де жазылған қосымшаларға ойнатылады.

Kivy кітапханасы арқылы жазылған қосымшалар кросс-платформа болып табылады.

Бағдарламалық жасақтаманы бір рет жазуға болады және ол кодты өзгертпестен әр түрлі құрылғыларда жұмыс істейді.

Қорытынды

Қосымшаны іске асырудың нақты технологияларын таңдау көптеген факторларға байланысты, мысалы, қандай операциялық жүйелер мен құрылғыларға қосымшаны әзірлеу керек, қосымшаның қажетті функционалдығы, әзірлеушінің субъективті қалауы және тағы басқалар.

Кросс-платформаны әзірлеуге арналған көптеген құрылымдар бар және белгілі бір құрылымды таңдауда жеке қалаулар бар, соның ішінде бағдарламалау тілі де маңызды рөл атқарады. Python бағдарламалау тілі мен Kivy фреймворкі – бұл бағдарламалауды жаңадан бастағандар үшін немесе берілген тілді қалайтындар үшін тамаша таңдау. Сондай-ақ, стартаптар үшін, тез арада нарыққа шығарылатын және өнімді одан әрі арттыру үшін, аудиторияны жинайтын жобалар үшін таптырмас таңдау.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Жуков, Р. А. Язык программирования Python : практикум [Текст]. – ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М». – М. : 2019. – 216 с.

2 Кизянов, А. О., Лучанинов, Д. В. Разработка игры 2048 на фреймворке [Текст]. [Текст] Kivy – 2016.

3 Слива, М. В. Кроссплатформенный подход как средство унификации обучения программированию в различных операционных системах [Текст]. – 2012.

4 Мишунина, Н. О. Проблемы разработки кроссплатформенных мобильных приложений [Текст] – 2015.

5 Федетова, А. И., Гильванов, Р. Г. Разработка кросс-платформенных приложений на языке Python и фреймворке [Текст]. [Текст] Kivy. – 2022.

6 Таравский, Е. А., Сингатуллов, И. Ш. Использование Kivy framework для создания мобильного приложения на языке программирования Python [Текст]. – 2020.

7 Васильев, Д. Э., Хашковский, В. В. Особенности разработки виджетов с асинхронным обменом данными на платформе Android [Текст]. – 2017.

8 Xing, Y. A. Class Attendance System Based on SL4A [Текст]. – 2019.

9 Таршхоева, Ж. Т. Язык программирования Python. Библиотеки Python [Текст]. – 2021.

10 Изукаев, Е. В., Шуклин, Д. А. Сравнительный анализ разработки мобильных приложений на Python [Текст]. – 2016.

REFERENCES

1 **Zhukov, R. A.** Yazy`k programmirovaniya Python : praktikum [Python Programming language : a practical course] [Text]. – «Nauchno-izdatel'skij centr INFRA-M», Moscow : 2019. – 216 p.

2 **Kizyanov, A. O., Luchaninov, D. V.** Razrabotka igry` 2048 na frejmvorke Kivy [Development of the game 2048 on the Kivy framework] [Text]. – 2016.

3 **Sliva, M. V.** Krossplatformenny`j podxod kak sredstvo unifikacii obucheniya programmirovaniyu v razlichny`x operacionny`x sistemax [Cross-platform approach as a means of unifying programming training in various operating systems] [Text]. – 2012.

4 **Mishunina N. O.** Problemy` razrabotki krossplatformenny`x mobil`ny`x prilozhenij [Problems of cross-platform mobile application development] [Text]. – 2015.

5 **Fedetova, A. I., Gil`vanov R. G.** Razrabotka kross-platformenny`x prilozhenij na yazy`ke Python i frejmvorke Kivy [Development of cross-platform applications in Python and the Kivy framework] [Text] – 2022.

6 **Taravskij, E. A., Singatullo, I. Sh.** Ispol`zovanie Kivy framework dlya sozdaniya mobil`nogo prilozheniya na yazy`ke programmirovaniya Python [Using the Kivy framework to create a mobile application in the Python programming language] [Text]. – 2020.

7 **Vasil`ev, D. E., Xashkovskij, V. V.** Osobennosti razrabotki vidzhetov s asinxronny`m obmenom dannny`mi na platforme Android [Features of developing widgets with asynchronous data exchange on the Android platform] [Text]. – 2017.

8 **Xing, Y. A.** Class Attendance System Based on SL4A [Text]. – 2019.

9 **Tarshxoeva Zh. T.** Yazy`k programmirovaniya Python. Biblioteki Python [The Python programming language. Python Libraries] [Text]. – 2021.

10 **Izukaev, E. V., Shuklin, D. A.** Sravnitel`ny`j analiz razrabotki mobil`ny`x prilozhenij na Python [Comparative analysis of mobile application development in Python] [Text]. – 2016.

12.12.23 ж. баспаға түсті.

14.12.23 ж. түзетулерімен түсті.

17.03.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***А. А. Куватов¹, Б. Н. Куватова²**

¹Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

²«Средняя школа имени М. Кабылбекова», Республика Казахстан, Павлодарской области Павлодар, г. Аксу, село Алгабас

Поступило в редакцию 12.12.23.

Поступило с исправлениями 14.12.23.

Принято в печать 17.03.24.

ВОЗМОЖНОСТИ PYTHON ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

В наше время каждый разработчик может столкнуться с необходимостью работать над мобильным или веб-приложением на Python. Python не имеет встроенных инструментов для мобильных устройств, хотя существуют пакеты, которые можно использовать для создания мобильных приложений. Язык программирования Python занимает первое место среди языков программирования. Единственная причина – это отличная поддержка библиотек для создания приложений мирового класса. Одной из таких библиотек является Kivy на Python, которая является кросс-платформенной библиотекой и используется для создания мультисенсорных приложений.

Основная цель этой статьи – продемонстрировать возможность создания мобильного приложения на кросс-платформенном языке Python. Потому что Python обычно работает с базами данных. По этой причине показана возможность создания мобильного приложения через общие библиотеки языка. В статье рассматриваются варианты функций Python при разработке мобильных приложений, таких как кроссплатформенные приложения. Также будет описана теоретическая сторона среды разработки языка Python. В статье дается обзор языка программирования Python, а также рассматриваются преимущества и недостатки фреймворка Kivy. Возможность разработки мобильного приложения языка Python анализируется на основе опросов 112 корреспондентов, результатов SWOT-анализа языка Python и результатов сравнительного анализа. Рассматривается возможность кросс-платформенной разработки на языке программирования Python с использованием фреймворка Kivy.

Ключевые слова: разработка приложений, Kivy фреймворк, кросс-платформенные приложения, язык Python, операционные системы.

***A. A. Kuvatov, B. N. Kuvatova**

¹Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

²«Secondary school named after M. Kabyrbekov»

of Republic of Kazakhstan, Pavlodar region, Aksu, Algas village

Received 12.12.23.

Received in revised form 14.12.23.

Accepted for publication 14.03.24.

PYTHON FEATURES IN MOBILE APP DEVELOPMENT

Nowadays, every developer may face the need to work on a mobile or web application in Python. Python does not have built-in tools for mobile devices, although there are packages that can be used to create mobile applications. The Python programming language ranks first among programming languages. The only reason is the excellent library support for creating world class applications. One of these libraries is Kivy in Python, which is a cross-platform library and is used to create multi-touch applications.

The main purpose of this article is to demonstrate the ability to create a mobile application in the cross-platform language Python. Because Python usually works with databases. For the same reason, the possibility of creating a mobile application through the common libraries of the language is indicated. The article discusses options for the Python feature when developing a mobile application, such as cross-platform applications. The theoretical side of the Python language development environment is also described. The article provides an overview of the Python programming language and discusses the advantages and disadvantages of the Kivy framework. The ability of the Python language to develop a mobile application is analyzed by a survey of 112 correspondents based on the results of SWOT analysis and comparative analysis of the Python language. The possibility of cross-platform development in the Python programming language using the Kivy framework is considered.

Keywords: application development, Kivy framework, cross-platform application, Python language, operating systems.

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»

SRSTI 29.19.09

<https://doi.org/10.48081/WRAL2534>

***M. B. Akramov**

Tajik Technical University named after academician

M.S.Osimi Dushanbe, Tajikistan

ABOUT RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON ALUMINUM

This article discusses aluminum-based composite materials and its use in the technological process. The production of alloys and composite materials based on aluminum with specified physical, chemical and mechanical-technological characteristics is one of the key tasks of modern materials science. The properties of these materials depend on the purity and structure of the aluminum. There are numerous data on the thermodynamic properties of aluminum alloys, but they often differ due to differences in testing methods and purity of materials. Modern analysis methods, such as optical emission spectral analysis (OESA), allow achieving high accuracy and compliance with international standards. OESA is fast, highly accurate, has low detection limits and simple sample preparation. The Spectral Laboratory of State Unitary Enterprise «TalCo» carried out studies that confirmed the effectiveness of OESA for the analysis of aluminum alloys, providing high accuracy and reliability of the data necessary to improve the performance characteristics of materials, improve the quality, availability and expand their use in various industries.

Keywords: thermodynamic properties, microstructure, spectral analysis, emission spectrum, phase inclusions.

Introduction

The production of various alloys and composite materials based on aluminum with certain physical-chemical and mechanical-technological characteristics is one of the key tasks in modern metallurgy. Aluminum and its alloys are widely used in various industries due to their unique properties, such as lightness, high corrosion

resistance, good thermal and electrical conductivity. However, to achieve optimal performance characteristics of materials, it is necessary to carefully control their composition and microstructure [1].

The physical and technological properties of composite materials based on aluminum in various states depend not only on its purity, but also on microstructural features, such as grain size, the presence of phase inclusions and the distribution of alloying elements. This is why it is so important to conduct a detailed analysis of the chemical composition and microstructure of samples. There is a wealth of data on the thermodynamic properties of various aluminum-based alloys and composite materials, but they often vary due to differences in research techniques and material purity used by different researchers [2]. This highlights the importance of conducting experimental studies to accurately determine the composition and microstructure of materials.

Materials and methods

Modern analysis methods, such as optical emission spectral analysis (OESA), provide high accuracy and compliance with international standards. OESA is one of the most popular methods for analyzing the elemental composition of materials due to its rapidity, high accuracy, low detection limits, low cost and ease of sample preparation. In metallurgy and mechanical engineering, OESA is widely used to analyze the composition of metals and alloys, which makes it possible to control product quality and optimize production processes [3; 4].

The operating principle of an optical emission spectrometer is that atoms of elements emit light of specific wavelengths when excited. To do this, the atoms must be excited, for example, using an electrical discharge or a laser. The intensity of radiation of a certain wavelength is proportional to the number of atoms of a given element in the sample, which allows for quantitative analysis. This makes OESA an indispensable tool for accurately determining the content of elements in a material [5; 8].

Our experimental studies, carried out in the Spectral Laboratory of State Unitary Enterprise TalCo, made it possible to determine the chemical composition and microstructure of the samples with high accuracy. Using advanced analysis methods and modern equipment, we ensured the reliability and reproducibility of the data obtained, which is important for the further use of these materials in various technological processes. Thus, accurate analysis of the chemical composition and microstructure of aluminum alloys and composite materials is an important step towards improving their performance characteristics and expanding their applications.

To ensure that the intensities of the spectral lines we selected did not differ too sharply from each other, we chose lines whose intensity ratio does not exceed 10, i.e. is within the range of $0.1 \leq I_{pr} / I_{basic} \leq 10$, since otherwise the accuracy

of the determinations decreases. In addition, both lines (analytical line λ_{pr} and the comparison line λ_{basic}) must be in the same part of the spectrum within approximately 10 nm ($\lambda_{pr} - \lambda_{basic} = 10$ nm) so that the dependence of the radiation receiver readings on the wavelength does not affect [6]. Thus, the main requirements for the selected pair will be:

$$\Delta E \leq 1 \text{ eV}$$

$$\lambda_{pr} - \lambda_{basic} \leq 10 \text{ nm}$$

$$0.1 \leq I_{pr} / I_{basic} \leq 10$$

A pair of lines that meets these requirements is called a homologous pair, which we took into account during the analysis.

Depending on the method of intensity assessment, the following methods of quantitative spectral analysis are distinguished: 1) visual; 2) photographic; 3) photoelectric [7].

Results and discussion

To analyze the samples, we used the photographic method of spectral analysis; we chose a tungsten electrode as the counter electrode [9]. Observing the above conditions, we studied the chemical composition of 15 samples of composite materials. Below, Table 1 shows the results of the spectral analysis.

Table 1 – Results of spectral analysis of samples

Sample No.	Calculated composition of samples	Results of optical atomic emission analysis (OESA)			
		Al (%)	C (%)	Cu (%)	Impurities
1	Al (Pure Ingot)	99.6			0.4
2	Cu (Pure Ingot)			99.7	0.3
3	Al (Pressed powder)	99.6			0.4
4	95% Al +5% C	94.5	4.7		0.8
5	90% Al +10% C	89.4	9.7		0.9
6	85% Al + 15% C	84.2	14.6		1.2
7	80% Al + 20% C	79.2	19.6		1.2
8	70% Al + 30% C	69.1	29.6		1.3
9	95% Al +2.5% C+2.5% Cu	94.6	2.2	2.6	0.6
10	90% Al +5% C+ 5% Cu	89.4	4.8	5.1	0.7
eleven	85% Al +7.5% C+7.5% Cu	84.2	7.2	7.5	1.1
12	80% Al +10% C+10% Cu	79.2	9.6	10.2	1.1
13	70% Al +15% C+15% Cu	69.2	14.4	15.3	1.1
14	60% Al +20% C+20% Cu	59.8	19.3	20.2	1.1

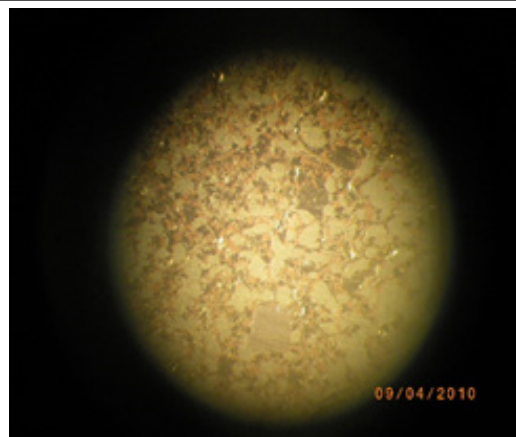
Microstructural analysis was carried out to study in detail the structure of the objects under study using a high-precision microscope on specially prepared samples. To record the microstructure, a “Metallographic Aggregate Microscope” model “METAM - P1” was used, which has the ability to magnify the image in the range from 50 to 507 times. The microanalysis methods used in the study made it possible not only to determine the shape and size of crystal grains, but also to identify changes in the internal structure of the samples caused by heat treatment or mechanical stress. In addition, it was possible to detect microcracks and other defects, which plays a key role in assessing the quality of the materials under study [10].

Microstructural analysis was carried out on microsections, the preparation of which took into account the following requirements: – the section must have a minimal deformed layer; – there should be no scratches or pits on the surface of the polished section; – the section must be flat, without “blockages”, so that it can be examined at high magnifications. A thin section, that is, a sample with a flat polished surface, was prepared mechanically as follows. First, the sample was processed to a plane (facing) using a wheel. The edges were chamfered so that during subsequent operations the polishing cloth would not be damaged. Then grinding was carried out on special paper with different abrasive grains, laid on the glass. When moving to the next paper number, the sample was turned 90° and polished until the marks from the previous processing disappeared. After sanding on the last paper, the sand was washed in water to prevent abrasive particles from getting onto the polishing wheel. This was followed by polishing: the polishing section was lightly pressed against a rotating circle, on which cloth was stretched, constantly wetted with a suspension of fine abrasive and water. The abrasives used for polishing were aluminum oxide (white) and chromium oxide (green). For our samples, a paste with diamond powder was used, and polishing continued until a mirror surface was obtained. After this, the section was washed in alcohol and dried with filter paper [11].

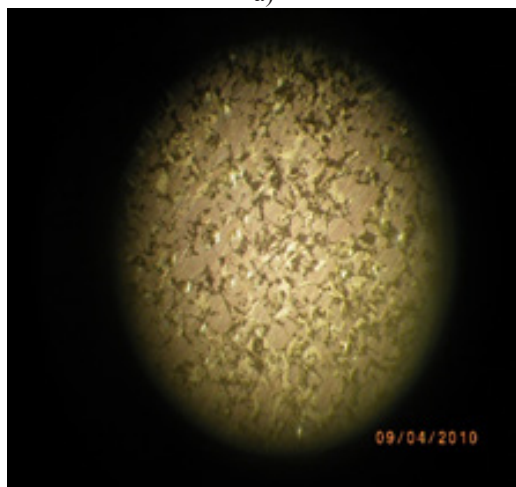
After polishing, the microstructure usually remains invisible on the surface of the samples, except in cases where the structural components of the alloys differ significantly in composition and hardness, which can lead to the formation of a pronounced relief. This relief becomes visible due to different degrees of polishing of different areas of the sample, which is associated with different hardness and chemical composition of the material.

In order to fully reveal the microstructure and gain a detailed understanding of the internal structure of the material, our sections were subjected to an etching process. Etching is a special method of treating the surface of a sample with a short-acting reactive solution. During this process, the selection of optimal parameters was carried out, including the choice of etchant composition and optimal exposure time, based on many years of experience and the results of systematic experiments.

The etching and microstructural analysis results are illustrated in Figure 1 [12], providing a visual representation of the data obtained and their interpretation for the scientific and engineering community.



a)



b)

Figure 1 – Microstructure of samples: a) sample 10; b) sample 14

Conclusion

The production of aluminum-based alloys and composite materials with specified physical, chemical and mechanical-technological characteristics plays a vital role in modern metallurgy. The study confirmed the importance of the purity and microstructure of aluminum in the formation of its performance properties. Differences in data on the thermodynamic properties of aluminum alloys, due to

differences in testing techniques and sample purity, highlight the need for accurate and modern analytical methods. Optical emission spectral analysis (OESA) has established itself as a highly effective method for analyzing the chemical composition of materials, due to its rapidity, high accuracy and ease of sample preparation. Experimental studies conducted in the Spectral Laboratory of State Unitary Enterprise TalCo showed that the use of OESA allows one to achieve reliable and reproducible results. These data are important for further improvement of technologies for the production of aluminum alloys and composites, which opens up new opportunities for their use in various industries. Continuing research in this direction will contribute to the development of analysis methods and improvement of the quality of produced materials.

REFERENCES

- 1 **Borovkov, V. N., Ivanov, A. A.** Fundamentals of aluminum metallurgy : alloys and their properties. – Moscow : Metallurgy, 2021.
- 2 **Borisoglebsky, Yu.V.** Aluminum metallurgy / Yu.V. Borisoglebsky, G. Galevsky, N. M. Kulagin, Mintsis M. Ya., Sirazutdinov G. A. – Novosibirsk: Nauka, 2000. – 438 p.
- 3 **Petrov, I. I., Sidorov, L. L.** Physico-chemical characteristics of aluminum alloys. – St. Petersburg : Science, 2019.
- 4 **Smirnov, Yu. A.** Analysis of the elemental composition of materials using OESA methods. – Ekaterinburg : Ural Federal University, 2018.
- 5 **Kuznetsov, M. V., Romanov, K. K.** Methods of spectral analysis in metallurgy. – Novosibirsk : Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020.
- 6 **Vasiliev, D. D., Zakharov, A. V.** Modern methods for studying the microstructure of aluminum alloys. – Kazan : Technopress, 2022.
- 7 **Sorokin, E. N., Tikhonov, P. P.** «The influence of aluminum purity on the physical and mechanical properties of alloys» // Journal of Applied Physics. – 2017. – 89(4). – P. 123–130.
- 8 **Andreev, N. A., Mikhailov, S. S.** 2021. «Use of OESA for the analysis of aluminum materials». Metallurgical Journal, 45(2), P. 67–75.
- 9 **Belkin, V. G., Rudenko, A. V.** Thermodynamic properties of aluminum composites . Nizhny Novgorod : Volgo-Vyatka Publishing House, 2018.
- 10 **Grigoriev, P. A., Kolesnikov, M. I.** «Application of modern methods of analysis in aluminum metallurgy» // Materials and Technologies. – 2019. – 34(6). – P. 98–107.

11 **Fedorov, I. V., Lebedev, A. V.** Chemical composition and properties of aluminum alloys : methodological approaches. – Samara : Samara University, 2020.

12 **Kostin, Yu. I., Borisov, D. N.** «Study of the microstructure of aluminum alloys using the OESA method» // Engineering Journal: Science and Innovation, 2017. – 25(3). – P. 45–52.

Received 20.06.24.

Received in revised form 20.06.24.

Accepted for publication 25.06.24.

М. Б. Акрамов

Академик М. С. Осими атындағы Тәжік техникалық университеті,
Тәжікстан, Душанбе
20.06.24 ж. баспаға түсті.
20.06.24 ж. түзетулерімен түсті.
25.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

АЛЮМИНИЙ НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ТУРАЛЫ

Белгіленген физикалық, химиялық және механикалық-технологиялық сипаттамалары бар алюминий негізіндегі қорытпалар мен композициялық материалдарды өндіру қазіргі материалтану ғылымының негізгі міндеттерінің бірі болып табылады.

Бұл материалдардың қасиеттері алюминийдің тазалығы мен құрылымына байланысты. Алюминий қорытпаларының термодинамикалық қасиеттері туралы көптеген деректер бар, бірақ олар сынау әдістері мен материал тазалығының айырмашылығына байланысты жиі өзгереді. Оптикалық эмиссиялық спектрлік талдау (OESA) сияқты заманауи талдау әдістері жоғары дәлдік пен халықаралық стандарттарға сәйкестікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. OESA жылдам, өте дәл, анықтау шегі төмен және үлгіні қарапайым дайындау. «ТалКо» мемлекеттік унитарлық кәсіпорнының спектрлік зертханасы материалдардың пайдалану сипаттамаларын жақсарту және оларды әртүрлі салаларда қолдануды кеңейту үшін қажетті мәліметтердің жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін алюминий қорытпаларын

талдау үшін OESA тиімділігін растайтын зерттеулер жүргізіліп отыр.

Кілтті сөздер: термодинамикалық қасиеттер, микроқұрылым, спектрлік талдау, сәуле шығару спектрі, фазалық қосындылар.

М. Б. Акрамов

Таджикский технический Университет имени академика
М. Осими, Таджикистан, Душанбе
Поступило в редакцию 20.06.24.
Поступило с исправлениями 20.06.24.
Принято в печать 25.06.24.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Производство сплавов и композиционных материалов на основе алюминия с заданными физическими, химическими и механико-технологическими характеристиками является одной из ключевых задач современной металлургии. Свойства этих материалов зависят от чистоты и структуры алюминия. Имеются многочисленные данные о термодинамических свойствах алюминиевых сплавов, но они часто различаются из-за различий в методах исследования и чистоте материалов. Современные методы анализа, такие как оптико-эмиссионный спектральный анализ (OESA), позволяют добиться высокой точности и соответствия международным стандартам. OESA характеризуется быстротой, высокой точностью, низкими пределами обнаружения и простой пробоподготовкой. В Спектральной лаборатории ГУП «ТалКо» проведены исследования, подтвердившие эффективность OESA для анализа алюминиевых сплавов, обеспечивающего высокую точность и достоверность данных, необходимых для улучшения эксплуатационных характеристик материалов и расширения их использования в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: термодинамические свойства, микроструктура, спектральный анализ, спектр излучения, фазовые включения.

<https://doi.org/10.48081/GDIP8789>

А. А. Курманов, Н. А. Испулов, *А. Ж. Жумабеков

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В НЕПОДВИЖНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

В работе исследуются фундаментальные свойства решений уравнений Максвелла, описывающих свободные электромагнитные поля в неподвижных анизотропных средах. Особенность таких сред заключается в том, что их тензорные характеристики зависят от одной из пространственных координат, которая в данном исследовании выбрана как ось Z. Это означает, что свойства диэлектрической проницаемости и магнитной проницаемости меняются вдоль этой оси, создавая пространственную неоднородность. Исследование начинается с вывода и анализа матрицы коэффициентов, которая играет ключевую роль в описании электромагнитных свойств среды. Эта матрица позволяет формализовать влияние анизотропии и пространственной неоднородности на поведение электромагнитных волн. Кроме того, изучена структура матрицанты уравнений Максвелла, что представляет собой расширение классической матричной формы уравнений, учитывающее специфические свойства исследуемой среды. Такой подход обеспечивает более глубокое понимание процессов взаимодействия электромагнитных волн с анизотропной средой. Он позволяет не только описать характерные черты распространения волн, но и выявить новые эффекты, возникающие вследствие изменения тензорных характеристик вдоль оси Z. Полученные результаты могут быть полезны для разработки новых материалов и технологий, использующих уникальные свойства анизотропных сред, таких как усовершенствованные оптические устройства и системы связи.

Ключевые слова: анизотропная среда, уравнения Максвелла, гармонические электромагнитные волны, метод матрицанты, периодическая структура.

Введение

Распространение электромагнитных и упругих волн в среде имеет широкое применение в области проектирования передовых устройств. Существует связь между деформацией среды и созданием электромагнитного поля, например пьезоэлектрических, пьезомагнитных, магнитострикционных и термопьезоэлектрических материалов. Распространение электромагнитных волн в таких материалах связано с серьезными затруднениями и исследовалось многими учёными. В работе [1] была разработана формулировка для исследования рассеяния электромагнитных волн в изотропных средах с использованием матрицы переноса. Показано, что дифракция электромагнитных волн на полуплоскости в анизотропной среде сводится к правильным полевым выражениям для предельных случаев [2]. В [3] распространение ЭМ волн через границы среды исследовано с помощью продвинутого аналитического алгоритма. Преломление и отражение электромагнитных волн в анизотропной среде показывает, что существует случай, когда вектор Пойнтинга параллелен волне [4]. Более того, в случае квазиоднородной среды распространение электромагнитных волн показывает, что спектральная плотность и спектральная степень когерентности рассеянного поля могут быть разложены на множители как произведение двух частей, одна из которых зависит от поляризации падающего поля, а другой зависит от характеристик среды [5].

На основе метода матрицанты [6] исследовано распространение ЭМ волн в упругих, термоупругих анизотропных, анизотропных диэлектрических средах, в анизотропных пластинах и с магнитоэлектрическим эффектом, исследование распространения спиновых волн, волн в жидких кристаллах и распространения волн в термоупругих средах [7; 8].

Построение структуры матрицанты позволяет обобщить классические результаты Бриллюэна и Пароди для дискретных периодических структур на случай непрерывно неоднородных анизотропных сплошных сред.

В данной работе представлены результаты задачи о распространении электромагнитных волн в одномерных неоднородных анизотропных средах

Материалы и методы

Матрицант – фундаментальная матрица $X(t)$ решений системы обыкновенных дифференциальных уравнений $x'(t) = A(t)x(t)$, $x(t) \in R^n$, $A(t)$ – представляет собой однопараметрическое семейство матриц, нормированных в точке t_0 [9].

Суть метода заключается в сведении исходных уравнений, основанных на методе разделения переменных (представляющих решение в виде плоских волн), к эквивалентной системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами. Для полученной системы

уравнений определяется структура матрицанта (нормированная матрица фундаментальных решений).

Матричный метод апробирован, и полученные результаты согласуются с ранее известными явлениями [10, 11].

Электромагнитные волны в материальных средах описываются уравнениями Максвелла:

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \vec{D} = \rho, \quad \operatorname{div} \vec{B} = 0 \quad (1)$$

где ρ и $\vec{j}$ – объёмная плотность зарядов и вектор плотности тока, соответственно.

Закономерности распространения волн в различных анизотропных средах определяются структурой тензоров $\hat{\epsilon}$, $\hat{\mu}$ и $\hat{\sigma}$, а также зависимостью компонент этих тензоров от частоты и волнового вектора (уравнениями дисперсии):

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}(\omega, \vec{k}), \quad \mu_{ij} = \mu_{ij}(\omega, \vec{k}), \quad \sigma_{ij} = \sigma_{ij}(\omega, \vec{k}) \quad (i, j = 1, 2, 3 \text{ или } i, j = x, y, z).$$

При этом функции $\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}(z)$, $\mu_{ij} = \mu_{ij}(z)$, $\sigma_{ij} = \sigma_{ij}(z)$, в общем случае полагаются кусочно-непрерывными.

Рассматривая проводящие среды, будем учитывать лишь наведённые токи. Объёмную плотность зарядов будем считать равной нулю ($\rho = 0$). Тензорные характеристики будем полагать симметричными, т.е.

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ji}, \quad \mu_{ij} = \mu_{ji}, \quad \sigma_{ij} = \sigma_{ji}. \quad (2)$$

Анизотропные среды характеризуются обилием параметров. Одним из конструктивных путей преодоления этих трудностей является последовательное и детальное изучение свойств решений уравнений Максвелла в достаточно широком классе анизотропных сред с тем, чтобы установить закономерности этих решений от структуры тензорных величин, определяющих анизотропию среды. Естественно, что такое изучение целесообразно проводить на базе возможно более простых волн достаточно общей природы. В данном исследовании рассматриваются гармонически зависящие от времени решения уравнений Максвелла и метод разделения переменных относительно пространственных координат.

Нумеруя координаты (x,y,z) цифрами 1,2,3, связь между векторами индукций и напряжённостей электромагнитного поля $\vec{D}$ и $\vec{E}$, $\vec{B}$ и $\vec{H}$ можно представить в виде:

$$D_i = \epsilon_0 \epsilon_{ij} E_j, \quad B_i = \mu_0 \mu_{ij} H_j \quad (3)$$

В проводящих средах эти материальные уравнения дополняются ещё одним:

$$j_i = \sigma_j E_j \quad (4)$$

С учётом высказанных выше исходных положений представление решений волновых полей $\vec{E}, \vec{H}, \vec{B}, \vec{D}$ рассматриваются в виде:

$$\vec{f} = \vec{f}(\omega, z) e^{i(\omega t \pm k_x x \pm k_y y)}, \quad (5)$$

где ω – циклическая частота,

k_x, k_y – соответственно x – и y – компоненты волнового вектора $\vec{k}$. Свойства среды от координат x и y не зависят, т.е. среда полагается однородной вдоль оси Oz.

Кажущаяся переопределённость системы связана с тем, что последние два уравнения в системе (1), в данном случае, является следствием первых двух. Действительно, взяв операцию дивергенции от левых частей первой пары уравнений (1), получим:

$$\operatorname{div} \operatorname{rot} \vec{E} = 0, \quad \operatorname{div} \operatorname{rot} \vec{H} = 0,$$

что автоматически даёт

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0, \quad \operatorname{div} \vec{D} = 0.$$

Тогда исходная система уравнений (1)-(5) приводится к виду:

$$\operatorname{rot}_i \vec{E} = -i\omega \mu_0 \mu_{ij} H_j, \quad \operatorname{rot}_i \vec{H} = i(\omega \epsilon_0 \epsilon_{ij} - i\sigma_{ij}) E_j. \quad (6)$$

Эти уравнения в покомпонентной форме записываются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} &= -i\omega\mu_0(\mu_x H_x + \mu_{xy} H_y + \mu_{xz} H_z); \\
 \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} &= -i\omega\mu_0(\mu_{yx} H_x + \mu_y H_y + \mu_{yz} H_z); \\
 \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} &= -i\omega\mu_0(\mu_{zx} H_x + \mu_{zy} H_y + \mu_z H_z); \\
 \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} &= i(\omega\epsilon_0\epsilon_x - i\sigma_x)E_x + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{xy} - i\sigma_{xy})E_y + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{xz} - i\sigma_{xz})E_z; \\
 \frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} &= i(\omega\epsilon_0\epsilon_{yx} - i\sigma_{yx})E_x + i(\omega\epsilon_0\epsilon_y - i\sigma_y)E_y + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz})E_z; \\
 \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} &= i(\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx})E_x + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{zy} - i\sigma_{zy})E_y + i(\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z)E_z.
 \end{aligned} \tag{7}$$

Результаты и обсуждение

Используя представление решений для векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$ в форме (5):

$$\begin{aligned}
 E_i(x, y, z, t) &= E_i(z, \omega) e^{i(\omega t - k_x x - k_y y)}, \\
 H_i(x, y, z, t) &= H_i(z, \omega) e^{i(\omega t - k_x x - k_y y)},
 \end{aligned} \tag{8}$$

и, подставив (8) в (7), получим систему четырёх дифференциальных и двух алгебраических уравнений:

$$\frac{dE_y}{dz} = -ik_y E_z + i\omega\mu_0(\mu_x H_x + \mu_{xy} H_y + \mu_{xz} H_z); \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{dH_x}{dz} &= -ik_x H_z + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{yx} - i\sigma_{yx})E_x + i(\omega\epsilon_0\epsilon_y - i\sigma_y)E_y + i(\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz})E_z; \\
 \frac{dH_y}{dz} &= -ik_y H_z - i(\omega\epsilon_0\epsilon_x - i\sigma_x)E_x - i(\omega\epsilon_0\epsilon_{xy} - i\sigma_{xy})E_y - i(\omega\epsilon_0\epsilon_{xz} - i\sigma_{xz})E_z; \\
 \frac{dE_x}{dz} &= -ik_x E_z - i\omega\mu_0(\mu_{yx} H_x + \mu_y H_y + \mu_{yz} H_z); \\
 E_z &= -\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zy} - i\sigma_{zy}}{\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z} E_y + \frac{k_y}{\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z} H_x - \frac{k_x}{\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z} H_y - \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z} E_x; \\
 H_z &= \frac{k_x}{\omega\mu_0\mu_z} E_y - \frac{\mu_{zx}}{\mu_z} H_x - \frac{\mu_{zy}}{\mu_z} H_y - \frac{k_y}{\omega\mu_0\mu_z} E_x.
 \end{aligned}$$

Исключив из системы уравнений (9) величины E_z и H_z , получим замкнутую систему уравнений относительно E_y, H_x, H_y, E_x (выбор такого порядка в расположении компонент полей связан с разделением волн на ТЕ- и ТМ- поляризованные и их взаимной трансформацией):

$$\begin{aligned}
 \frac{dE_y}{dz} &= i(k_y \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zy} - i\sigma_{zy}}{\omega\epsilon_0\epsilon_z - i\sigma_z} + k_x \frac{\mu_{xz}}{\mu_{zz}})E_y + i(\mu_0\mu_x\omega - \frac{k_y^2}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} - \omega\frac{\mu_0\mu_{xz}^2}{\mu_{zz}})H_x + \\
 &+ i(\omega\mu_0\mu_{xy} + \frac{k_x k_y}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} - \omega\frac{\mu_0\mu_{xz}\mu_{yz}}{\mu_{zz}})H_y + i(k_y \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} - k_x \frac{\mu_{xz}}{\mu_{zz}})E_x \\
 \frac{dH_x}{dz} &= i[\omega\epsilon_0\epsilon_{yy} - \frac{k_x^2}{\omega\mu_0\mu_{zz}} - i\sigma_{yy} - (\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz})\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zy} - i\sigma_{zy}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}}]E_y + \\
 &+ i(k_y \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zy} - i\sigma_{zy}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} + k_x \frac{\mu_{xz}}{\mu_{zz}})H_x + i(k_x \frac{\mu_{yz}}{\mu_{zz}} - k_y \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}})H_y + \\
 &+ i[\omega\epsilon_0\epsilon_{yx} + \frac{k_x k_y}{\omega\mu_0\mu_{zz}} - i\sigma_{yx} - (\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz})\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}}]E_x
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned} \frac{dH_y}{dz} = & -i[\omega\epsilon_0\epsilon_{yx} + \frac{k_x k_y}{\omega\mu_0\mu_{zz}} - i\sigma_{yx} - (\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz})\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}}]E_y - \\ & -i(k_y\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} - k_y\frac{\mu_{xz}}{\mu_{zz}})H_x + i(k_y\frac{\mu_{yz}}{\mu_{zz}} + k_x\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{xz} - i\sigma_{xz}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}})H_y + \\ & + i(\frac{k_y^2}{\omega\mu_0\mu_z} - \omega\epsilon_0\epsilon_{xx} + i\sigma_{xx} + (\omega\epsilon_0\epsilon_{xz} - i\sigma_{xz})\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{zx} - i\sigma_{zx}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}})E_x \\ \frac{dE_x}{dz} = & i(k_x\frac{\mu_{yz}}{\mu_{zz}} - k_x\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{yz} - i\sigma_{yz}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}})E_y - i(\omega\mu_0\mu_{xy} + \frac{k_x k_y}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}}\omega\frac{\mu_0\mu_{xz}\mu_{yz}}{\mu_{zz}})H_x + \\ & + i(\frac{k_x^2}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}} - \omega\mu_0\mu_{yy} + \omega\mu_0\frac{\mu_{yz}^2}{\mu_z})H_y + i(k_y\frac{\mu_{yz}}{\mu_{zz}} + k_x\frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{xz} - i\sigma_{xz}}{\omega\epsilon_0\epsilon_{zz} - i\sigma_{zz}})E_x \end{aligned}$$

Запишем (10) в матричной форме:

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = \hat{B}\vec{W}, \quad (11)$$

где $\vec{W} = (E_y, H_x, H_y, E_x)^T$ – вектор столбец

и $\hat{B}$ – в общем случае, непрерывная матричная функция в некотором интервале (z_1, z_2) изменения аргумента z , в дальнейшем называемая матрицей коэффициентов.

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{11} & b_{23} & b_{24} \\ -b_{24} & -b_{14} & b_{33} & b_{34} \\ -b_{23} & -b_{13} & b_{43} & b_{33} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$b_{11} = ik_y \frac{\epsilon_{yz}}{\epsilon_z}; \quad b_{12} = i(\omega\mu_0\mu_x - \frac{k_y^2}{\omega\epsilon_0\epsilon_z}); \quad b_{13} = i\frac{k_x k_y}{\omega\epsilon_0\epsilon_z}; \quad b_{14} = ik_y \frac{\epsilon_{xz}}{\epsilon_z}; \quad (12.1)$$

$$b_{21} = i(\omega\epsilon_0\epsilon_y - \frac{k_x^2}{\omega\mu_0\mu} - \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{yz}^2}{\epsilon_z}); \quad b_{22} = b_{11}; \quad b_{23} = -ik_x \frac{\epsilon_{yz}}{\epsilon_z};$$

$$b_{24} = i(\omega\epsilon_0\epsilon_{xy} + \frac{k_x k_y}{\omega\mu_0\mu} - \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{yz}\epsilon_{xz}}{\epsilon_z});$$

$$\begin{aligned} b_{31} = & -b_{24}; \quad b_{32} = -b_{14}; \quad b_{33} = ik_x \frac{\epsilon_{xz}}{\epsilon_z}; \quad b_{34} = -i(\omega\epsilon_0\epsilon_x - \frac{k_y^2}{\omega\mu_0\mu} - \frac{\omega\epsilon_0\epsilon_{xz}^2}{\epsilon_z}); \\ b_{41} = & -b_{23}; \quad b_{42} = -b_{13}; \quad b_{43} = i(\frac{k_x^2}{\omega\epsilon_0\epsilon_z} - \omega\mu_0\mu); \quad b_{44} = b_{33}. \end{aligned}$$

Таким образом, система уравнений (1)-(5) приводится к системе четырёх обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (10) или к матричному уравнению (11).

Методом последовательных приближений исходя, из рекуррентных соотношений:

$$\frac{dT_k}{dz} = BT_{k-1} \quad (13)$$

получаем матрицант в форме бесконечного матричного экспоненциального ряда:

$$\hat{T} = \hat{E} + \int_0^z \hat{B}dz_1 + \int_0^z \int_0^{z_1} \hat{B}(z_1)\hat{B}(z_2)dz_1dz_2 + \dots \quad (14)$$

Аналогичное рекуррентное соотношение справедливо и для построения обратного матрицанта:

$$\frac{dT^{-1}_k}{dz} = -T^{-1}_{k-1}B \quad (15)$$

Поэлементное сравнение каждого из членов рядов:

$$T = \sum_{n=1}^{\infty} T_n, \quad T^{-1} = \sum_{n=1}^{\infty} T_n^{-1}, \quad T_0 = E, \quad T_0^{-1} = E \quad (16)$$

позволяет установить структуру T^{-1} :

$$\hat{T}^{-1} = \begin{bmatrix} t_{22} & t_{12} & -t_{42} & -t_{32} \\ t_{21} & t_{11} & -t_{41} & -t_{31} \\ -t_{24} & -t_{14} & t_{44} & t_{34} \\ -t_{23} & -t_{13} & t_{43} & t_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{22} & t_{12} & -t_{42} & -t_{32} \\ t_{21} & t_{11} & -t_{41} & -t_{31} \\ -t_{24} & -t_{14} & t_{44} & t_{34} \\ -t_{23} & -t_{13} & t_{43} & t_{33} \end{bmatrix}_{\text{неч}} \quad (17)$$

где t_{ij} – элементы прямого матрицанта Т, Е – единичная матрица.

$$\hat{T} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} \end{bmatrix}_{\text{ч}} + \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} \end{bmatrix}_{\text{неч}} \quad (18)$$

Они означают, что сравнивались четные и нечетные элементы матричного ряда.

$$\hat{T} = \hat{E} + \int_0^z \hat{B} dz_1 + \frac{1}{2!} \int_0^z \int_0^{z_1} \hat{B}(z_1) \hat{B}(z_2) dz_1 dz_2 + \dots$$

$$\hat{T}^{-1} = \hat{E} - \int_0^z \hat{B} dz_1 + \frac{1}{2!} \int_0^z \int_0^{z_1} \hat{B}(z_2) \hat{B}(z_1) dz_1 dz_2 - \dots$$

Каждый из этих рядов представляет собой сумму матриц, $\hat{T} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(n)}$
 $\hat{T}^{-1} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(n)}^{-1}$

Индекс n равен количеству матриц, умноженных под знаком интеграла. Есть закономерность, различают n членов ряда с четными и нечетными значениями:

$$\hat{T}_{\text{Even}} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(2n)}, \quad \hat{T}_{\text{Odd}} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(2n+1)}, \quad \hat{T}_{\text{Even}}^{-1} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(2n)}^{-1}, \quad \hat{T}_{\text{Odd}}^{-1} = \sum_{n=0}^{\infty} \hat{T}_{(2n+1)}^{-1}$$

и есть представление:

$$\hat{T} = \hat{T}_{\text{Even}} + \hat{T}_{\text{Odd}}, \quad \hat{T}^{-1} = \hat{T}_{\text{Even}}^{-1} + \hat{T}_{\text{Odd}}^{-1}$$

Структура матрицанта, указанная в уравнениях (17) и (18) отражает фундаментальные свойства решений уравнения (11).

Более того, имеют место тождества:

$$\hat{T} \hat{T}^{-1} = \hat{T}^{-1} \hat{T} = \hat{E}$$

и вытекающие из них инвариантные соотношения:

$$\begin{aligned} t_{11}t_{22} + t_{12}t_{21} - t_{13}t_{24} - t_{14}t_{23} &= 1; & -t_{21}t_{42} - t_{22}t_{41} + t_{23}t_{44} + t_{24}t_{43} &= 0; \\ t_{11}t_{12} &= t_{13}t_{14}; & -t_{21}t_{32} - t_{22}t_{31} + t_{23}t_{34} + t_{24}t_{33} &= 0; \\ -t_{11}t_{42} - t_{12}t_{41} + t_{13}t_{44} + t_{14}t_{43} &= 0; & -t_{31}t_{42} - t_{32}t_{41} + t_{33}t_{44} + t_{34}t_{43} &= 1; \\ -t_{11}t_{32} - t_{12}t_{31} + t_{13}t_{34} + t_{14}t_{33} &= 0; & t_{33}t_{34} &= t_{32}t_{31}; \\ t_{22}t_{21} &= t_{24}t_{23}; & t_{42}t_{41} &= t_{44}t_{43}. \end{aligned} \quad (19)$$

отражают внутреннюю симметрию уравнений (10) и содержат в себе законы сохранения.

Заключение

Таким образом, в результате теоретических исследований получена система обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, решение которой определяет свободные электромагнитные поля в одномерно-неоднородных анизотропных средах с проводимостью. Определена структура матрицы коэффициентов электромагнитных волн в анизотропных средах. Для анизотропных сред с неоднородной проводимостью вдоль оси Oz построена структура прямой и обратной матриц уравнений Максвелла. Как было показано, с помощью матричного метода можно получить дисперсионные уравнения для периодически неоднородной анизотропной среды. А также матрицант усредненной анизотропной среды с проводимостью получен в длинноволновом приближении в явном аналитическом виде.

Математическое моделирование показывает, что возможно получение индикатрис для некоторых прозрачных немагнитных кристаллов. Метод матрицанта позволяет моделировать волновой вектор в низкосимметричных системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Loran, Farhang Mostafazadeh, Ali.** Transfer-matrix formulation of the scattering of electromagnetic waves and broadband invisibility in three dimensions. Journal // Of Physics A-Mathematical And Theoretical. – Volume: 53. – Issue: 16. – Article number: 165302. – Published: APR 24 2020.
- 2 **Umul, Yusuf Ziya.** Interaction of electromagnetic plane waves with an impedance half-plane in an anisotropic medium // APPLIED OPTICS. – Volume: 59. – Issue: 8. – P: 2359–2364. Published: MAR 10 2020.
- 3 **Li, Na; Hong, Decheng; Han, Wei.** IEEE transactions on geoscience and remote sensing. – Volume: 58. – Issue: 3. – P. 1644–1653. Published: Mar 2020.

4 **Entezar, S. Roshan; Habil, M. Karimi.** Refraction and reflection from the interface of anisotropic materials // PHYSICA SCRIPTA. – Volume: 94. – Issue: 8. Article number: 085502. – Published: AUG 2019.

5 **Wu, Hao; Pan, Xiaoning; Zhu, Zhanghang.** Reciprocity relations of an electromagnetic light wave on scattering from a quasi-homogeneous anisotropic medium // Optics Express. – Volume: 25. – Issue: 10. – P. 11297–11305. – Published: MAY 15 2017.

6 **Тлеукунов, С. К.** Метод марицанта. – Павлодар: Издательство «Кереку». 2004. – 172 с.

7 **Ispulov, N. A. Qadir, A., Shah, M. A., Seythanova, Ainur K., Kissikov, T. G., Arinov, E.** Reflection of thermoelastic wave on the interface of isotropic half-space and tetragonal syngony anisotropic medium of classes 4, 4/m with thermomechanical effect, Chinese Physics B, Number of article: 038102. – 2016. – <https://doi.org/10.1088/1674-1056/25/3/038102>

8 **Ispulov, N. A. Qadir, A., Zhuskenov, M. K., Arinov, E.** The Propagation of Thermoelastic Waves in Anisotropic Media of Orthorhombic, Hexagonal, and Tetragonal Syngonies, Advances in Mathematical Physics, Number of article: 4898467. – 2017. – <https://doi.org/10.1155/2017/4898467>

9 **Gantmacher F. R.** The Theory of Matrices. – AMS Chelsea Publishing : Reprinted by American Mathematical Society, 2000. – 660 p. – ISBN 0821813765.

10 **Brillouin, L., Parodi, M.** Propagation of waves in periodic structures. – Moscow : Publishing House of Foreign Literature, 1959. – 457 p.

11 **Brekhovskikh, L. M.** Waves in layered media. – Moscow : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1957.

Поступило в редакцию 12.06.24.

Поступило с исправлениями 12.06.24.

Принято в печать 21.06.24.

А. А. Курманов, Н. А. Испулов, *А. Ж. Жумабеков

Торайғыров Университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

12.06.24 ж. баспаға түсті.

12.06.24 ж. түзетулерімен түсті.

21.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚОЗҒАЛМАЙТЫН АНИЗОТРОПТЫ ОРТАДА ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫ ТУРАЛЫ

Жұмыста қозғалмайтын анизотропты ортадағы бос электромагниттік өрістерді сипаттайтын Максвелл теңдеулерінің шешімдерінің негізгі қасиеттері зерттеледі. Мұндай орталардың

ерекшелігі - олардың тензорлық сипаттамалары берілген зерттеуде Z осі ретінде таңдалған кеңістіктік координаттардың біріне тәуелді, яғни диэлектрлік өткізгіштік пен магниттік өткізгіштік қасиеттері осы ось бойымен өзгеріп, кеңістіктік біртектілікті тудырады. Зерттеу ортаның электромагниттік қасиеттерін сипаттауда шеңуші рөл атқаратын коэффициент матрицасын шығарудан және талдаудан басталады. Бұл матрица анизотропия мен кеңістіктік гетерогенділіктің электромагниттік толқындардың әрекетіне әсерін рәсімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Максвелл теңдеулерінің матрицант құрылымы зерттелді, бұл зерттеудің ортаның ерекше қасиеттерін ескере отырып, теңдеулердің классикалық матрицалық формасының кеңейтілі. Бұл тәсіл электромагниттік толқындардың анизотропты ортамен әрекеттесу процестерін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Бұл толқындардың таралуына тән белгілерді сипаттауға ғана емес, сонымен қатар Z осі бойындағы тензорлық сипаттамалардың өзгеруінен туындайтын жаңа әсерлерді анықтауға мүмкіндік береді. алынған нәтижелер жетілдірілген оптикалық құрылғылар мен байланыс жүйелері сияқты анизотропты орталардың бірегей қасиеттерін пайдаланатын жаңа материалдар мен технологияларды әзірлеу үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілтті сөздер: анизотропты орта, Максвелл теңдеулері, гармоникалық электромагниттік толқындар, матрицант әдісі, периодтық құрылым.

A. A. Kurmanov, N. A. Ispulov, *A. Zh. Zhumabekov

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 12.06.24.

Received in revised form 12.06.24.

Accepted for publication 21.06.24.

ON THE PROPAGATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES IN FIXED ANISOTROPIC MEDIA

The work examines the fundamental properties of solutions to Maxwell's equations describing free electromagnetic fields in stationary anisotropic media. The peculiarity of such media is that their tensor characteristics depend on one of the spatial coordinates, which in this study is chosen as the Z axis. This means that the properties of dielectric constant and magnetic permeability change along this axis,

creating spatial heterogeneity. The study begins with the derivation and analysis of the coefficient matrix, which plays a key role in describing the electromagnetic properties of the medium. This matrix allows us to formalize the influence of anisotropy and spatial heterogeneity on the behavior of electromagnetic waves. In addition, the structure of the matrix of Maxwell's equations has been studied, which is an extension of the classical matrix form of the equations, taking into account the specific properties of the medium under study. This approach provides a deeper understanding of the processes of interaction of electromagnetic waves with an anisotropic medium. It allows not only to describe the characteristic features of wave propagation, but also to identify new effects arising from changes in tensor characteristics along the Z axis. The results obtained can be useful for the development of new materials and technologies that use the unique properties of anisotropic media, such as advanced optical devices and systems communications.

Keywords: anisotropic medium, Maxwell's equations, harmonic electromagnetic waves, matricant method, periodic structure.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА»

<https://doi.org/10.48081/MDXB5705>

FTAMP 27.03.40

***С. А. Алтынбек¹, С. Қ. Бурзумбаева²,
У. Қ. Турусбекова¹, Б. С. Нуримов²**

¹Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

²Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

*e-mail: Serik_aa@bk.ru

САНДАРДЫҢ ЕКІЛІК ЖҮЙЕСІ АРҚЫЛЫ ҰЛЫ ДАЛАНЫҢ БАЙЫРҒЫ ТОҒЫЗҚҰМАЛАҚ ТЕКТЕС КӨНЕ ЕСЕПТЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСПЕН ШЕШУ

Мақалада «Тоғызқұмалақ: Math Challenge» – қазақтың ежелгі тоғызқұмалақ ойынына негізделген қызықты стратегиялық ойыны зерттелген. Тоғызқұмалақ – өткен ғасырларда түркі халықтарында кеңінен тараған ойын. Ұлттық құндылықтарды спорттық ойындар арқылы жастардың бойына сіңіру әлем бойынша маңызды орынға ие. Сондықтан, мақалада қазақ халқының тұрмыс-тіршілігіне сейкес пайда болған байырғы көне логикалық ойын есептерін қазіргі заман ғылыми талаптарына сай шешілу жолдары ұсынылып отыр. Бірегей нұсқада – ойыншылар оңтайлы қозғалыстар жасау үшін математикалық алгоритмдерді қолданатын қарсыласпен кездеседі. Ойыншылар өздерінің математикалық білімі мен стратегиялық дағдыларын тақтадан тастарды жинау және қарсыласын тонау үшін пайдалануы керек. Бірегей ережелер мен қиындық деңгейін бейімдеу мүмкіндігі ойынды барлық жастағы және математикалық деңгейдегі ойыншылар үшін қызықты етеді. Қазақтың ежелгі дәстүрлері әлеміне еніп, математикалық ұғымдарды меңгеру арқылы осы қызықты математикалық тапсырманы жеңу үшін стратегиялық дағдыларды дамытатын жолдар қарастырылған. Бұл ойын адамның ойлау, талдау қабілетін дамытатын есепке құралған. Тоғызқұмалақ тектес ойын есептері жан-жақты қарастырылып, компьютер көмегімен статистикалық ұтыс алгоритмі мен ұтыс жиілігі анықталды. Қойшылардың құмалақ

ойыны қазіргі тоғызқұмалақ ойынының алғышарттары екені көрсетілді.

Кілтті сөздер: құмалақ есептері, тоғызқұмалақ, алгоритм, екілік жүйе, ондық жүйе, Ұлы Дала есептері, статистикалық есептеу.

Кіріспе

Қазіргі зерттеулерге қарастырсақ, әр түрлі құмалақ, бестас, асық сияқты ойындар ерте заманнан Ұлы Дала халқының ойындары қатарына жатады. Осындай ойындар адамның логикалық ойлау қабілетін көтереді. Қазақ халқының салт-дәстүріне келетін болсақ, қазақ халқы 4 түлік малды құрметтеп, рухани тіршіліктерін осы 4 түлікпен байланыстырған. Оның ішінде әсіресіне қой шаруашылығына көп көңіл бөлген. Көптеген мақалдар, мәселен, «қой үстінде бозторғай жұмыртқалады» (мағанасы, бейбіт өмір), сол сияқты «қой егіз туса, шөп егіз шығады» деген сияқты мақалдар шығуы тегін емес.

Осы себепті көптеген жұмбақтар мен есептерді қоймен байланыстырған. Мысалы тоғызқұмалақ, 41 құмалақ, құмалақ ойыны. Әрине, құмалақ орнына тас, басқа да майда заттарды пайдалануға болады, бірақ қойдың құрметіне, олардың басты көпшілігі құмалақ атауымен аталады.

Егер тоғызқұмалақ интеллектуалды ойынының шығу тарихын зерттесек, онда, біздің ойымызша, оның өмірге келу тарихы, былайша айтқанда бастауы қазақтың ертеден келе жатқан құмалақ ойынынан басталады. Бұл ерте заманда қой бағып жүрген қойшылар уақыт өткізу үшін ойлап тапқан, сана мен зердені талап ететін, алуан түрлі есептері бар көне ойын [1; 2; 3; 4].

Материалдар мен әдістер

Енді осы құмалақ ойынының бірнеше есептерін қарастырайық.

Қойшылардың құмалақ ойын есебі. 1-ші нұсқа.

Есеп шарты: Екі қойшы қарама қарсы отырады да, орталарындағы екі шұңқырға уыстап құмалақ салады да ойынды бастайды (әрбір шұңқырдағы құмалақ саны шұңқырлыр санынан, яғни екіден артық болу керек). Алдымен бірінші ойыншы кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды. Содан кейін екінші қойшы да кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды. Бұл жерде айта кету керек, ойынның 1-ші шарты – әрбір ойыншы өзінің қалауы бойынша кез келген бір шұңқырдан бір, немесе екі, немесе бірнеше, егер қажет деп тапса барлық құмалақты сыртқа алып тастауға құқылы. Ойынның 2-ші шарты – әрбір ойыншы өзінің қалауы бойынша құмалақты кез келген бір-ақ шұңқырдан алу керек, демек, жүріс кезінде екі шұңқырдан құмалақ алуға тиым салынады.

Ойын осылай кезегімен жалғаса береді. Кім шұңқырлардан ең соңғы құмалақты сыртқа шығарса, сол жеңімпаз болады.

Егер ойынды қатесіз дұрыс ойнаса, қай ойыншы (бірінші әлде екінші) жеңеді?

Есептің шешуі.

Бұл жерде жеңіске жету үшін әрбір ойыншы өзінің жүрісі кезінде екі шұңқырдағы құмалақ санын теңестіре алатын болса, онда ол міндетті түрде жеңіске жетеді.

Мысалы, бірінші ойыншы жүрісінен кейін шұңқырдың біреуінде бір құмалақ қалатын болса, онда екінші ойыншы екінші шұңқырға бір құмалақ қалдырады да жеңіске жетеді. Егер бірінші ойыншы жүрісінен кейін шұңқырдың біреуінде екі құмалақ қалатын болса, онда екінші ойыншы да екінші шұңқырға екі құмалақ қалдырады да жеңіске жетеді. Сол сияқты егер бірінші ойыншы жүрісінен кейін шұңқырлардың біреуінде үш құмалақ қалатын болса, онда екінші ойыншы да соны қайталайды да, түбінде жеңіске жетеді...

Енді осы ойынның күрделі түрін қарастырайық [5; 6; 7; 8].

Қойшылардың құмалақ ойын есебі. 2-ші нұсқа.

Есеп шарты: Екі қойшы қарама қарсы отырады да, орталарындағы үш шұңқырға уыстап құмалақ салады да ойынды бастайды (әрбір шұңқырдағы құмалақ саны шұңқырлыр санынан, яғни үштен артық болу керек). Алдымен бірінші ойыншы кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды. Содан кейін екінші ойыншы да кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды.

Ойынның 1-ші ережесі – әрбір ойыншы өзінің қалауы бойынша кез келген бір шұңқырдан бір, немесе екі, немесе бірнеше, егер қажет деп тапса барлық құмалақты сыртқа алып тастауға құқылы. Ойынның 2-ші ережесі – әрбір ойыншы өзінің қалауы бойынша құмалақты кез келген бір-ақ шұңқырдан алу керек, демек, жүріс кезінде екі немесе үш шұңқырдан құмалақ алуға тиым салынады.

Ойын осылай кезегімен жалғаса береді. Кім шұңқырлардан ең соңғы құмалақты сыртқа шығарса, сол жеңімпаз болады.

Егер ойынды қатесіз дұрыс ойнаса, қай ойыншы (бірінші әлде екінші) жеңу керек?

Шешуі. Алдымен мына жағдайды қарастырайық. Бірінші ойыншы жүрісінен кейін шұңқырлардың біреуінде 3 құмалақ қалды делік. Егер екінші ойыншы осыдан кейін кез келген шұңқырдағы барлық құмалақты сыртқа алып тастайтын болса, онда бірінші ойыншы өзінің кезегінде қалған екі шұңқырдағы құмалақ санын теңестіреді де, осы есептің 1-ші нұсқасында көрсетілген әдіспен жеңіске жетеді.

Егер екінші ойыншы жүрісінен кейін кез келген екі шұңқырдағы құмалақ сандары өз ара тең болатын болса, онда бірінші ойыншы өзінің кезегінде үшінші шұңқырдағы құмалақтарды түгелімен сыртқа шығарып тастайды да, жеңіске жетеді. Дегенменде, егер бірінші ойыншының алғашқы жүрісінен кейін шұңқырлардың біреуінде 3 құмалақ қалатын болса, онда ол міндетті түрде жеңіске жетеді десек, онда бұл дұрыс болмайды...

Бұл жерде жеңіске жету үшін бірінші ойыншы (сол сияқты екінші ойыншы) өзінің кезекті жүрістерінен кейін үш шұңқырдағы құмалақ сандарын келесі үш жағдайдың біреуіне жеткізе алса, онда ол міндетті түрде жеңіске жете алады:

Кесте 1

	1-ші шұңқырдағы	2-ші шұңқырдағы	3-ші шұңқырдағы
	құмалақтар саны		
1-ші жағдай	1	2	3
2-ші жағдай	1	4	5
3-ші жағдай	2	4	6

Осы жағдайлардан кейін келесі жүрісті жүретін ойыншы жеңілісте болады.

1-ші кестеде көрсетілген үш жағдайдың әрқайысы үшін жеңіске жету алгоритмі келесі 2-ші, 3-ші және 4-ші кестелерде жеке-жеке көрсетілген.

Кесте 2

Ойыншылардың реттік жүрісі	Шұңқырлардың реттік номері																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шұңқырлардағы құмалақ саны																		
1-ші ойыншы	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2-ші ойыншы	0	2	3	1	0	3	1	1	3	1	2	0	1	2	1	1	2	2
1-ші ойыншы	0	2	2	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	2	2
	1-ші жағдай	2-ші жағдай	3-ші жағдай	4-ші жағдай	5-ші жағдай	6-ші жағдай												

Кесте 3

Ойыншылардың реттік жүрісі	Шұңқырлардың реттік номері																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шұңқырлардағы құмалақ саны																		
1-ші ойыншы	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5
2-ші ойыншы	0	4	5	1	0	5	1	1	5	1	2	5	1	3	5	1	3	5
1-ші ойыншы	0	4	4	1	0	1	1	1	0	1	2	3	1	3	2	1	3	2
	1-ші жағдай	2-ші жағдай	3-ші жағдай	4-ші жағдай	5-ші жағдай													

Ойыншылардың реттік жүрісі	Шұңқырлардың реттік номері																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шұңқырлардағы құмалақ саны																		
1-ші ойыншы	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5
2-ші ойыншы	1	4	0	1	4	1	1	4	2	1	4	3	1	4	4	1	4	4
1-ші ойыншы	1	1	0	1	0	1	1	3	2	1	2	3	0	4	4	0	4	4
	1-ші жағдай	2-ші жағдай	3-ші жағдай	4-ші жағдай	5-ші жағдай													

Кесте 4

Ойыншылардың реттік жүрісі	Шұңқырлардың реттік номері																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шұңқырлардағы құмалақ саны																		
1-ші ойыншы	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
2-ші ойыншы	0	4	6	1	4	6	2	0	6	2	1	6	2	2	6	2	3	6
1-ші ойыншы	0	4	4	1	4	5	2	0	2	2	1	3	2	2	0	2	3	1
	1-ші жағдай	2-ші жағдай	3-ші жағдай	4-ші жағдай	5-ші жағдай	6-шы жағдай												

Ойыншылардың реттік жүрісі	Шұңқырлардың реттік номері																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Шұңқырлардағы құмалақ саны																		
1-ші ойыншы	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
2-ші ойыншы	2	4	0	2	4	1	2	4	2	2	4	3	2	4	4	2	4	5
1-ші ойыншы	2	2	0	2	3	1	2	0	2	2	1	3	0	4	4	1	4	5
	1-ші жағдай	2-ші жағдай	3-ші жағдай	4-ші жағдай	5-ші жағдай	6-шы жағдай												

Осы кестелерден ойын кезінде шұңқырлар саны көбейген сайын жеңіске жету қиындай түсетіні көрініп тұр.

Енді осы есептің қиындатылған келесі нұсқасын қарастырайық.

Қойшылардың құмалақ ойын есебі. 3-ші нұсқа.

Есеп шарты: Екі қойшы қарама қарсы отырады да, орталарындағы төрт (немесе одан көп) шұңқырға уыстап құмалақ салады да ойынды бастайды (әрбір шұңқырдағы құмалақ саны шұңқырлы санынан артық болу керек). Алдымен бірінші ойыншы кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды. Содан кейін екінші ойыншы да кез келген бір шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа алып тастайды (ойын ережесі 2-ші нұсқада келтірілген). Ойын осылай кезегімен жалғаса береді. Кім шұңқырлардан ең соңғы құмалақты сыртқа шығарса, сол жеңімпаз болады.

Егер ойынды қатесіз дұрыс ойнаса, қай ойыншы (бірінші әлде екінші) жеңеді?

Есептің осы нұсқасы үшін жеңіске жету алгоритмін табу оңайға түспейді. Енді осы есепті жалпы түрде шешу үшін сандардың екілік жүйесін пайдалана отырып, келесі зерттеулерді жүргіземіз.

Алдымен мысал ретінде есептің 3 шұңқырлы нұсқасын қарастырайық. Бірінші шұңқырда – 37, екінші шұңқырды – 19, ал үшінші шұңқырда 26 құмалақ болсын делік.

Енді осы шұңқырлардағы құмалақтар санын екілік жүйеде және ондық жүйеде жазып, түсінікті болу үшін оларды 5-ші кесте түрінде келтірейік:

Кесте 5 – Тақ жүйе

1-ші шұңқырда	100101 ₂	= 37 ₁₀ құмалақ
2-ші шұңқырда	10011 ₂	= 19 ₁₀ құмалақ
3-ші шұңқырда	11010 ₂	= 26 ₁₀ құмалақ

Анықтама: Шұңқырдағы құмалақтардың екілік жүйеде жазылуындағы кез келген бағанада (сәйкес разрядта) ең аз дегенде бір қосынды тақ болса, біз бұл жүйені тақ жүйе деп атайық (Бұл жағдай 5-ші кестеде келтірілген)

Енді 1-ші шұңқырдан 28 құмалақты алып тастайық та, шұңқырлардығы құмалақтар санын екілік жүйеде жазайық. Сонда 1-ші шұңқырдан 28 құмалақты алып тастаған соң екілік жүйеде барлық сәйкес разрядтардың қосынды жұп болады (6-шы кесте).

Кесте 6 – Жұп жүйе

1-ші шұңқырда	1001 ₂	= 9 ₁₀ құмалақ
2-ші шұңқырда	10011 ₂	= 19 ₁₀ құмалақ
3-ші шұңқырда	11010 ₂	= 26 ₁₀ құмалақ

Анықтама: Шұңқырдағы құмалақтардың екілік жүйедегі барлық сәйкес разрядтардағы қосынды жұп сан болса, біз бұл жүйені жұп жүйе деп атайық. (Бұл жағдай 6-шы кестеде келтірілген)

Лемма

Ең көп құмалағы бар шұңқырдан белгілі мөлшерде құмалақты алып тастасақ, кез келген тақ жүйеден жұп жүйені жасауға болады.

Дәлелдеу

Құмалағы аз екі шұңқырдағы құмалақтардың екілік жүйедегі сәйкес разрядтардағы қосындысының қай позициясында тақ сан бар, біз сол позицияға 1 санын коямыз да, қалған жерлеріне 0 санын қойып шығамыз. Сонда пайда болған жүйе жұп жүйе болып шығады.

Жұп жүйе болған кезде, кез келген шұңқырдан құмалақтар алынып тасталса, онда ол жүйе міндетті түрде тақ жүйе болып қалады.

Есептің шешуі:

Егер бастапқы құмалақтар саны тақ жүйе болса, онда 1-ші жүрген ойыншы әрқашан жеңіске жете алады. Бұл үшін ол шұңқырлардағы құмалақтар санын жұп жүйеге келтіру керек, ол үшін өзінің кезегінде құмалағы ең көп шұңқырдан бірнеше құмалақты сыртқа шығарып отыруы керек.

Егер де бастапқы құмалақтар саны жұп жүйе болса, онда бірінші жүрген ойыншы жеңіліске ұшырайды. Себебі оның кез келген жүрісінен кейін құмалақтар саны тақ жүйе болып қалады.

Енді осы айтқан алгоритм түсінікті болу үшін қойшылардың құмалақ ойын есебінің 3-ші нұсқасын қарастырайық.

Бұл кезде шұңқырлар саны 4 немесе одан көп болады. Осы жағдай үшін 1-ші шұңқырда – 25, 2-ші шұңқырда – 18, 3-ші шұңқырда – 22, ал 4-ші шұңқырда 11 құмалақ болсын делік. Демек, құмалақтардың бастапқы орналасуы тақ жүйе болады (7-ші кесте).

Кесте 7

1-ші шұңқырда	25_{10} құмалақ =	11001_2 құмалақ
2-ші шұңқырда	18_{10} құмалақ =	10010_2 құмалақ
3-ші шұңқырда	22_{10} құмалақ =	10110_2 құмалақ
4-ші шұңқырда	11_{10} құмалақ =	01011_2 құмалақ

Жоғарыда айтылған Леммаға сәйкес, құмалағы ең көп шұңқырды қарастырамыз.

Кесте 8 – (7-ші кестедегі тақ жүйені, жұп жүйеге келтіру алгоритмі)

1-ші шұңқырда		x	x	x	x	x
2-ші шұңқырда	18 құмалақ =	1	0	0	1	0
3-ші шұңқырда	22 құмалақ =	1	0	1	1	0
4-ші шұңқырда	11 құмалақ =	0	1	0	1	1
Жұп жүйе болу үшін барлық позицияда құмалақтар қосындысы жұп жүйе болу керек. Ол үшін 1-ші шұңқырдағы құмалақтар саны комбинациясын толықтыру керек. Енді екілік жүйеде 01111_2 дегеніміз = 15 санына тең. Сондықтан бірінші шұңқырдан 10 құмалақ алып тастаймыз. $25-10 = 15$		Осы позицияда 0	Осы позицияда 1	Осы позицияда 1	Осы позицияда 1	Осы позицияда 1

1-ші ойыншының жүрісінен кейін (құмалағы ең көп 1-ші шұңқырдан 10 құмалақты алып тастаған соң) шұңқырлардағы құмалақ саны 9-шы кестеде көрсетілгендей болып өзгереді да, құмалақтар саны жұп жүйе болады:

Кесте 9

1 шұңқырда	15 құмалақ =	01111_2 құмалақ
2 шұңқырда	18 құмалақ =	10010_2 құмалақ
3 шұңқырда	22 құмалақ =	10110_2 құмалақ
4 шұңқырда	11 құмалақ =	01011_2 құмалақ

Нәтижелер және талқылау

Міне осылай бірінші ойыншы бастапқы тақ жүйені (7-ші кесте) жұп жүйеге (9-шы кесте) ауыстырады да, жеңіске жетеді.

Демек, қарастырған жағдайда пайдаланған алгоритм ағыны былай болды:

Бірінші ойыншы тақ жүйелі құмалақтар санын алдымен жұп жүйеге келтіру керек. Ол үшін 1-ші шұңқырдан 10 құмалақты алып тасталынды, сонда тақ жүйелі 7-ші кесте жұп жүйелі 9-шы кестеге ауысты (8-ші кестеде жұп жүйе жасау алгоритмі көрсетілген).

Екінші ойыншының жүрісінен кейін жұп жүйе қайтадан міндетті түрде тақ жүйеге ауысады. Сол кезде бірінші ойыншы оны қайтадан жұп жүйеге келтіріп отырды да, түбінде жеңіске жетеді.

Осы жерде айта кететін жағдай: тақ жүйе жүрістен кейін тақ та, және жұп жүйе бола алады, ол құмалақты есептеп алғанға байланысты. Ал жұп жүйе кез келген жүрістен кейін міндетті түрде тақ жүйеге ауысады.

Қорытынды

Сонымен түйіндей келсек, шұңқырлар саны 3 немесе одан көп болған кезде, 1-ші ойыншы бастапқы құмалақтар саны екілік жүйеде тақ жүйе болып түскен жағдайда әрдайым жеңіске жету керек. Егер де бастапқы құмалақтар саны екілік жүйеде жұп жүйе болып, ойыншылар жүрістері қатесіз дұрыс болса, онда 1-ші ойыншы әр уақытта жеңілу керек. Мақаладағы пайдаланған ұғымдар [9; 10; 11] кездеседі.

Қазақстан Республикасында қазір спорт түрі ретінде Тоғызқұмалақ қанатын кеңге жайып, танымал ойын болып дамуда. Өзіміздің төл спортымыз болғандықтан, бүгінде Қазақстан құрамасы әлем бойынша алдыңғы орында тұр. Дегенмен де болашақ жасөспірімдерге ұлтымыздың сарқылмас қазынасы тоғызқұмалақ ойынын насихаттап, жұртшылыққа таныстыру басты міндетіміз деп білеміз.

Бұл мақала 2023–2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша гранттық қаржыландыруға арналған конкурс (Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі) № AP19677733 «Ғылыми мәтіндерді параллельді талдаудың интеллектуалды таратылған жүйесін әзірлеу» атты бағдарлама бойынша жазылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Алфутова, Н. Б., Устинов, А. В. Алгебра және сандар теориясы : есептер жинағы. – М. : МЦНМО, 2009.

2 Гашков, С. Б. Санау жүйелері және оларды қолдану. – М. : МЦНМО, 2004. – 52 б. – («Математикалық ағарту» кітапханасы; Т. 29)

- 3 **Шен, А. Х.** Математика тұрғысынан ойындар мен стратегиялар. – М.: МЦНМО, 2008. – 40 б.
- 4 **Зюзов, В. М.** Математикалық логика және алгоритмдер теориясы : оқу құралы. – Томск : Эль Контент, 2015. – 236 б.
- 5 **Иродов, И. Е.** Ойындар мен қосымшалардың математикалық теориясы : оқулық, Нұсқаулық. – Санкт-Петербург, 2016. – 448 б.
- 6 **Краснов, М. Л.** Ықтималдықтар теориясы. Математикалық статистика, ойын теориясы. – М., 2014. – 296 б.
- 7 **Нечай, М. Н.** Экономикадағы ойын теориясы. – М., 2013. – 264 б.
- 8 **Захаров, А. В.** Әлеуметтік ғылымдардағы ойын теориясы : оқулық. – М., 2015. – 304 б.
- 9 **Иванов, М. Г.** «Ұшатын табақтардың» гравитацияға қарсы қозғалтқыштары : гравитация теориясы. – М., 2013. – 440 б.
- 10 **Петросян, Л. А.** Ойын теориясы : оқулық. – Санкт-Петербург, 2012. – 432 б.
- 11 **Julio Gonz'alez-D'iaz, Ignacio Garc'ia Jurado and M., Gloria Fiestras-Janeiro.** An introductory course on mathematical game theory // American Mathematical Society. 201 Charles Street, Providence, Rhode Island 02904-2294 USA. – 317 б.

REFERENCES

- 1 **Alfutova, N. B., Ustinov, A.V.** Algebra jane sandar teoriyasy [Algebra and number theory] : a collection of problems. – Moscow : MTSNMO, 2009.
- 2 **Gashkov, S. B.** Sanau zhuielery jane olardy koldanu (number systems and their use) / S. B. Gashkov. – Moscow : MTSNMO, 2004. – 52 p. – [library «mathematical enlightenment», Vol. 29]
- 3 **Shen A. H.** Matematika turgysynan oiynдар мен strategiyalar [Games and strategies from the point of view of Mathematics] / A. H. Shen. – Moscow : MTSNMO, 2008. – 40 p.
- 4 **Zyuzkov, V. M.** Matematikalyc logika jane algoritmdер teoriyasy [Mathematical logic and the theory of algorithms : a manual] / V. M. Zyuzkov. – Tomsk : El content, 2015. – 236 p.
- 5 **Irodov, I. E.** Oiyandar мен kosymshalardyn matematikalyc teoriyasy [mathematical theory of games and applications : textbook] / I. E. Irodov. – St. Petersburg, 2016. – 448 p.
- 6 **Krasnov, M. L.** Yktimaldyktar teoriyasy, matematikalyc statistika, oiyan teoriyasy [Probability theory, mathematical statistics, game theory] / M. L. Krasnov, A. I. Kiselyov, G. I. Makarenko. – Moscow, 2014. – 296 p

- 7 **Nechai, M. N.** Ekonomikadаgy oiyan teoriyasy [Game theory in economics] / M. N. Nechai. – Moscow, 2013. – 264 p
- 8 **Zakharov, A. V.** Aleumettik gylymdardаgy oiyn teoriyasy [Game theory in social sciences : textbook] / A.V. Zakharov. – Moscow, 2015. – 304 p.
- 9 **Ivanov, M. G.** Gravitasiya teoriyasy [Antigravity engines of «flying saucers»: Theory of gravity] / M. G. Ivanov. – Moscow, 2013. – 440 p.
- 10 **Petrosyan, L. A.** Oiyаn teoriyasy [game theory : textbook] / L. A. Petrosyan, N. A. Zenkevich, E. V. Shevkopyas. – St. Petersburg, 2012. – 432 p.
- 11 **Julio Gonz'alez-D'iaz, Ignacio Garc'ia Jurado and M. Gloria Fiestras-Janeiro** An introductory course on mathematical game theory // American Mathematical Society. 201 Charles Street, Providence, Rhode Island 02904-2294 USA. – 317 p.

13.02.24 ж. баспаға түсті.

16.05.24 ж. түзетулерімен түсті.

23.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***С. А. Алтынбек¹, С. К. Бургумбаева²,
У. К. Турусбекова¹, Б. С. Нуримов²**

¹Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова,
Республика Казахстан, г. Астана;

²Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана;
Поступило в редакцию 13.02.24.

Поступило с исправлениями 16.05.24.

Принято в печать 23.06.24.

РЕШЕНИЕ ДРЕВНИХ ЗАДАЧ КОРЕННОГО ТОГЫЗКУМАЛАКСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВЕЛИКОЙ СТЕПИ С ПОМОЩЬЮ ДВОИЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧИСЕЛ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В статье исследуется интересная стратегическая игра «тогызкумалак: Math Challenge» – основанная на древней казахской игре Тогызкумалак. Тогызкумалак-широко распространенная игра тюркских народов в прошлые века. Привитие молодежи национальных ценностей через спортивные игры занимает важное место во всем мире. Поэтому в статье предложены способы решения древнейших логических игровых задач, возникших в жизни казахского народа, в соответствии с современными научными требованиями.

В уникальной версии – игроки сталкиваются с противником, который использует математические алгоритмы для создания оптимальных движений. Игроки должны использовать свои математические знания и стратегические навыки, чтобы собирать камни с доски и грабить противника. Возможность адаптировать уникальные правила и уровень сложности делает игру интересной для игроков всех возрастов и математических уровней. Для того, чтобы окунуться в мир древних казахских традиций и преодолеть эту интересную математическую задачу, овладев математическими понятиями, предусмотрены пути развития стратегических навыков. Эта игра построена на задаче, развивающей способность человека мыслить, анализировать. Подробно рассмотрены игровые задачи рода тогызкумалак, с помощью компьютера определен алгоритм статистического выигрыша и частота выигрыша. Было показано, что игра пастухов кумалак является предпосылкой современной игры тогызкумалак.

Ключевые слова: задач, тогызкумалак, алгоритм, двоичная система, десятичная система, задачи Великой Степи, статистические вычисления

*S. A. Altynbek¹, S. K. Burgumbayeva², U. K. Turusbekova¹, B. S. Nurimov²

¹K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business University, Republic of Kazakhstan, Astana;

²L. N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan Astana.

Received 13.02.24.

Received in revised form 16.05.24.

Accepted for publication 23.06.24.

MATHEMATICAL SOLUTION OF ANCIENT PROBLEMS OF THE ANCIENT TOGYZKUMALAK ORIGIN OF THE GREAT STEPPE USING A BINARY SYSTEM OF NUMBERS

The article explores an interesting strategy game «Togyzkumalak: Math Challenge» – based on the ancient Kazakh game togyzkumalak. Togyzkumalak is a widespread game of the Turkic peoples in the past centuries. Instilling national values in young people through sports plays an important role all over the world. Therefore, the article suggests ways to solve the oldest logical game problems that arose in the life of the Kazakh people, in accordance with modern scientific requirements.

This is in a unique version-players face an opponent who uses mathematical algorithms to create optimal movements. Players must use their mathematical knowledge and strategic skills to collect stones from the board and loot the opponent. The ability to adapt unique rules and difficulty levels makes the game interesting for players of all ages and math levels. In order to plunge into the world of ancient Kazakh traditions and overcome this interesting mathematical problem by mastering mathematical concepts, there are ways to develop strategic skills. This game is based on a task that develops a person's ability to think and analyze. The game tasks of the togyzkumalak genus are considered in detail, the algorithm of statistical winnings and the winning frequency are determined using a computer. It was shown that the game of kumalak shepherds is a prerequisite for the modern togyzkumalak game.

Keywords: Kumalak problems, togyzkumalak, algorithm, binary system, decimal system, problems of the Great Steppe, statistical calculations.

**СЕКЦИЯ «ДИДАКТИКА ФИЗИКИ,
МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ»**

<https://doi.org/10.48081/ZTIC4673>

FTAMP 29.01.33

***Б. Ш. Исимова¹, Ж. М. Абдульмаликова²**

¹Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²«№ 72 мектеп-лицейі» МКК,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

*e-mail: isimova.bahyt@mail.ru

**ОҚУ ҮРДІСІНДЕ ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША
ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОҚУ ҚҰРАЛЫН ӘЗІРЛЕУДІҢ
ЖӘНЕ ОНЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Қазіргі уақытта гипермәтіндік түрдегі электрондық оқулықтарды әзірлеу және оларды оқу процесіне енгізу үрдісі белсенді сипатқа ие болуда. Көптеген жұмыстарға қарамастан электронды оқулықтарды пайдалана отырып оқыту технологиясы әлі де жетік меңгерілмеді.

Толық электронды оқулық – бұл жай ғана баспа басылымының цифрланған нұсқасы емес, ол техникалық құралдардың тұтас кешені – мәтінді, дыбысты, бейнені, графиканы және анимацияны біріктіруге мүмкіндік беретін өнім, сол себепті электронды оқулықтарды пайдалана отырып оқытуға көшудің артықшылықтары жетерлік. Физикадан электрондық оқулықтарды қолдану басқа пәндерге қарағанда ерекше орын алады, өйткені электрондық оқулықтың көмегімен көптеген құбылыстарды көрнекі түрде түсіндіру мүмкіндігі туындайды, сонымен қатар білім алушыларға әр теориялық бөлімнен кейін практикалық тапсырмалар мен зертханалық жұмыстарды, өзін-өзі бақылауға арналған тест тапсырмаларын орындауға, оқулықтағы ақпаратты іздеу жүйесін, интернетте орналастырылған әртүрлі мәліметтерге сілтемелерді жасау мүмкіндігі туындайды. Компьютерлік анимацияны пайдалану күрделі графиктерді, диаграммаларды және макро-микроәлем құбылыстарын визуализациялауға мүмкіндік береді, ал бұл қарапайым оқулықтарды пайдалану кезінде мүмкін емес.

Осының арқасында оқу процесі студенттер үшін қызықты және есте қалатындай болады, бұл білім алушылардың материалды меңгеруіне жақсы әсер етеді.

Мақалада авторлар iSpring Suite бағдарламасы арқылы жасалған «Кванттық физика» курсы үшін электронды оқу құралын жасау және пайдалану тәжірибесімен бөліседі.

Кілтті сөздер: білім алу, электронды оқулық, оқу процесін белсендіру, білім сапасын арттыру, білім беруді даралау.

Кіріспе

Компьютерлік технологиялар мен құралдар бүгінде қарқынды дамып көптеген салаларда, әсіресе білім беру саласында кең қолданыс табуда. Осындай құралдардың бірі білім берудегі электрондық оқу құралдары (ЭОҚ) болып табылады. Жалпы алғанда оқу құралы қысқаша теориялық және практикалық материалды қамтиды. Ал электронды оқыту құралдары әсіресе өз бетінше және жеке жұмыс кезінде пайдалы, олардың тұлғаға бағытталған оқыту жүйесінде маңызы орасан зор.

Көптеген статистикалық зерттеулер әртүрлі пәндер бойынша электронды оқыту құралдарын қолдану осы пән бойынша үлгерімді арттыруға мүмкіндік береді дейді. Бұл білім алушылардың көпшілігі ақпаратты көрнекі түрде жақсы қабылдайтындығына тікелей байланысты. Электрондық оқыту құралдары оқу процесін дараландыруға, өзін-өзі бақылауға мүмкіндік береді. Осыған сүйене отырып, электронды оқулық білімді меңгерудің анағұрлым түсінікті, ұғынықты тәсілі деген қорытынды жасауға болады.

Материалдар мен әдістер

Білім процесінде технологияларды қолдану алушылардың білімді процесіне әсер ететін оны жоғары шығаратын қосымша элемент болып табылады [1].

Электрондық оқулық ықшам және үлкен көлемдегі ақпаратты сақтай алады. Сыртқы қатты диск, флэш-диск немесе тіпті CD/DVD дискісі сияқты бір портативті ортада дәстүрлі оқулықтардың бүкіл кітапханасын сақтауға болатынын атап өткен жөн. Әрбір жақсы деңгейлі оқытушы өзінің оқу бағдарламасына электронды оқулықты оңай бейімдей алады, оның кейбір бөліктерін оңай өңдей алады немесе бірнеше электронды оқулықтарды біріктіре алады. Оқытушы оқулықты студенттерге тәуліктің кез келген уақытында электронды пошта және басқа онлайн-мессенджерлер арқылы жібере алады. Сондай-ақ оны онлайн жүктеп салу арқылы студенттерге жалпыға қолжетімді етуге болады. Электрондық оқулықтың дәстүрлі оқулықтан тағы бір айырмашылығы ол уақыт өте келе тозбайды және электрондық оқыту құралдарын жасау және басып шығару үлкен

шығындарды қажет етпейді. Электрондық оқулықтарда студенттің өтілген материалды қалай меңгергенін тексеруге мүмкіндік беретін кіріктірілген тестілеу жүйесін пайдалануға болады. Білім алушы мен оқытушы іздеу жүйесінің арқасында өзіне қажетті ақпаратты бірден таба алады [2; 3]. Оған қоса электрондық оқулық қашықтан білім берудің негізгі оқыту құралы болып табылады. Қашықтықтан оқыту кезінде студент көп уақытты өз бетінше оқитындықтан, электронды оқулықтарды пайдалану қажеттілігі туындайды [4; 5].

Электрондық оқулықты жасау көп еңбекті қажет ететін процесс. Әдетте оны мамандар тобы жасайды. Электронды оқулықты жасауды келесі қадамдарға бөлуге болады:

- 1) Осы оқу құралы әзірленіп жатқан аудиторияны бағалау;
- 2) Оқу әдебиеттерін және басқа дереккөздерді талдау, мәтіндік және графикалық ақпаратты жинау, таңдау және жүйелеу;
- 3) Мазмұнды дайындау;
- 4) Электрондық оқу құралының құрылымы мен интерфейсін таңдау және электрондық оқу құралын жасау.

Электрондық оқулықтарға (электрондық оқу құралдарына) қойылатын кейбір талаптарға назар аударған жөн:

- электрондық оқулықтың студенттен арнайы дайындықты қажет етпейтін қарапайым, ыңғайлы интерфейсі болғаны жөн. Басқару қарапайым және интуитивті болуы керек;

- зерттелетін тақырып бойынша анықтамалық ақпарат болуы керек. Басқа мәтінге немесе мәтін үзінділеріне гиперсілтемелерді пайдалана отырып, негізгі ақпаратты (сонымен қатар лекциялардың теориялық курсы) мәтін түрінде ұсынған жөн;

- электрондық оқулық білімді бақылауы және ол туралы студентке хабарлауы керек. Білімді бақылауды жүзеге асыру үшін оқулыққа ағымдағы және қорытынды тест тапсырмалары енгізіліп, практикалық тапсырмалар мен зертханалық жұмыстар пайдаланылуы керек;

- электрондық оқулықта дәстүрлі баспа әдісімен басылған ұсынылатын әдебиеттер тізімі болуы керек. Жоғарыда айтылғандай, электронды оқулық белгілі бір университеттің оқу бағдарламасына бейімделуі мүмкін, сондықтан әдебиеттер тізімінде кітапханада бар кітаптар немесе басқа басылымдар санының көрсеткіші болуы мүмкін. Әдебиеттер тізімін журналдардағы мақалаларға, ғылыми конференциялар жинақтарына және т.б. сілтемелермен ғана емес, сонымен қатар оқу орнының серверлерінде немесе интернетте орналастырылған электронды басылымдарға да толықтыруға болады.

Білім беру саласын жетілдірудің қазіргі кезеңінде «Электрондық оқулықтарды құрастырушылар» көптеген арнайы бағдарламалар пайда

болды, олардың негізгі максаты электронды оқулықтарды жасау жұмысын жеңілдету болып табылады.

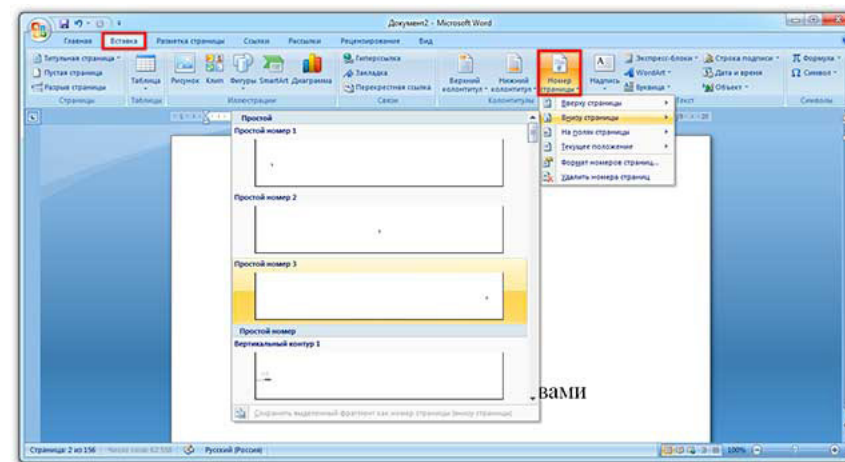
Біз бұл жұмыста электрондық оқу құралын iSpring Suite (Электрондық курстарды құруға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету) бағдарламасының көмегімен жасадық.

iSpring Suite пайдаланушыға ыңғайлы және жұмысқа бірден кірісуге мүмкіндік беретін интуитивті және эргономикалық интерфейсі бар бағдарлама болып табылады [6; 7; 8; 9].

Электрондық оқулықты құруды бастау үшін біз алдымен электронды оқулықтың материалдарын дайындадық: теориялық бөлім, оған байланысты есептерді шығару мысалдары, өздік тапсырмалар, тесттер. Кейін оқулықтың мазмұнын дайындап, бөлімдерге және бөлімшелерге бөлдік, бұның бәрі Microsoft Word бағдарламасында жасалды [10].

Оқулықтың мазмұнына сілтеме жасауды толығырақ қарастырайық:

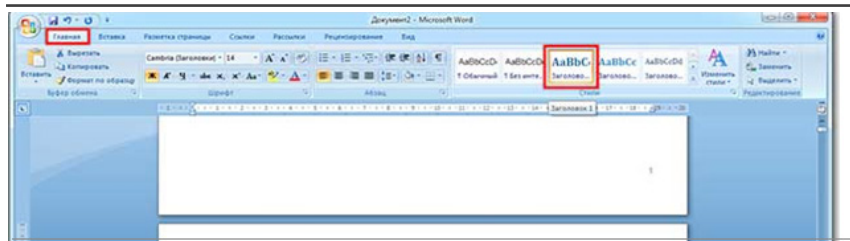
1. Алдымен құжат беттерін нөмірлейміз. Ол үшін бағдарламаның жоғарғы жағындағы «Кірістіру» қойындысына өтіп, «Бет нөмірі» түймесін басып, сәйкес опцияны таңдаймыз (1-сурет).



Сурет 1 – Құжат беттерін нөмірлеу

2. Енді құжаттағы бөлімдерді белгілеу керек. Ол үшін атауларды таңдап, оларға қажетті стильді қолданамыз.

Ол үшін мәтіндегі негізгі бөлімнің тақырыбын таңдап, «Стильдер» бөлімінде «1-тақырып» таңдаймыз (әдетте бұл сол жақтағы үшінші тармақ) (2-сурет).



Сурет 2 – «Стильдер» бөлімінде «1-тақырып»

Содан кейін қосымша бөлімдердің (бөлімшелердің) әрқайсысын таңдап, «Стильдер» бөліміндегі «2-тақырып» тармағын таңдаймыз.

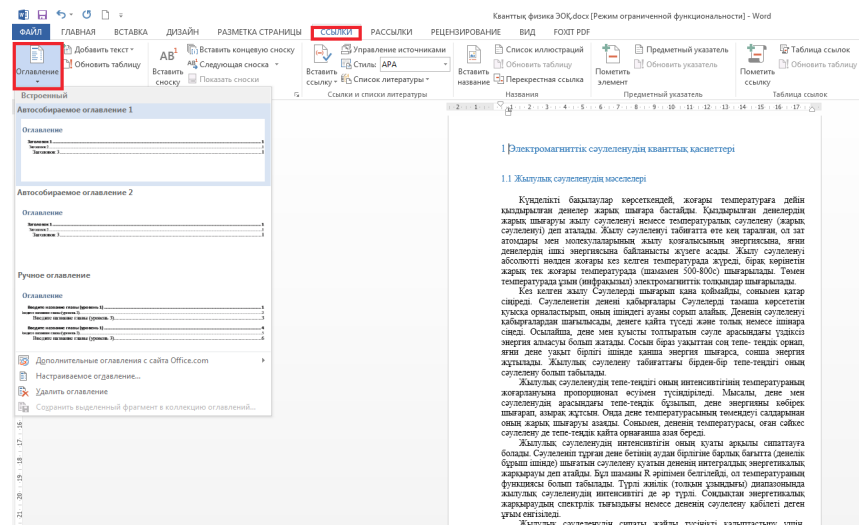
Қалған бөлімдер мен бөлімшелермен де солай жасаймыз.

3. Курсорды құжаттағы мазмұнды енгізіміз келетін жерге қоямыз.

Мысалы, біз мазмұнның құжаттың ең басында болғанын қалаймыз.

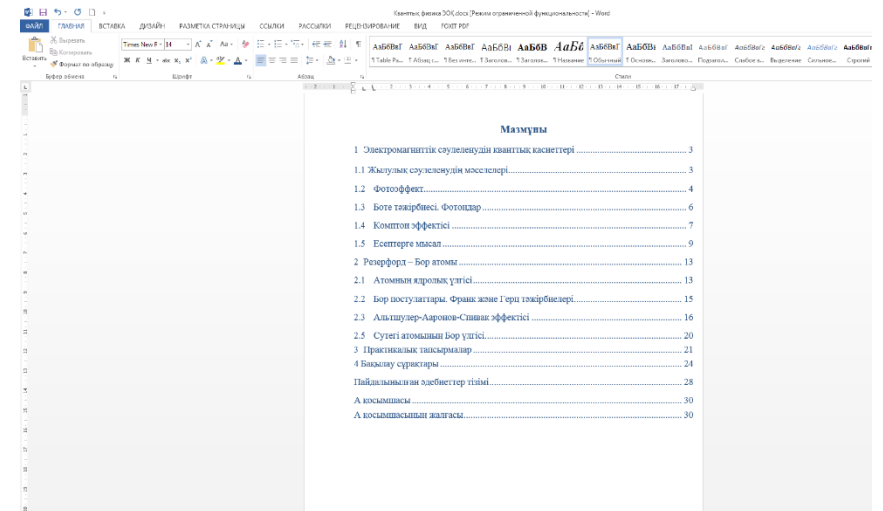
Сонымен, тінтуірдің сол жақ түймешігімен оның бірінші әрпінің алдынан шертеміз, сонда таяқша сол жерде жыпылықтай бастайды.

4. Бағдарламаның жоғарғы жағындағы «Сілтемелер» қойындысына өтеміз. «Мазмұн» батырмасын басып, «Автоматты түрде құрастырылған мазмұндар кестесі 1» немесе «Автоматты түрде құрастырылған мазмұндар 2» таңдаймыз (3-сурет).



Сурет 3 – «Мазмұн» батырмасы

Осымен болды! Курсор жыпылықтап тұрған жерде мазмұн қосылды. Ол кез келген кітаптағы немесе журналдағыдай көрінеді (4-сурет).



Сурет 4 – «Мазмұн» сілтемелері

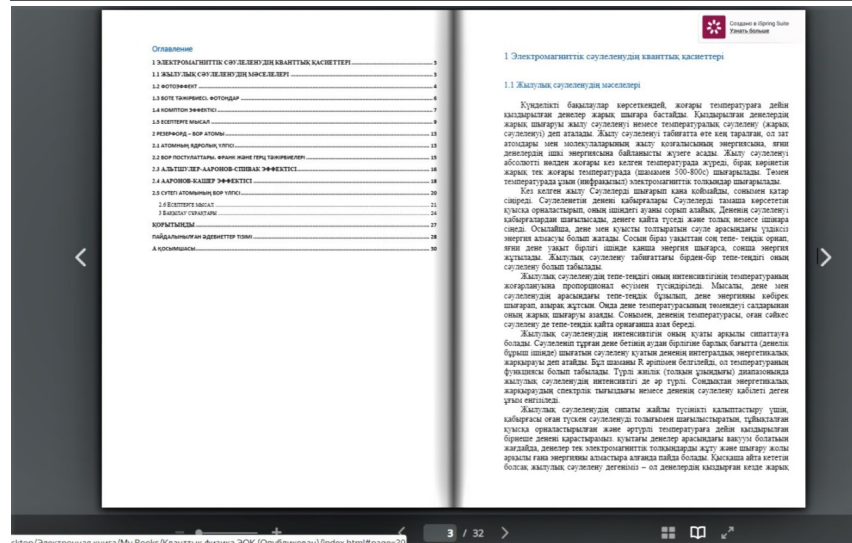
Осы сілтеменің арқылы белгілі бір бөлімге жылдам өтуге болады.

5. Дизайнды өзгертуге болады.

Дизайнның өзі (қаріп, өлшем, түс және т.б.) колмен өзгертіледі. Бірақ құрылымдық өзгерістерді (ұя салу, бөлгіш және басқа параметрлер) Word бағдарламасының жоғарғы жағындағы «Сілтемелер» қойындысы арқылы өңдеу керек: Сілтемелер→Мазмұны→...

Мысалы, нүктелердің орнына нүктелі сызықты, тұтас астын сызуды таңдауға немесе бөлгішті толығымен алып тастауға болады.

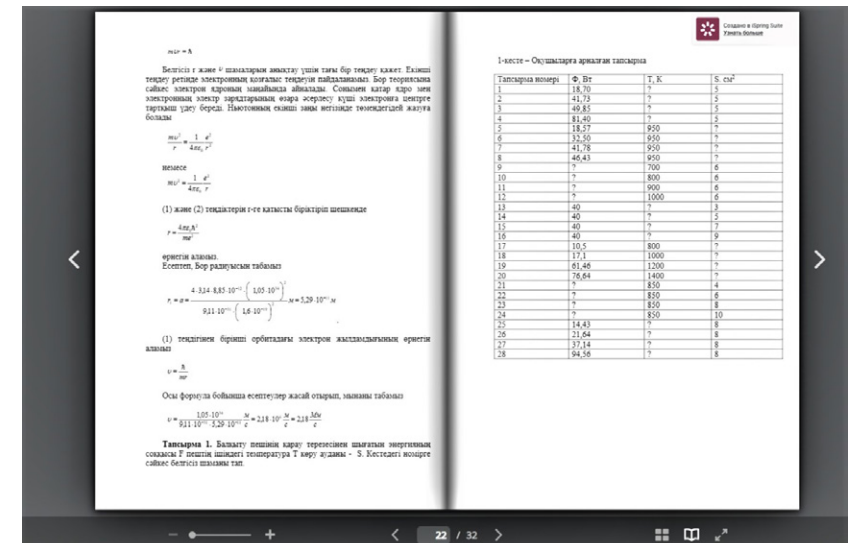
Енді Microsoft Word құжатын PDF форматына ауыстырамыз. Содан кейін PDF пішіміндегі құжатты iSpring Suite бағдарламасына жүктейміз. Біздің «Кванттық физика» курсы бойынша электрондық оқу құралымыз дайын (5-сурет).



Сурет 5 – Электрондық оқу құралы

Білім алушы ең алдымен әр тақырып бойынша ақпараттан тұратын теориялық бөлімді оқуы керек.

Бірінші тақырыпты зерделегеннен кейін білім алушы есептерді шешу мысалдары мен нұсқа бойынша орындауға арналған тапсырмаларды қамтитын практикалық бөлімге өтеді. Практикалық тапсырмалардан соң әр тақырып бойынша тест тапсырмалары келтірілген (6-сурет).



Сурет 6 – Практикалық тапсырмалар

Нәтижелер және талқылау

Электрондық оқулықтарды практикалық қолдану оқу үдерісінде бірқатар маңызды артықшылықтарды анықтады:

- оқу процесінің тиімділігі мен сапасын арттыру;
- оқу ақпаратын компьютерлік визуализациялау, ойын жағдаяттарын қосу, басқару қабілеті мен жұмыс режимін таңдау арқылы оқушылардың танымдық белсенділігін арттыруды анықтайтын ынталандыруды қамтамасыз ету;
- әртүрлі пәндік салалардағы мәселелерді шешу кезінде заманауи ақпаратты өңдеу құралдарын, оның ішінде аудиовизуалды қолдану арқылы пәнаралық байланысты тереңдету;
- оқыту процесін даралау және саралау (мысалы, күрделілік деңгейі әртүрлі сызықтар бойынша мақсатқа қарай қадамдық ілгерілеу мүмкіндігіне байланысты);
- кері байланыспен, қате диагностикасымен бақылау (оқушының қате әрекетінің себептерін көрсету және компьютер экранында тиісті түсініктемелер беру) және оқу іс-әрекетінің нәтижелерін бағалау;
- білім алушылар мен оқытушылардың өзін-өзі бақылауын және өзін-өзі түзетуін жүзеге асыру;
- оқу материалын меңгеру және студенттердің өзін-өзі дайындау процесінде оқытуды жүзеге асыру;

- іздеу жүйесінің арқасында қажетті ақпаратты жылдам табу мүмкіндігі;
- Барлық артықшылықтарға қарамастан, бірқатар кемшіліктер де бар:
- экраннан оқудан туындаған шаршау;
- онымен жұмыс істеу үшін қосымша жабдықтың қажеттілігі.

Электрондық оқулықтардың белгілі бір кемшіліктеріне қарамастан, оларды қолдану оқу курсың байытуға, оны оқушылар үшін қызықты әрі тартымды етуге мүмкіндік береді.

Қорытынды

беру үрдісінде оқу құралдарын материалды меңгеруге қызықтыратын немесе түсінген жақсырақ мүмкіндік. Сабақта қолданылатын мультимедиялық технологиялардың арқасында оқушылардың қызығушылығы артып, ынталандырылады, материалды меңгеру тиімділігі артады, ой әрекеті белсендіріледі. Оқу материалының көрнекі байлығы оны жарқын, нанымды етеді және оны меңгеру процесінің күшеюіне ықпал етеді. Білім алушылар бұл оқулықтардан көбірек ақпаратты қабылдайды. Сонымен қатар біз жасаған электрондық оқу құралы есеп шығару мысалдары мен практикалық тапсырмаларды қамтиды.

Олай болса, электронды оқулықтар мен слайд-презентациялар студенттер мен олардың оқытушыларының шығармашылық дамуына кең мүмкіндіктер беріп, олардың жалықтыратын дәстүрлі оқу курсынан құтылып, жаңа идеялар мен бейнелеу құралдарын дамытуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Башмаков, А. И.** Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М. : Филинъ, 2003. – 616 с.
- 2 **Шутенко, А. В.** «Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалана отырып оқу сабақтарын өткізу әдістемесі». [Электрондық ресурс]. – <http://pedsovet.su/publ/26-1-0-841>. 04/05/201.
- 3 **Густяхина, В. П.** Использование электронных изданий учебного назначения в подготовке педагогических кадров / В. П. Густяхина // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании: электр.науч. журн. – 2012. – № 4. – [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <http://journal.kuzspa.ru/journals/19/>.
- 4 **Мощенко, А. В.** «Білім берудегі ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» // Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. – М. : СМУ баспасы, 2004. – 192 б.
- 5 **Кельберер, Г. Р.** Электронное образование как необходимый компонент методической культуры современного педагога / Г. Р. Кельберер // Педагогическое образование и наука : журнал. – 2016. – № 1. – С. 64–68.

6 **Маминов, С.** Learning Content Development System. [Электрондық ресурс]. – URL: <http://nixika.ru/learning-content-development-system> // Технический блог Сергея Маминова. (Дата обращения – 04.05.09).

7 **Зарипова, М. Ж., Тайиров, А. Х., Мирсабунова, У. М.** Особенности создания и использования электронных учебных пособий с помощью программы Microsoft Publisher // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: сб. матлов XVI Междунар. науч.- практ. конф. Тамбов, 2012. – С. 92–95.

8 **Отарбекова, Ж. К., Дауткулова, А. К.** «Эффективность программ ISPRING при дистанционном обучении» // Вестник Атырауского университета имени Халела Досмухамедова. – 2020;58(3). – Р. 91–97. – <https://doi.org/10.47649/vau.2020.v58.i3.13>

9 **Адамов, Е. М., Николаев, А. М.** «Использование iSpring Suite и iSpring Online в образовательной системе» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 30. – С. 1–3. – [Электрондық ресурс]. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/56573.htm>.

10 **Bryan, H.** Suits Electronics for Physicists : An Introduction (Undergraduate Lecture Notes in Physics). – 1st ed. – 2020.

11 **Буянов, А. А.** «Оқушылардың оқу мотивациясының динамикасы» // Жоғары білім бүгін. – 2008. – № 3.

12 **Жүсіпқалиева, Ғ. Қ.** «Физика оқытудың мен әдістемесі» : құралы / Ғ. Қ. Жүсіпқалиева. – : Қазақ университеті, 2012. – 139 б.

13 **Иродов, И. Е.** Квантовая : учебник. – М. : 2012. – 214 с.

14 **Кузнецов, А. А., Сергеева, Т. А.** «Компьютерлік бағдарлама және дидактика» // Информатика және білім / Иродов, И. Е. – 2006 ж., № 2.

15 **Кониши, К.** Кванттық : Оқулық // Кониши. – Полиграф, 2013. – 68 б.

16 **Ланкин, В., Григорьева, О.** «Электрондық оқулық : мүмкіндіктер, мәселелер, перспективалар» // Ресейдегі жоғары білім. – 2008. – № 2.

17 **Роберт, И. В.** «Білім берудегі заманауи ақпараттық технологиялар» // И. В. Роберт. – М. : Школа-Пресс, 2007.

18 **Тыщенко, О. Б.** «Компьютерді оқытудың жаңа құралы – электронды оқулық» // Компьютерлер оқу үдерісінде. – 2008. – № 10. – 89–92 б.

REFERENCES

- 1 **Bashmakov, A. I.** Razrabotka komp'yuterny`x uchebnikov i obuchayushhix sistem [Development of computer textbooks and training systems]. – М. : Filin. – 2003. – Р. 616.
- 2 **Shutenko, A. V.** «Aqparattyq-komunikasialyq tehnologialardy paidalana otyryp oqu sabaqtaryn otkizu adistemesi» [Methodology of training classes

using information and communication technologies] [Electronic resource]. – <http://pedsovet.su/publ/26-1-0-841>. 04/05/201.

3 **Gustyaxina, V. P.** Ispol'zovanie e'lektronny'x izdaniy uchebnogo naznacheniya v podgotovke pedagogicheskix kadrov [The use of electronic publications for educational purposes in the training of pedagogical personnel] / V. P. Gustyaxina // Informacionno-kommunikacionny'e texnologii v pedagogicheskom obrazovanii: e'lekt.nauch. zhurn. – 2012. – № 4. – Rezhim dostupa. [Electronic resource]. – <http://journal.kuzspa.ru/journals/19/>.

4 **Moshhenko A. V.** «Bіlim berudegi aqparattyq-komunikasialyq tehnologialar» [Information and communication technologies in education] // Halyqaralyq ғылыми-praktikalyq konferensia materialdary. – Moscow : SMU baspasy, 2004. – P. 192.

5 **Kel'berer, G. R.** E'lektronnoe obrazovanie kak neobxodimyy komponent metodicheskoy kul'tury sovremennogo pedagoga [Electronic education as a necessary component of the methodical culture of a modern teacher] / G. R. Kel'berer // Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka : zhurnal. – 2016. – № 1 – P. 64–68.

6 **Maminov, S.** Learning Content Development System. [Electronic resource]. – URL: <http://nixika.ru/learning-content-development-system> // Texnicheskij blog Sergeya Maminova. (Access date – 04.05.09).

7 **Zaripova, M. Zh., Tajirov, A. X., Mirsaburova, U. M.** Osobennosti sozdaniya i ispol'zovaniya e'lektronny'x uchebny'x posobij s pomoshh'yu programmy Microsoft Publisher [Features of creating and using electronic textbooks using the Microsoft Publisher program] // Aktual'ny'e problemy informatiki i informacionny'x texnologij: sb. mat-lov XVI Mezhdunar. nauch.- prakt. konf. – Tambov. – 2012. – P. 92–95.

8 **Otarbekova, Zh. K., Dautkulova, A. K.** E'ffektivnost' programm ISPRING pri distancionnom obuchenii [The effectiveness of the ISPRING program in distance learning] // Vestnik Aty'rauskogo universiteta imeni Xalela Dosmuxamedova. 2020. – 58(3): P. 91–97. – <https://doi.org/10.47649/vau.2020.v58.i3.13>.

9 **Adamov, E. M., Nikolaev, A. M.** Ispol'zovanie iSpring Suite i iSpring Online v obrazovatel'noj sisteme [Using iSpring Suite and iSpring Online in the educational system] // Nauchno-metodicheskij e'lektronny'j zhurnal «Koncept». – 2016. – Vol. 30. – S. 1–3. – [Electronic resource]. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/56573.htm>.

10 **Bryan, H.** Suits Electronics for Physicists: An Introduction (Undergraduate Lecture Notes in Physics) 1st ed. – 2020.

11 **Buyanov, A. A.** «Oquşylardyń oqu motivasiasynyń dinamikasy» [Dynamics of students' learning motivation] // Joǵary bilim bugin. – 2008. – № 3.

12 **Jūsipqalieva, Ğ. Q.** «fizika oqytudyń men ädistemesi» [Theory and methodology of teaching the school physics course]: oqu qūraly / Ğ. Q. Jūsipqalieva. – Almaty : Qazaq universiteti, 2012. – P. 139.

13 **Irodov, I. E.** Kvantovaya fizika [Quantum physics]: uchebnik / I. E. Irodov. – Moscow : Nauka, 2012. – P. 214.

14 **Kuznecov, A. A., Sergeeva, T. A.** «Kömpüterlik baǵdarlama jáne didaktika» [Computer program and didactics] // İnformatika jáne bilim. – 2006. – № 2.

15 **Konishi, K.** Kvantty'q fizika [Quantum physics]: Oquly'q / K. Konishi. – Poligraf, 2013. – P. 68.

16 **Lankin, V., Grigor'eva, O. E.** E «Elektrondyq oqulyq: mümkindikter, мәseleler, perspektivalar» [Electronic textbook: opportunities, problems, prospects] // Residegi joǵary bilim. – 2008. – № 2.

17 **Robert, I. V.** «Bіlim berudegi zamanauı aqparattyq tehnologialar» [Modern information technologies in education] // I.V. Robert – Moscow : Shkola-Press, 2007.

18 **Ty'shenko, O. B.** «Kömpüterdi oqytudyń jańa qūraly – elektrondy oqulyq» [A new tool for computer training - an electronic textbook] // Kömpüterler oqu üderisinde. – 2008. – № 10. – P. 89–92.

14.06.24 ж. баспаға түсті.

14.06.24 ж. түзетулерімен түсті.

23.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Б. Ш. Исимова¹, Ж. М. Абдульмаликова²**

¹Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

²«Школа-лицей № 72», Республика Казахстан, г. Астана

Поступило в редакцию 14.06.24.

Поступило с исправлениями 14.06.24.

Принято в печать 23.06.24.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ФИЗИКЕ

В настоящее время электронные учебники гипертекстового типа активно разрабатываются и внедряются в учебный процесс. Несмотря на большое количество работ, технология обучения с использованием электронных учебников еще недостаточно освоена.

Полноценный электронный учебник – это не просто оцифрованная версия печатного издания, это продукт, позволяющий

интегрировать целый комплекс технических средств-текст, звук, видео, графику и анимацию, поэтому преимущества перехода на обучение с использованием электронных учебников достаточно велики. Использование электронных учебников по физике занимает особое место по сравнению с другими дисциплинами, поскольку с помощью электронного учебника есть возможность наглядно объяснить многие явления, а также студенты могут выполнять практические задания и лабораторные работы после каждого теоретического раздела, выполнять тестовые задания для самоконтроля, а также использовать поисковую систему информации в учебнике, можно создавать ссылки на различную информацию размещенную в Интернете. Использование компьютерной анимации позволяет визуализировать сложные графики, схемы и явления макро-микромира, что невозможно при использовании учебников. Благодаря этому процесс обучения становится интересным и запоминающимся для учащихся, что положительно влияет на усвоение материала.

В статье авторы делятся опытом создания и использования электронного пособия по курсу «Квантовая физика», созданного с помощью программы iSpring Suite.

Ключевые слова: образование, электронный учебник, активизация учебного процесса, повышение качества образования, индивидуализация образовательного процесса.

***B. Sh. Isimova¹, Zh. M. Abdulmalikova²**

¹Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

²«Lyceum School № 72», Republic of Kazakhstan, Astana

Received 14.06.24.

Received in revised form 14.06.24.

Accepted for publication 23.06.24.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF AN ELECTRONIC TEXTBOOK ON PHYSICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Currently, hypertext-type electronic textbooks are actively being developed and implemented in the educational process. Despite the large number of works, the technology of teaching using electronic textbooks has not yet been sufficiently mastered.

A full-fledged electronic textbook is not just a digitized version of a printed publication, it is a product that allows you to integrate a whole range of technical means-text, sound, video, graphics and animation, therefore, the advantages of switching to learning using electronic textbooks are quite large. The use of electronic textbooks in physics occupies a special place in comparison with other disciplines, since with the help of an electronic textbook it is possible to visually explain many phenomena, and students can also perform practical tasks and laboratory work after each theoretical section, perform test tasks for self-control, as well as use a search engine for information in the textbook, you can create links to various information posted on the Internet.

The use of computer animation allows you to visualize complex graphs, diagrams and phenomena of the macro-microcosm, which is impossible when using textbooks. Thanks to this, the learning process becomes interesting and memorable for students, which has a positive effect on the assimilation of the material.

In the article, the authors share their experience in creating and using an electronic textbook on the course "Quantum Physics", created using the iSpring Suite program.

Keywords: education, electronic textbook, activation of the educational process, improvement of the quality of education, individualization of the educational process.

***А. К. Косыбаева, К. А. Нурумжанова**

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ТРАНСДИСЦИПЛИНАРЛЫҚ КОГНИТИВТІК ПРИНЦИПТЕР НЕГІЗІНДЕ МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Мақала Қазақстан оқушыларының физика-математикалық дайындығының тиімділігі мен сапасын арттыру қажеттілігінің өзекті мәселесіне арналған. Осы мәселе бойынша ғылыми әдебиеттерді зерделеу және Павлодар өңірі мектептерінің нақты тәжірибесіндегі проблеманың жай-күйін зерделеу негізінде авторлар гипотезаны тұжырымдады: мектепте физика мен математиканы оқудың тиімділігін арттыру үшін математика, физика пәндерінің және олардың ғылым мен техникадағы пәнаралық байланыстарының өсіп келе жатқан ролін ескеретін қазіргі заманғы дидактикалық ресурс ретінде пәнаралық тәсілді қолдану қажет. орта мектептер мен жоғары оқу орындарының нақты тәжірибесіндегі бұл рөлді жете бағаламау. Зерттеудің мақсаты: мектепте математика мен физиканы оқытудың тиімділігін арттыру үшін когнитивтік дидактикалық теориясы негізде трансдисциплинарлық технологияны дамыту.

Зерттеуде қазіргі білім берудегі математикалық және физика ғылымдары жүйелерінің ролін талдау әдістемесі ретінде жүйелік тәсіл негізгі әдіснамалық рөлге ие болды. Синергетикалық тәсіл оқушылардың тұтас ғылыми дүниетанымын қалыптастыру үшін пәнаралық трендті зерттеудің әдіснамалық негізі ретінде қабылданды. Зерттеу нәтижелері: мектептегі нақты оқу процесінде когнитивті схема теориясына негізделген пәнаралық тәсілді қолдана отырып, физика және математика бойынша мектеп курстарының таңдалған тақырыптарын салыстырмалы зерттеу және когнитивті интерпретациялаудың когнитивті технологиясы әзірленді және сыналды.

Кілтті сөздер: когнитивті технология, пәнаралық тәсіл, оқыту технологиясы, дидактикалық мазмұн, физиканы зерттеу әдістемесі, Математиканы оқыту әдістемесі, пәнаралық байланыс.

Кіріспе

Тақырыптың өзектілігі қазіргі уақытта математика және физиканың табиғат пен қоғамды ғылыми сипаттаудағы күрделі пәнаралық мәселелерін шешуге қабілетті әмбебап методологияны ұсына отырып, цифрлық дәуір заманында трансдисциплинарлық трендті қолдануда көшбасшы болғандығына байланысты.

Цифрлық дәуірде математиканың қоршаған әлемді сипаттаудағы шынайылығы математиканың физикамен ғасырлық өзара әрекеттесуі мен компьютердің дамып келе жатқан мүмкіндіктерін пайдалану негізінде дамитындығы белгілі. Осы идеялар мен әдістердің әсерінен цифрлық дәуірдегі ғылыми зерттеулер «танымның жаңа, жоғары (трансдисциплинарлық) деңгейіне және табиғат пен қоғамның күрделі көп факторлы мәселелерін шешуге қабілетті әмбебап методология туындады» [1,14 – 6.]. Сондықтан «трансдисциплинарлық» көптеген ғылымдар мен ғылыми пәндердегі негізгі тұжырымдамасына айналды. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, зерттеуімізде келесі мәселенің бар екендігін анықтадық: «білім берудегі пәнаралық тәсілдің өзектілігі мен дәлелденген тиімділігіне қарамастан, нақты мектеп тәжірибесінде оқушылардың физика-математикалық дайындығының тиімділігін арттыру үшін трансдисциплинарлық принцип әлі де аз қолданылады. Зерттеудің мақсаты: мектепте математика мен физиканы оқытудың тиімділігін арттырудың трансдисциплинарлық когнитивтік технологияны әзірлеу.

Осы мәселе бойынша ғылыми әдебиеттерді зерделеу және Павлодар өңірі мектебінің нақты тәжірибесіндегі проблеманың жай-күйін зерделеу негізінде гипотеза тұжырымдалды: мектепте физика мен математиканы оқудың тиімділігін арттыру үшін математика, физика пәндерінің және олардың ғылым мен техникадағы трансдисциплинарлық байланыстарының дамып келе жатқан ролін, орта мектептер мен жоғары оқу орындарының нақты тәжірибесіндегі бұл рөлді жете бағаланбауын ескеретін қазіргі заманғы дидактикалық ресурс ретінде трансдисциплинарлық принципті қолдану қажет. Зерттеу міндеттері: 1) зерттеу мәселесі бойынша ғылыми әдебиеттерді зерделеу және талдау негізінде оқушылардың физика-математикалық білім сапасын арттыру ресурсы ретінде трансдисциплинарлық принциптің мүмкіндіктері мен ерекшеліктерін сипаттау; 2) нақты мысалдар арқылы математиканы когнитивті зерттеу алгоритмдерін әзірлеу және оларды физика мен математика тұрғысынан интерпретациялау; 3) Дарынды балаларға

арналған Абай атындағы гимназияның нақты оқу процесінде әзірлемелерді сынақтан өткізу; 4) оқу материалдарын сынақтан өткізу нәтижелеріне талдау жасау.

Материалдар мен әдістер

Когнитивизм – бұл Қазақстан Республикасындағы жалпы орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарында ұсынылған конструктивистік дидактика үшін өтпелі «көпір» болып табылатын қазіргі заманғы дидактикалық тұжырымдама екені белгілі. Когнитивизм – оқытудың психологиялық заңдылықтарын ойлау процестеріне бағыттаушы оқыту принципі. Сондықтан когнитивизмнің қазіргі дидактикасында оқыту есте сақтау, ойлау, рефлексия, абстракция, мотивация және метатануды қамтитын ішкі процесс ретінде қарастырылады. Когнитивті тәсілге сәйкес, өздігінен оқу барысында ақпаратты талдау, өңдеу және шешім қабылдау алгоритмдер мен ережелер бойынша жүзеге асады. Ми білімді ұзақ мерзімді жадыда схемалар, пәндік білімнің белгілі бір санатын зерттеу ережелері түрінде сақтайды. Бұл адам миының негізгі функцияларының бірі [2; 3].

Когнитивті тәсілдің негізгі міндеттері – осы ойлау процестерінің барлығы қалай жұмыс істейтінін түсіну және түсіндіру. Мұғалім жаңа ақпаратты оқушының бұрыннан бар білімімен байланыстыру арқылы ұсынады – яғни қолданыстағы психикалық схемаларды құру немесе өзгерту, кеңейту: зерттелетін білім категориясы туралы не білу керек? Сондықтан жаңа білімді қабылдау процесі тірек білімді жаңартудан басталады. Когнитивті схемаға мысал ретінде біз физикалық шамаларды зерттеу ережелерін келтіреміз. Физикалық шаманы зерттеу схемасы: шаманы, сипаттаманы немесе қасиетті анықтау: дене, зат немесе процесс? Қандай қасиетті сипаттайды? Неге тең?, әріптік белгілеу, анықтау формуласы, өлшем бірліктері, өлшеу әдісі, қолдану түрлері мен шекаралары. Осылайша, когнитивизмге негізделген ілімде эмпирикалық және теориялық білім, зерттелетін материалдың физикалық мағынасын түсіну қамтамасыз етеді. Схемаларды білім алушылар бірлескен ортада оқу пәнінің мазмұнын одан әрі саналы түрде қабылдау үшін түсінуі және білуі керек.

Мектептегі математиканы оқыту барысында когнитивті схемаларды қолдануға, анықтамаларды тұжырымдауға, функцияларды зерттеуге, теоремаларды дәлелдеуге алгоритмдерді қолдана отырып, тапсырманы немесе есептерді шешу ережелерін қалыптастыруға, ережелерді саналы түрде қолдануға болады, мысалы, үшбұрыштардың теңсіздігі, функцияның графигін салу, зерттеу және т.б. Математиканың физикадан ерекшеленетін категориялық аппараты да бар. Математиканың рәсімделген тілі қазіргі уақытта көптеген жаратылыстану пәндері мен заманауи технологиялардың ғылыми тілі болып табылады.

Егер физикада жаратылыстанудың ғылыми категориялары қолданылса: фактілер, құбылыстар, шамалар, заңдар, теориялар, принциптер және олар қатаң иерархиялық жүйеленген болады және барлық ғылымдарда қолданылады. Математикада мұндай иерархия жоқ. Жалпы жағдайда математикалық ұғымдар мен теоремалар міндетті түрде физикалық әлемде ештеңеге сәйкес келмейді. Математика – бұл нақты әлемнің сандық қатынастары мен кеңістіктік формалары туралы ғылым.

Зерттеудің келесі кезеңдерінде трансдисциплинарлық принцип құралдарын оқу процесіне енгізу кезінде жүйелік тәсіл де маңызды рөл атқарды, өйткені білім алушылардың жүйелі ойлауын дамыту негізгі білім беру міндеті болды. Транспәндік тәсілді пайдалана отырып оқыту қалыптасып жатқан жаратылыстану-математикалық құзіреттіліктердің ауқымын кеңейтуге және қажетті hard, soft және meta дағдыларын алуға, сондай-ақ бәсекеге қабілеттілікті арттыруға ықпал етеді [3; 4; 5; 6].

Зерттеу барысында білім беру құбылысы күрделі және бастапқыда әлеуметтену мен тәрбиелеу стратегияларымен байланысты болғандықтан, білім беруді гуманитаризациялау тұжырымдамаларының негізгі ережелері ескерілді.

Мысалдар келтірейік.

Мысал 1. 10-сыныптың «Алгебра және анализ бастамалары» курсына функция, оның қасиеттері және графигі қарастырылады.

Анықтама. Функция деп y айнымалының x -ке тәуелділігі аталады, мұндағы әрбір x мәніне (x -тәуелсіз айнымалы немесе аргумент) белгілі бір заңдылық бойынша y сәйкес келеді (y -тәуелді айнымалы немесе функция).

Жазықтықтың $(x; f(x))$, $x \in D(f)$ түріндегі нүктелер жиыны $y=f(x)$ функциясының графигі деп аталады.

Алгебрада функцияның берілу әдістері, барлық түрлері, сипаттамалары, қасиеттері қарастырылады және графиктерді салу үшін функция зерттеледі. Физика курсына «аргументтер», «функциялар» ұғымдарын, олардың өзара байланысы мен қасиеттерін қайталауға, түсінуге мүмкіндік бар.

Механикалық қозғалысты сипаттайтын физикалық шамалардың қарапайым мысалдарында (жол, орын ауыстыру, жылдамдық, үдеу және уақыт) біз бұл шамалардың не екенін, пропорциялардың тура, кері мәнін анықтап, функцияның графигін құрамыз.

Біздің өмірімізде белгілі бір физикалық процестер жүреді, онда шамалардың бір-біріне байланысты қалай өзгеретінін байқауға болады, мысалы, көліктегі бірдей қашықтық жаяу жүруге қарағанда тезірек өтеді. Аргумент – бұл алгебралық әрекет жасалып, функцияның мәні анықталатын тәуелсіз айнымалы.

Математикада бұл – аргумент пен функцияның байланысы деп аталады. Функция – айнымалы арқылы анықталатын мән. Яғни, функцияның мәні аргументке байланысты. Жол, орын ауыстыру – аргументке тәуелді айнымалылар (жылдамдық пен уақыт). Аргумент пен функция өзара тәуелді. Басқаша айтқанда, x өзгерген кезде сәйкесінше y өзгереді. Тура пропорция дегеніміз – бір шаманың өзгеруі екіншісінің пропорционалды өзгеруіне әкелетін екі айнымалының қасиеті. Физикада бұл термиялық кеңею заңы болуы мүмкін: $V = V_0(1 + \alpha t)$.

Физикада ғылым категорияларын зерттеудің когнитивті схемалары(ережелері) бар, бұл мысалда бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс заңы, жол және орын ауыстыру сияқты физикалық шамалар. Физика мен математикада ғылымның жалпы категорияларында когнитивті схемаларды қолдануға әбден болады, мысалы, «ұғым» категориясы, «ұғымның» когнитивті схемасы қарапайым: Оның анықтамасын тұжырымдау үшін тегін анықтау керек (бұл не?) бұл ұғым және оның түрлік айырмашылығы «қандай?», осылайша ұғымның анықтамасы екі бөліктен тұрады.

Мысалы, физика мен математикадағы «теңдеу» ұғымы. Математикада «Бұл не? Бұл – белгісіз шамасы бар теңдік, математикалық өрнек. Қандай? «Теңдік» белгісі бар және латын әріптерімен көрсетілген айнымалы мен айнымалының қабылдайтын мәндерінен тұратын элементтер. Физикада бұл теңдік әртүрлі физикалық процестің жүзеге асу заңдылығы немесе айнымалылардың арасындағы себеп-салдарлық байланыс болуы мүмкін [7; 8].

Мысал 2. «Дифференциалдық теңдеулер. Дифференциалдық теңдеулердің негізгі ұғымдары» тақырыбы бойынша есеп қарастырайық.

Есеп. 3000 тұрғыны бар кешенде тұмау эпидемиясы $\frac{dy}{dt} = 0.001y(3000 - y)$, теңдеумен көрсетілген, мұндағы $y - t$ уақытта ауырып қалғандар, $t -$ апта саны. Бастапқыда кешенде тұмау эпидемиясына шалдыққандар саны 3-ке тең болса, онда екі аптадан кейін тұмау эпидемиясына шалдыққандар саны қаншаға жетеді ($e \approx 2,72$)?

Есептің шешуі.

Өрнекті түрлендіреміз:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{1000} * y * (3000 - y)$$

$$\frac{1}{3000} \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{y - 3000} \right) dy = \frac{dt}{1000}$$

Теңдіктің екі жағын интегралдаймыз:

$$\int \frac{1}{3000} \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{y - 3000} \right) dy = \int \frac{1}{1000} dt$$

(3000-ға көбейтсек)

$$\ln y - \ln(y - 3000) = 3t + 3000C$$

$$y = (y - 3000)e^{3t} \cdot C$$

Бастапқы уақытта 3 адам ауырды. Демек, $t=0$ болғанда $y=3$ шарттарын орнына қоямыз:

$$3 = (3 - 3000)e^{3 \cdot 0} \cdot C$$

$$C = \frac{3}{3 - 3000} = \frac{1}{1 - 1000} = -\frac{1}{999}$$

болғанда y -ті есептейміз:

$$y = (y - 3000) \cdot e^{3 \cdot 2} \cdot \left(-\frac{1}{999} \right)$$

$$e^6 \approx 403; \quad y = 864$$

Жауабы: 864 адам.

Берілген есепті шешкен кезде физикадағы $\frac{dy}{dt}$ бірінші ретті туынды аурудың таралу жылдамдығын немесе уақыт бірлігіне ауру адамдардың санын көбею жылдамдығын білдіреді. Уақыт бірлігін кез-келген өлшемді таңдауға болады: күндер, сағаттар, минуттар, секундтар. Әрине, өмірде қолдануға бағытталған есептерде оқушылар шынайылыққа сәйкес келуі үшін уақыт өлшемі ретінде, бір күндегі науқастар санын таңдауы керек.

Математикада бірінші ретті туынды өзара ортогоналды сәйкестік немесе екі шаманың қатынасы, бір күндегі науқастанған адамдар саны.

Тапсырмалар:

№ 1. Екі дене бір нүктеден бір бағытта бір уақытта түзу сызық бойымен қозғала бастады. Бірінші дене $v = (6t^2 + 2t)$ жылдамдықпен, екіншісі $v = (4t + 5)$ м/с жылдамдықпен қозғалады, олар 5с уақыт өткенде бір-бірінен қандай қашықтықта болады?

Тапсырманың шығару жолы:

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_0^5 v_1(t) dt = \int_0^5 (6t^2 + 2t) dt = \int_0^5 6t^2 dt + \int_0^5 2t dt = (2t^3 + t^2)_0^5 \\ &= 2 \cdot 5^3 + 5^2 = 250 + 25 = 275 \\ S_2 &= \int_0^5 v_2(t) dt = \int_0^5 (4t + 5) dt = \int_0^5 4t dt + \int_0^5 5 dt = (2t^2 + 5t)_0^5 \\ &= 2 \cdot 5^2 + 5 \cdot 5 = 50 + 25 = 75 \\ S &= S_1 - S_2 = 275 - 75 = 200 \end{aligned}$$

№ 2. Төмендегі тұжырымдардың орындалатынын көрсетіңіз:

Егер серіппені 0,01 м-ге сығу үшін 10 Н күш қажет болса, онда $k=1000$ болады;

серіппені 0,04 м-ге сығу үшін 40 Н күш жұмсалады;

Күштің алғашқы функциясы атқарылған жұмыс екені, яғни $A = \int F(x) dx$ белгілі болса, онда серіппені 0,04 м-ге сығу үшін жасалған жұмысты табыңыз. [11; 12].

Тапсырманың шығару жолы:

$$A = \int F(x) dx = -k \int x dx = -k \frac{x^2}{2} = -1000 \frac{0,04^2}{2} = 0,8 \text{ Дж}$$

Нәтижелер мен талдау

Біздің зерттеудің негізгі міндеті – мектепте математика мен физиканы оқытудың тиімділігін арттыру үшін когнитивті трансдисциплинарлық принцип арқылы ресурс құрастыру. Когнитивті тәсіл арқылы өздігінен оқытуда оқыту процесі ойлау немесе ойлау операцияларына негізделеді. Трансдисциплинарлық принцип қабылдау, сана, түсіну, есте сақтау, ойлау, рефлексия, абстракция, мотивация және метатануды, оқытуды алгоритмдеу ережелерін бір оқу пәнінен басқа пәнді оқу процесіне көшіру, біріктіру және қолдану болып табылады. Біздің зерттеуімізде бұл білімнің математикалық және физикалық компоненттер және олардың сипаттамалары: шамалар (математикалық және физикалық), олардың анықтамалары, функциялары мен заңдылықтары, себеп-салдарлық байланыстары және т.б. қарастырылды. Британдық психолог Фредерик Чарльз Бартлеттің еңбектері когнитивті тәсілді дамытуда маңызды рөл атқарды. 1932 жылы ол схемалар теориясын тұжырымдады [5]. Ғалым ақыл-ой құрылымдарын схемалар деп атады, онда ми жаңа ақпаратты өңдеу мен есте сақтауды жеңілдету үшін әлем туралы білімді қалыптастырады деп болжайды. Адам бұрыннан бар схемаға сәйкес келетін ақпаратқа тап болған кезде, оның миы оны осы когнитивті құрылымға сүйене отырып түсіндіреді. Алайда, егер ақпарат қолданыстағы схемаға сәйкес келмесе, онда ол ұмытып кетуі мүмкін. Бүгінгі таңда схемалар когнитивті тәсілдің негізгі ұғымдарының бірі болып табылады.

Физика мен математика оқу пәндері ретінде адамның ғылыми және когнитивтік дамуының ең қуатты құралы болып табылады («cognition» – «таным», ағылш.). Бұл түсінік педагогикада ХХ ғасырдың бірінші жартысында қалыптасты. Бірқатар басылымдарда [3,4,6] когнитивті оқыту білім алушылардың танымның ғылыми әдісін игеруі және тиісті ойлау тәсілдерін немесе когнитивті схемаларды қалыптастыру ретінде қарастырылды. Когнитивті оқыту дамытушы оқытумен тығыз байланысты және жоғары когнитивті функцияларды дамытуға бағытталған. Физиканы зерттеудің негізгі мақсаты - оқушылардың физикалық ойлауын қалыптастыру [3].

Когнитивті оқыту білім алушының сапалы жаңа жағдайын қалыптастырады және білім деңгейінің жоғарылауына әкеледі.

Математика сабағында трансдисциплинарлық принципті қолдану тиімділігін тексеру тәжірибелік-эксперименттік жұмыс барысында жүзеге асырылды. Бір сынып оқушылары екі тең топқа бөлінді (эксперименттік және бақылау), үлгерімі жоғары және үлгерімі төмен оқушылардың саны шамамен бірдей болды. «Алғашқы функция. Интеграл» тақырыбында тапсырмалар ұсынылды. Зерттеу соңындағы білім сапасының көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Алгебра сабағында тапсырманы апробациялау бойынша эксперимент нәтижелері

Топ	«5»	«4»	«3»	«2»	Үлгерім	Сапа
Эксперименттік	2	4	6	2	86%	43%
Бақылау	1	4	7	2	86%	36%

Оқушылардың эксперименттік және бақылау топтарында 86%-ды құрады. Эксперименттік топтағы сапалық көрсеткіш 43% құрады, ал бақылау тобында бұл көрсеткіш тек 36 % құрайды.

Эксперимент нәтижелері эксперименттік топтың оқушылары білімі сапасы бойынша бақылау тобының оқушыларынан жоғары екенін көрсетеді. Алайда, уақыт шығындары бойынша бағалайтын болсақ, екі топқа да бірдей уақыт берілгеніне қарамастан – 15 минут, бақылау тобының оқушылары эксперименттік топқа қарағанда тапсырманы тезірек орындады. Демек, істі орындау оқушылардың стандартты емес тапсырмалармен жұмыс істеу дағдыларының жеткіліксіз қалыптасуына байланысты.

Қорытынды

Қорытындылай келе, жүргізілген зерттеу трансдисциплинарлық принцип негізінде оқыту білім алушылардың логикалық ойлауын шынымен дамытатынын, себеп-салдарлық байланыстарды орнату, қорытынды жасау

қабілетін қалыптастыратынын, яғни оқытудың жоспарланған нәтижелеріне қол жеткізудің ең тиімді әдістерінің бірі болып табылатынын атап өткен жөн. Трансдисциплинарлық принцип арқасында оқушылар ақпаратты ұсынудың әртүрлі нысандарымен жұмыс істеуді, әртүрлі пәндік салалардағы дереккөздерді және жеке тәжірибені пайдалануды үйренді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Тестов, В. А., Перминов, Е. А.** Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // Образование и наука. – [Текст]. – 2021. – Т. 23, № 3. – С. 11–34. – <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-3-11-34>.
- 2 **Бершадский, М. Е.** Основы когнитивного обучения физике [Текст] // Школьные технологии. – 2002. – № 6. – С. 3–26.
- 3 **Madni, A. M.** Transdisciplinary System Science: Implications for Healthcare and Other Problems of Global Significance [Текст] // Transdisciplinary Journal of Engineering and Science. – 2010. – Vol. 1. – P. 33–47. – <https://doi.org/10.22545/2010/0008>.
- 4 **Гусельцева, М. С.** Основные принципы трансдисциплинарного подхода к изучению социального, личностного и когнитивного развития детей и подростков в современном технологическом обществе. – [Текст] // Психологический институт РАО, Москва, Россия. – <https://doi.org/10.28995/2073-6398-2019-4-33>.
- 5 **Бартлетт, Ф. Ч.** Когнитивный подход к обучению. – [Электронды ресурс]. – <https://www.calameo.com/books/0075497286545b2788908>.
- 6 Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание [Текст] / Пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Куликиной; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
- 7 **Перминов, Е. А.** О роли дискретной математики в изучении понятий хаоса, порядка и фрактала в вузах [Текст] // В сборнике: Обучение фрактальной геометрии и информатике в вузе и школе в свете идей академика Колмогорова А. Н. : материалы XVI Колмогоровских чтений 3-й Международной научно-методической конференции. – Кострома, 2021. – С. 37–42.
- 8 **Пиже, Ж.** Психология интеллекта [Текст] / Перев. А. М. Пятигорского. – СПб., 2003. – 192 с.
- 9 **Брунер, Дж.** Психология познания [Текст]. М. : Прогресс, 1977. – 123 с.
- 10 **Атаханов, Р.** Математическое мышление и методики определения уровня его развития. Москва-Рига, 2000. – 208 с.

- 11 **Абылкасымова, А. Е., Кучер, Т., Корчевский, В. Е., Жумагулова, З.** [Текст] / Алгебра и начала анализа. 10-класс. – Алматы : Мектеп, 2019. – 177 б.
- 12 **Әбілкасымова, А. Е., Корчевский, В. Е., Жұмағұлова, З. Ә.** [Текст] / Алгебра және анализ бастамалары. 11-сынып. – Алматы : Мектеп, 2019. – 254 б.

REFERENCES

- 1 **Testov, V. A., Perminov, Ye. A.** Rol' matematiki v transdistsiplinarnosti sodержaniya sovremennogo obrazovaniya [The role of mathematics in the transdisciplinarity of the content of modern education] // Obrazovaniye i nauka. [Text]. – 2021. – T. 23. – № 3. – P. 11–34. – <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-3-11-34>
- 2 **Bershadskiy, M. Ye.** Osnovy kognitivnogo obucheniya fizike // Shkol'nyye tekhnologii. [Fundamentals of cognitive teaching in physics]. [Text]. – School technologies. – 2002. – № 6. P. – 3–26.
- 3 **Madni, A. M.** Transdisciplinary System Science: Implications for Healthcare and Other Problems of Global Significance // Transdisciplinary Journal of Engineering and Science. – 2010. – Vol. 1. – P. 33–47. – <https://doi.org/10.22545/2010/0008>.
- 4 **Gusel'tseva, M. S.** Osnovnyye printsipy transdistsiplinarnogo podkhoda k izucheniyu sotsial'nogo, lichnostnogo i kognitivnogo razvitiya detey i podrostkov v sovremennom tekhnologicheskom obshchestve [Basnaktivnu principuu transdistsiplinarnogo podkhoda to izucheni okuu sotsial'gogo, lichnostnogo I kognitivnogo developi Okuti dete i podrostkov in sovremennom tekhnologicheskom obshchestve] [Text]. – Psikhologicheskii institut RAO Moskva, Rossiya. – <https://doi.org/10.28995/2073-6398-2019-4-33-53>.
- 5 **Bartlett, F. CH.** Kognitivnyy podkhod k obucheniye [Cognitive approach to learning]. – [Electronic resource]. – <https://www.calameo.com/books/0075497286545b2788908>.
- 6 **Vsemirnaya initsiativa CDIO. Standarty : informatsionno-metodicheskoye izdaniye** [Worldwide CDIO Initiative. Standards : informational and methodological publication] // Per. sang. I red. A. I. Chuchalina, T. S. Petrovskoy, Ye.S. Kulyukinoy; Tomskiy politekhnicheskii universitet [Text]. – Tomsk : Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011. – 17 p.
- 7 **Perminov, Ye. A.** O roli diskretnoy matematiki v izuchenii ponyatiy khaosa, poryadka i fraktala v vuzakh [On the role of discrete mathematics in the study of the concepts of chaos, order and fractal in universities] // V sbornike : Obucheniye fraktal'noy geometrii i informatike v vuze i shkole v svete idey akademika.

8 **Piazhe, Zh.** Psikhologiya intellekta. / Perev. A. M. Pyatigorskogo [The psychology of intelligence. / Translated by A. M. Pyatigorsky. –] [Text]. – St. Reterburg, 2003. – 192 p.

9 **Bruner, Dzh.** Psikhologiya poznaniya [Psychology of cognition] [Text] // Moscow : Progress, 1977.

10 **Atakhanov, R.** Matematicheskoye myshleniye i metodiki [Mathematical thinking and methods for determining the level of its development]. [Text] // Opredeleniya urovnya yego razvitiya. Moskva-Riga, 2000. – 208 p.

11 **Abylkasymova, A. E., Kucher, T., Korchevsky, V., Zhumagulova, Z.** Algebra zhane analyz. 10 synyp [Algebra and the beginning of analysis. 10th grade] [Text]. – Almaty : Mektep, 2019. – 177 p.

12 **Abilkasymova, A. E., Korchevsky, V. E., Zhumagulova, Z. A.** Algebra and analysis of bastamalary [Algebra and the beginning of analysis. 11 grade] [Text]. – Almaty : Mektep, 2019. – 254 p.

21.05.24 ж. баспаға түсті.

23.05.24 ж. түзетулерімен түсті.

20.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***А. К. Косыбаева, К. А. Нурумжанова**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 21.05.24.

Поступило с исправлениями 23.05.24.

Принято в печать 20.06.24.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОГО КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

Статья посвящена актуальной проблеме необходимости повышения эффективности и качества физико-математической подготовки школьников Казахстана. На основе изучения научной литературы по этой проблеме и изучения состояния проблемы в реальной практике школ Павлодарского региона авторами была сформулирована гипотеза: для повышения эффективности изучения физики и математики в школе необходимо применить трансдисциплинарный подход, как современный дидактический ресурс, учитывающий возрастающую роль предметов математики, физики и их междисциплинарных связей в науке и технике, и существующей недооценки этой роли в реальной практике средних

школы и вузов. Цель исследования: разработать трансдисциплинарную технологию на когнитивной основе для повышения эффективности изучения математики и физики в школе.

В исследовании основную методологическую роль имел системный подход как методология анализа роли систем математических и физических наук в современном образовании. Синергетический подход был принят за методологическую основу исследования трансдисциплинарного тренда для формирования целостного научного мировоззрения у школьников. Результаты исследования: разработана и апробирована в реальном учебном процессе в школе когнитивная технология сравнительного изучения и когнитивной интерпретации избранных тем школьных курсов физики и математики с применением трансдисциплинарного подхода на основе теории когнитивных схем.

Ключевые слова: когнитивная технология, трансдисциплинарный подход, технология обучения, дидактический контент, методика изучения физики, методика изучения математики, междисциплинарная связь.

***А. К. Kosybaeva, K. A. Nurumzhanova**

Toraygyrov university, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 21.05.24.

Received in revised form 23.05.24.

Accepted for publication 20.06.24.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR INCREASING THE EFFECTIVENESS OF STUDYING MATHEMATICS AND PHYSICS BASED ON A TRANSDISCIPLINARY COGNITIVE APPROACH

The article is devoted to the current problem of the need to increase the efficiency and quality of physical and mathematical training of schoolchildren in Kazakhstan. Based on a study of scientific literature on this problem and a study of the state of the problem in the actual practice of schools in the Pavlodar region, the authors formulated a hypothesis: to increase the effectiveness of studying physics and mathematics at school, it is necessary to apply a transdisciplinary approach as a modern didactic resource that takes into account the increasing role of the subjects of mathematics, physics and their interdisciplinary connections in science and technology, and the existing underestimation of this role in the actual practice of secondary schools and universities. Purpose of the study: to

develop a transdisciplinary technology on a cognitive basis to increase the effectiveness of studying mathematics and physics at school.

In the study, the main methodological role was played by the systems approach as a methodology for analyzing the role of systems of mathematical and physical sciences in modern education. The synergetic approach was adopted as the methodological basis for studying the transdisciplinary trend for the formation of a holistic scientific worldview among schoolchildren. Research results: a cognitive technology for comparative study and cognitive interpretation of selected topics in school physics and mathematics courses using a transdisciplinary approach based on the theory of cognitive schemas was developed and tested in the real educational process at school.

Keywords: cognitive technology, transdisciplinary approach, teaching technology, didactic content, methods of studying physics, methods of studying mathematics, interdisciplinary communication.

FTAMP 27.27.15

<https://doi.org/10.48081/RIUV6218>

***Б. Ж. Сағындықов¹, Ж. Бимұрат²**

¹Satbayev University, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

²Д. А. Қонаев атындағы Тау-кен істері институты,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*e-mail: b.sagindykov@satbayev.university

ҚОС САНДАР АЛГЕБРАСЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ

Бұл мақалада қос сандар ұғымы қарастырылады. Қос сандар алгебрасына тән негізгі қасиеттері мен бірқатар көріністері (алгебралық, тригонометриялық, көрсеткіштік және матрицалық) анықталады. Бұл мәліметтер мүмкіндігінше оның геометриялық құрылымын ашуға тікелей байланысты болады. Сонымен қатар комплекс сан мен қос сандар (гиперболалық комплекстік) арасындағы көптеген ұқсастықтар көрсетілді.

Қос сандар гиперболалық сандар жүйесінің ішкі жиыны ретінде қарастырылады. Қос сандар алгебрасы құрылды және нөлдік бөлгіштері анықталды. Нөлдік бөлгіштердің геометриялық және физикалық табиғаты түсіндірілді. Қос айнымалының қос мәнді функцияларын зерттеу мақсатында Эйлер формуласы толықтай қорытылып шығарылды. Қос айнымалы голоморфты (аналитикалық, регуляр) функциялар класы үшін Коши-Риман шарттары анықталды.

Геометриялық тұрғыдан қос сан 2D жазықтықта вектор ретінде қарастырылуы мүмкін. Алайда қос санның „нормасы“ нақты сан ретінде анықталмауы да және сондай-ақ нөлге тең болуы да мүмкін. Сондықтан қос сандардың сәйкес векторларының арасында изотропты деп аталатын ортогональ векторлар пайда болады. Одан әрі изотропты базистегі қос сандар алгебрасы мен аналитикалық сұрақтар баяндалады. Мақалада қос сандар алгебрасының теориясы гиперболалық типтегі сызықтық дифференциалдық теңдеулер жүйесінің жалпы шешімін табуға қолданылды.

Кілтті сөздер: қос сандар, гиперболалық сандар жүйесі, Эйлер формуласы, Коши-Риман шарттары, голоморфты функция.

Кіріспе

Екі өлшемді векторлық өрістерді зерттеуде комплекс айнымалы функциялар теориясының мазмұнына және оның қолданысына қызықпайтын математикті табу қиын шығар. Фробениус теоремасына байланысты [1] комплекс сандар өрісінің барлық қасиеттерін үш өлшемді кеңістікке түбегейлі көшіру мүмкін емес.

Физикалық эксперименттердің нәтижелерін есептеу үшін негізінен нақты сандар қолданылады [2]. Алайда бұл сандардың базистік элементтері (бірліктері) әртүрлі сандарға негізделген.

Комплекс сандар өрісінің ішінен оны «кеңейтудің» бір нұсқасын М. А. Лаврентьев ұсынды [3]. Бұл нұсқа қос сандар деп аталатын комплекс сандардың гиперболалық аналогтарымен байланысты. Сондай-ақ қос айнымалы қарапайым функциялардың анықтамалары мен қасиеттері қарастырылды.

Қос сандар алгебрасы $\mathbb{R}$ өрістер жұбының тікелей қосындысына бөлінді. Лобачевский жазықтығында қос сандар бағытталған түзулер ретінде қарастырылды [4]. Негізінен қос сандар евклидтік емес Лобачевский геометриясында қолданыс тапты. Лобачевский жазықтығындағы кез келген бағытталған түзуге қайсыбір қос сан сәйкес қойылды [4]. Бұл геометрияда Евклид кеңістігінде нақты түрде кездеспейтін жарық конусы деп аталатын фундаментальды физикалық объект пайда болды. Жарық конусының нүктелері мен векторларына қос сандар алгебрасының нөлдік бөлгіштері табиғи түрде сәйкес келеді [5].

[8] жұмыста студенттерге жоғары деңгейде білім беру мақсатында Евклид геометриясымен қатар қос сандар теориясына негізделген Лоренц геометриясы қарастырылды. XX ғасырдың басында Альберт Эйнштейн Лоренц геометриясына негізделген өзінің арнайы салыстырмалылық теориясын дамытты.

Материалдар мен әдістер

Қос сандарды гиперболалық сандар жүйесінің ішкі жиыны ретінде қарастырайық [6,7]. Қысқаша жалпы комплекс сандар жиынына тоқтала кетейік.

$$z = x + py, \quad p^2 = -\theta_0 + p\theta_1$$

теңдігі арқылы жалпы комплекс саны берілсін дейік, мұнда θ_0, θ_1 , – басқарушы параметрлер деп аталатын оң бүтін сандар.

Жалпы комплекс санның нормасы

$$\|z\|^2 = z \cdot \bar{z} = x^2 + \theta_1 xy + \theta_0 y^2 \quad (1)$$

теңдігі арқылы анықталады, мұнда $\bar{z} = x + \theta_1 y - py$ саны бастапқы

$z = x + py$ жалпы комплекс санының түйіндесі.

Анықтама. Егер (1) квадраттық форманың дискриминанты $D = \frac{\theta_1^2}{4} - \theta_0 > 0$ болса, онда $z = x + py$ түрдегі жалпы комплекс сандар жиыны гиперболалық сандар жүйесін анықтайды.

Анықтама. Егер $\theta_0 = -1, \theta_1 = 0$ болса, онда $z = x + jy, j^2 = 1$ сандары гиперболалық сандар жүйесінің ішкі жиынын құрайды және олар қос сандар деп аталады, мұнда j – бірлік абстракт элемент.

Ескерту. Қос сандар гиперболалық сандар жүйесінен басқарушы параметрлердің $\theta_0 = -1, \theta_1 = 0$ және $p = j$ мәндерінде алынады.

Қос сандардың арифметикасы. Қос сандардың қосу, азайту, көбейту және бөлу амалдары

$$\begin{aligned} (a + jb) + (c + jd) &= (a + c) + j(b + d), \\ (a + jb) - (c + jd) &= (a - c) + j(b - d), \\ (a + jb) \cdot (c + jd) &= (ac + bd) + j(bc + ad), \\ \frac{a + jb}{c + jd} &= \frac{(a + jb) \cdot (c - jd)}{(c + jd)(c - jd)} = \frac{ac - bd}{c^2 - d^2} + j \frac{bc - ad}{c^2 - d^2} \end{aligned}$$

формулалары бойынша анықталады. Бұл ретте $z = x + jy$ және $\bar{z} = x - jy$ қос сандары өзара түйіндес қос сандар деп аталады.

Қос сандардың $z + \bar{z} = 2x$ және $z \cdot \bar{z} = |z|^2 = x^2 - y^2$ қосындысы мен көбейтіндісі нақты сандарды береді. Сондай-ақ $z = \bar{z}$ теңдігі нақты сандарды, ал $z = -\bar{z}$ теңдігі жорамал сандарды сипаттайды.

$$\frac{1}{z} = \frac{1}{x + jy} = \frac{x - jy}{x^2 - y^2}$$

санын z қос санына кері сан деп атайық. Осыдан $x(1 \pm j)$ түріндегі сандардың кері сандары жоқ екенін көруге болады; әрине олар нөлдік бөлгіштер деп аталады. Демек $|x^2 - y^2| \neq 0$ шарты орындалғанда және тек сонда ғана қос сандарды бөлу мүмкін болады.

Жазықтықта $x + jy$ қос санына координаттары x, y болатын нүктені немесе бірдей координаттары бар векторды сәйкес қоюға болады. $x(1 \pm j)$ сандарына жазықтықты төрт ширекке бөлетін (I, II, III, IV) $x - y = 0$ және $x + y = 0$ түзулерінің қиылысу нүктесі сәйкес келеді.

Анықтама. $z = x + jy$ қос санының модулі деп ρ оң санын айтамыз және I, III ширектер үшін $\rho = \sqrt{x^2 - y^2}$, ал II, IV ширектер үшін $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$. $z = x + jy$ қос санының абсолют шамасын әдеттегідей теңдігі арқылы анықтаймыз. Осылайша қос сандар үшін модуль және абсолютті шама ұғымдары бір мағына бермейді [3].

Анықтама. Қос санның $z = x + jy, j^2 = 1$, түрде жазылуы оның алгебралық түрде жазылуы деп аталады.

Енді қос санның тригонометриялық түрде жазылуын қарастырайық. Алдымен қос сандар үшін Эйлер формуласын қорытып шығарамыз.

Эйлер формуласы. Дәрежесінде $z = x + jy$ қос саны тұратын $e^z = e^{x+jy} = e^x \cdot e^{jy} = e^x(J(y) + jK(y))$

экспонентасын қарастырайық, мұнда $J(y)$ және $K(y)$ функциялары әзірге белгісіз функциялар. Сонымен

$$e^{jy} = J(y) + jK(y) \quad (2)$$

(2) теңдіктің екі жағын бірдей тәуелсіз y айнымалысы бойынша дифференциалдайық, сонда $je^{jy} = J'(y) + jK'(y)$

немесе

$$j(J(y) + jK(y)) = J'(y) + jK'(y)$$

түрдегі дифференциалдық теңдеу аламыз. Бұдан $J(y)$ және $K(y)$ функцияларын табу үшін

$$J'(y) = K(y), K'(y) = J(y)$$

түрдегі дифференциалдық теңдеулер жүйесі алынады. Нәтижесінде $J(y)$ және $K(y)$ функцияларын табу үшін $J(0) = 1, K(0) = 0$, және $J'(0) = 0, K'(0) = 1$ бастапқы шарттарын қанағаттандыратын

$$J''(y) - J(y) = 0, K''(y) - K(y) = 0 \quad (3)$$

біртекті екінші ретті тұрақты коэффициентті сызықтық дифференциалдық теңдеулер жүйесін құрамыз. Одан әрі екі теңдеуге де ортақ жүйенің характеристикалық теңдеуі құрылады:

$$k^2 - 1 = 0, k_{1,2} = \pm 1.$$

Характеристикалық теңдеудің түбірлері нақты және әртүрлі. Демек (3) жүйенің жалпы шешімдері $J(y) = C_1 e^{-y} + C_2 e^y$ және $K(y) = C_3 e^{-y} + C_4 e^y$ түрде табылады.

Бұл теңдіктерден бастапқы шарттарды қанағаттандыратын $J(y)$ және $K(y)$ функциялары $J(y) = \frac{e^y + e^{-y}}{2} = chy$ және $K(y) = \frac{e^y - e^{-y}}{2} = shy$

түрде табылады. Демек қос сандар үшін Эйлер формуласы

$$e^{jy} = chy + jshy \quad (4)$$

түрде жазылады. (4) теңдіктен

$$e^{-jy} = chy - jshy$$

теңдігі, ал бұдан гиперболалық функциялар үшін

$$e^{jy} \cdot e^{-jy} = 1 \Rightarrow ch^2 y - sh^2 y = 1$$

тепе-теңдігі алынады.

Қос санның модулі бізмәнді анықталмайды, өйткені

$$|z| = |x + jy| = \pm \sqrt{x^2 - y^2}.$$

Сондықтан қос санның „тригонометриялық түрде“ жазылуы

$$z = |z|(chy + jshy) \text{ немесе } z = |z|(shy + jchy)$$

теңдіктері арқылы анықталады. Мұнда y шамасы z қос санының аргументі деп аталады және $Argz$ арқылы белгіленеді.

Ескерту. Егер қос санның $z = |z|(shy + jchy)$ түрде жазылуындағы аргументін

$$Arg\{|z|(shy + jchy)\} = y - i \frac{\pi}{2}$$

теңдігі арқылы анықтайтын болсақ, онда оны қарапайым комплекс сан деп қарастыруға болады.

Бұл келісім орындалған жағдайда қос санның „тригонометриялық түрде“ жазылуын

$$z = |z|(chy + jshy) \quad (5)$$

теңдігі арқылы, ал оның „көрсеткіштік түрде“ жазылуын

$$z = |z|e^{jy} \quad (6)$$

теңдігі арқылы анықтай аламыз, мұнда y – қос санның аргументі;

$$tg(Argz) = \frac{y}{x}, \quad 0 < |z| < \infty, \quad -\infty < Argz < \infty.$$

(x, y) жазықтығында тең аргументтің сызықтары координаттар бас нүктесінен шығатын түзулер, ал тең модуль сызықтары – асимптоталары $x - y = 0$ және $x + y = 0$ түзулері болатын теңбүйірлі гиперболалар болады.

Кейбір жағдайларда $\frac{1}{1+j} = \omega_1, \frac{1}{1-j} = \omega_2$ және $\frac{1}{0} = \infty$ бөлінділерін жаңа сипаттағы сандар деп санау есептеулер үшін ыңғайлы болады. Сонымен бірге енгізілген жаңа сандардың көмегімен қос сан ұғымын одан әрі кеңейту қажеттілігі туындайды. Ол үшін жаңа сандарға қосымша $\alpha\omega_1, \alpha\omega_2$ нақты санға көбейту және $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1-j}{1+j} = \beta_1, \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1+j}{1-j} = \beta_2$ түріндегі бөлінді ережелерін енгіземіз. Бұл ретте $\alpha\omega_1, \alpha\omega_2, \infty, \beta_1$ және β_2 таңбаларына қатысты әрекет ережелері

$$Z + \infty = \infty, Z - \infty = \infty, Z \cdot \infty = \infty, \frac{\infty}{Z} = \infty, \frac{Z}{\infty} = 0$$

теңдіктері арқылы анықталады. Сонда

$$\begin{aligned}(x+jy) \pm \alpha \omega_1 &= (\pm \alpha) \omega_1, \\ (x+jy) \cdot \alpha \beta_2 &= (x+y) \alpha \beta_2, \\ \frac{x+jy}{\alpha \omega_2} &= \frac{x-y}{\alpha} (1-j), \\ \frac{\alpha+jb}{\alpha \beta_1} &= \frac{x-y}{\alpha} \beta_2, \\ x \omega_1 \cdot y \omega_2 &= \infty, \\ x \omega_1 \cdot y \beta_2 &= x y \omega_2, \\ x \omega_1 \cdot y \omega_1 &= \frac{xy}{2} \omega_1\end{aligned}\quad (7)$$

және т.б. формулалары алынады.

Қос сандарды жазудың (6) көрсеткіштік формасы екі немесе бірнеше қос сандарды көбейту қажет болған жағдайда өте ыңғайлы.

$$z_1 = |z_1| e^{j\varphi_1} \quad \text{және} \quad z_2 = |z_2| e^{j\varphi_2}$$

қос сандары берілсін дейік. Сонда

$$z_1 \cdot z_2 = r_1 r_2 e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)} = r_1 r_2 [ch(\varphi_1 + \varphi_2) + jsh(\varphi_1 + \varphi_2)] \quad (8)$$

немесе

$$r_1(ch\varphi_1 + jsh\varphi_1) r_2(ch\varphi_2 + jsh\varphi_2) = r_2(ch(\varphi_1 + \varphi_2) + jsh(\varphi_1 + \varphi_2))$$

теңдігі алынады, мұнда $r_1 = |z_1|$, $r_2 = |z_2|$.

Ереже. Екі қос санның көбейтіндісінің модулі көбейткіштердің модульдерінің көбейтіндісіне тең, ал аргументі олардың аргументтерінің қосындысына тең.

Осындай жолмен қос сандарды бөлу ережесі шығады:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1 e^{j\varphi_1}}{r_2 e^{j\varphi_2}} = \frac{r_1}{r_2} e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (9)$$

немесе

$$\frac{r_1(ch\varphi_1 + jsh\varphi_1)}{r_2(ch\varphi_2 + jsh\varphi_2)} = \frac{r_1}{r_2} (ch(\varphi_1 - \varphi_2) + jsh(\varphi_1 - \varphi_2)).$$

(8) формуланың көмегімен қос сандар үшін Муавр формуласын

$$(r(ch\varphi + jsh\varphi))^n = r^n(cosn\varphi + jsinn\varphi)$$

теңдігі арқылы анықтаймыз.

Егер қос санның „тригонометриялық түрде“ жазылуы

$$z = |z|(sh\varphi + jch\varphi)$$

теңдігі арқылы берілсе, онда

$$(r(sh\varphi + jch\varphi))^n = \begin{cases} r^n(shn\varphi + jchn\varphi), & n \text{ тақ болған кезде,} \\ r^n(chn\varphi + jshn\varphi), & n \text{ жұп болған кезде} \end{cases}$$

формулалары алынады.

Қос саннан n -ші дәрежелі түбірді қарастыра отырып

$$\sqrt[n]{r(ch\varphi + jsh\varphi)} = \begin{cases} \sqrt[n]{r} \left(ch \frac{\varphi}{n} + jsh \frac{\varphi}{n} \right), & n \text{ тақ болған кезде,} \\ \sqrt[n]{r} \left(sh \frac{\varphi}{n} + jch \frac{\varphi}{n} \right), & n \text{ жұп болған кезде,} \end{cases}$$

сондай-ақ

$$\sqrt[n]{r(sh\varphi + jch\varphi)} = \begin{cases} \sqrt[n]{r} \left(sh \frac{\varphi}{n} + jch \frac{\varphi}{n} \right), & n \text{ тақ болған кезде,} \\ \sqrt[n]{r} \left(ch \frac{\varphi}{n} + jsh \frac{\varphi}{n} \right), & n \text{ жұп болған кезде түбір табылмайды} \end{cases}$$

теңдіктері алынады.

Жалпы комплекс айнымалы аналитикалық функциялар теориясы

$z = x + py$, $p^2 = -\theta_0 + p\theta_1$ жалпы комплекс айнымалы комплекс мәнді функциясы берілсін дейік.

Теорема [6,7]. $z_0 = x_0 + py_0 \in \mathbb{C}$ нүктесінде $f(z)$ функциясының дифференциалданатын болуы үшін $(x_0, y_0) \in \mathbb{R}^2$ нүктесінде оның $u(x, y) = \operatorname{Re} f(z)$ нақты және $v(x, y) = \operatorname{Im} f(z)$ жорамал бөліктерінің $\mathbb{R}$ -дифференциалдануы қажетті және жеткілікті. Сонымен қатар Коши-Риман шарттарының, яғни

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \theta_1 \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} + \theta_0 \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (10)$$

теңдіктерінің орындалуы міндетті.

Анықтама. $D \subset \mathbb{C}$ ашық жиынында анықталған қос айнымалының қос мәнді f функциясы берілсін дейік. Қос айнымалының функциялары үшін Коши-Риман шарттары

$$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (11)$$

теңдіктері арқылы анықталады, өйткені қос сандар үшін $\theta_0 = -1$, $\theta_1 = 0$.

Анықтама. D ашық жиынының әрбір нүктесінде дифференциалданатын және (11) Коши-Риман шарттары орындалатын f функциясын аналитикалық (регуляр, голоморфты) функция деп атаймыз.

Коши теоремасы. Бірбайланысты D облысында бірімәнді анықталатын $f(z)$ функциясы берілсін дейік, мұнда $z = x + jy$, $j^2 = -1$. Сонда осы $f(z)$ функциясынан D облысында толықтай жатқан кез келген γ тұйық контуры бойынша алынған интегралдың мәні нөлге тең.

$$\begin{aligned}\oint_{\gamma} f(z) dz &= \oint_{\gamma} (u + jv)(dx + jdy) = \\ &= \oint_{\gamma} u dx + v dy + j \oint_{\gamma} v dx + u dy.\end{aligned}\quad (12)$$

(12) теңдіктің оң жақ бөлігінде тұрған екінші текті қисық сызықты интегралдарға Грин формуласын қолданамыз. Нәтижесінде

$$\oint_{\gamma} f(z) dz = \iint_D \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) dx dy + \iint_D \left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} \right) dx dy = 0.$$

$$\text{Мысал.} \quad \begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax(t) + by(t), \\ \frac{dy}{dt} = bx(t) + ay(t) \end{cases} \quad (13)$$

түрде берілген бірінші ретті біртекті сызықтық теңдеулер жүйесінің жалпы шешімін табайық, мұнда $a, b \in \mathbb{R}$.

Осы жүйенің жалпы шешімін табу үшін екінші теңдеуді j абстракт элементіне көбейтіп, бірінші теңдеуге мүшелеп қосамыз, мұнда $j^2 = -1$. Сонда $x + jy$ белгісіз функциясына қатысты айнымалылары ажыратылатын

$$\frac{d}{dx}(x + jy) = a(x + jy) + jb(x + jy) = (a + jb)(x + jy)$$

түрдегі теңдеу алынады. Бұл теңдеудің айнымалыларын ажыратып, интегралдайтын болсақ

$$\begin{aligned} x + jy &= (C_1 + jC_2)e^{(a+jb)t} = (C_1 + C_2)e^{at} \cdot e^{jbt} = \\ &= (C_1 + C_2)e^{at}(chbt + jshbt) \end{aligned}$$

теңдігі алынады. Демек (13) жүйенің жалпы шешімі

$$\begin{cases} x(t) = e^{at}(C_1 chbt + C_2 shbt), \\ y(t) = e^{at}(C_1 shbt + C_2 chbt) \end{cases} \quad (14)$$

түрде табылады.

Нәтижелер және талқылау

Комплекс сандар бірінші кезекте алгебралық себептермен ашылғанымен, олар жазықтықтағы нүктелерді белгілеу үшін қолданылады. Ғылымның әртүрлі салаларында қолдану арқылы эллиптикалық, гиперболалық және параболалық болып келетін жалпы комплекс сандар теориясы қарқынды дамып келеді. Гиперболалық комплекс сандар гиперболалық кеңістіктерді сипаттауда қолданылады. Алайда мұндай сандар әртүрлі бағдарламалау тілдерінде өте кең тарамаған [9; 10]. Гиперболалық сандар мен комплекс сандарға қолданылатын амалдар бір-біріне ұқсас келеді. Сондықтан комплекс сандарға арналған код негізге алынады. Тек комплекс сандар жиыны ғана өріс құрайды. Қос және дуаль сандар сақина тәрізді құрылымға ие, өйткені олардың құрамында нөлдік бөлгіштері бар.

Қорытынды

Гиперболалық сандар жүйесінің ішкі жиыны болатын қос сандардың алгебрасы құрылды. Қос сандардың алгебралық, көрсеткіштік, тригонометриялық және матрицалық көрсетілімдері анықталды. Қос айнымалының қос мәнді функциялары үшін Коши-Риман шарттары жазылды және аналитикалық функция ұғымы анықталды. Аналитикалық функциялар үшін Коши теоремасы дәлелденді. Соңында қос сандар үшін анықталған Эйлер формуласының көмегімен сызықтық дифференциалдық теңдеулер жүйесі шешілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кантор, И. Л., Солодовников, А. С. Гиперкомплексные числа. – М. : Наука, 1973. – 144 с.
- 2 Свешников, А. Г., Тихонов, А. Н. Теория функций комплексной переменной. – М. : Наука, 1967. – 304 с.
- 3 Лаврентьев, М. А., Шабат, Б. О. Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М. : Наука, 1977. – 408 с.
- 4 Павлов, Д. Г., Кокарев, С. С. Алгебра, геометрия и физика двойных чисел // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2013. – 1(19). Том 10. – С. 86–161.
- 5 Сазанов, А. А. Четырехмерный мир Минковского. Гл. ред. физ.-мат. лит. – М. : Наука, 1988. – 224 с.
- 6 Сагиндыков, Б. Ж., Бимурат, Ж. Аналитические функции обобщенного комплексного переменного и некоторые приложения. // Естественные и математические науки в современном мире. – 2014. – № 1(13). – С. 7–19.
- 7 Сагиндыков, Б. Ж., Бимурат, Ж. Обобщенная комплексная экспонента и ее применение для отыскания суммы // Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития. – 2013. – С. 7–16.
- 8 Sobczyk, G. The Hyperbolic Number Plane // The College Mathematics Journal. – 1995. – 26(4) – P. 268–280.
- 9 Kulyabov, D. S., Korolkova, A. V., Gevorkyan, M. N. Hyperbolic as Einstein numbers // Journal of Physics : Conference Series. – 2020. – Vol. 1557. – P. 012027.
- 10 Kulyabov, D. S., Korolkova, A. V., Sevastianov, L. A. Complex Numbers for Relativistic Operations // Preprints. – 2021. – P. 2021120094.

REFERENCES

- 1 Kantor, I. L., Solodovnikov, A. S. Giperkompleksny`e chisla [Hypercomplex Numbers]. – Moscow : Nauka, 1973. – 144 p.
- 2 Sveshnikov, A. G., Tixonov, A. N. Teoriya funkciy kompleksnoj peremennoj [Theory of Functions of a Complex Variable]. – Moscow : Nauka, 1967. – 304 p.
- 3 Lavrent`ev, M. A., Shabat, B. O. Problemy` gidroinamiki i ix matematicheskie modeli [Problems of Hydrodynamics and Their Mathematical Models]. – Moscow : Nauka, 1977. – 408 p.

4 Pavlov, D. G., Kokarev, S. S. Algebra, geometriya i fizika dvoyny'x chisel [Algebra, Geometry, and Physics of Dual Numbers] // Giperkompleksny'e chisla v geometrii i fizike. – 2013. – 1(19). – Vol 10. – P. 86–161.

5 Sazanov, A. A. Chety'rexmeren'ny'j mir Minkovskogo [The Four-Dimensional World of Minkowski]. – Gl. red. fiz.-mat. lit. Moscow : Nauka, 1988. – 224 p.

6 Sagindykov, B. Zh., Bimurat, Zh. Analiticheskie funkicii oboshhennogo kompleksnogo peremennogo i nekotory'e prilozheniya [Analytical Functions of Generalized Complex Variable and Some Applications] // Estestvenny'e i matematicheskie nauki v sovremennom mire. – 2014. – №1(13). – P. 7–19.

7 Sagindykov, B. Zh., Bimurat, Zh. Obobshhennaya kompleksnaya e'ksponenta i ee primeneniye dlya oty'skaniya summy' [Generalized Complex Exponent and Its Application for Finding Sums] // Estestvenny'e i matematicheskie nauki: voprosy' i tendencii razvitiya. – 2013. – P. 7–16.

8 Sobczyk, G. The Hyperbolic Number Plane // The College Mathematics Journal. – 1995. – 26(4) – P. 268–280.

9 Kulyabov, D. S., Korolkova, A. V., Gevorkyan, M. N. Hyperbolic as Einstein numbers // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1557. – P. 012027.

10 Kulyabov, D. S., Korolkova, A. V., Sevastianov, L. A. Complex Numbers for Relativistic Operations. // Preprints. – 2021. – P. 2021120094.

09.05.24 ж. баспаға түсті.

10.05.24 ж. түзетулерімен түсті.

19.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Б. Ж. Сагиндыков¹, Ж. Бимурат²**

¹Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы;

²Институт горного дела имени Д. А. Кунаева,

Республика Казахстан, г. Алматы

Поступило в редакцию 09.05.24.

Поступило с исправлениями 10.05.24.

Принято в печать 19.06.24.

АЛГЕБРА ДВОЙНЫХ ЧИСЕЛ И МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ

В данной статье рассматривается понятие двойных чисел. Определены основные свойства и ряд представлений (алгебраических, тригонометрических, экспоненциальных и матричных), характерных для алгебры двойных чисел. Эти сведения напрямую связаны с максимально возможным раскрытием его геометрической структуры. Кроме того, было

показаны сходства между комплексными числами и двойными числами (гиперболический комплекс). Двойные числа считаются подмножеством гиперболической системы счисления. Была создана алгебра двойных чисел и определены делители нуля. Объяснена геометрическая и физическая природа делителей нуля. Для изучения функций двойных чисел полностью была выведена формула Эйлера. Для класса голоморфных двойных (аналитических, регулярных) функций определены условия Коши-Римана.

Геометрически двойное число можно представить как вектор в двумерной плоскости. Однако «норма» двойного числа не может быть определена как действительное число, а также может быть равна нулю. Поэтому между соответствующими векторами двойных чисел возникают ортогональные векторы, называемые изотропными. Даже излагаются алгебра двойных чисел на изотропном базисе и аналитические вопросы. В статье теория алгебры двойных чисел использована для нахождения общего решения системы линейных дифференциальных уравнений гиперболического типа.

Ключевые слова: двойные числа, система гиперболических чисел, формула Эйлера, условия Коши-Римана, голоморфная функция.

***B. Sagindykov¹, Zh. Bimurat²**

¹Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty;

²Mining Institute named after D. A. Kunaev, Republic of Kazakhstan, Almaty.

Received 09.05.24.

Received in revised form 10.05.24.

Accepted for publication 19.06.24.

ALGEBRA OF DUAL NUMBERS AND ITS APPLICATION METHODS

This article explores the concept of dual numbers. The fundamental properties and various representations (algebraic, trigonometric, exponential, and matrix) characteristic of dual number algebra are defined. These insights are directly linked to the maximal revelation of its geometric structure. Additionally, similarities between complex numbers and dual numbers (hyperbolic complex) are demonstrated. Dual numbers are considered a subset of the hyperbolic number system. The algebra of dual numbers is established, and nilpotent elements are defined. The geometric and physical nature of nilpotent elements is elucidated. The

Euler formula is fully derived for the study of dual number functions. For the class of holomorphic dual (analytic, regular) functions, the Cauchy-Riemann conditions are defined.

Geometrically, a dual number can be represented as a vector in a two-dimensional plane. However, the «norm» of a dual number cannot be defined as a real number and may also be equal to zero. Therefore, orthogonal vectors, called isotropic vectors, arise between corresponding vectors of dual numbers. Subsequently, the algebra of dual numbers on an isotropic basis and analytical issues are discussed. In the article, the theory of dual number algebra is applied to finding the general solution of systems of linear differential equations of hyperbolic type.

Keywords: dual numbers, hyperbolic number system, Euler formula, Cauchy-Riemann conditions, holomorphic function.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Алимова Жанар Сагидуллаевна, информатика магистрі, аға оқытушы Торайғыров университеті, «Computer Science» факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: jarasovajanar@mail.ru

Абдильмаликова Жансая Маратқызы, «№ 72 мектеп-лицейі» МКК, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhansaya_abdulmalikova@mail.ru

Акрамов Мұхаммед Бозорұлы, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, «Түсті металдар металлургиясы» кафедрасы, Академик М. Осими атындағы Тәжік техникалық университеті, Душанбе қ., 734042, Тәжікстан, e-mail: akramov.m@bk.ru

Алтынбек Серік Атақонысұлы, ғылым және сыртқы байланыстар жөніндегі проректор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: Serik_AA@bk.ru

Айтбаева Замира Кишкембаевна, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, технологиялық факультет, М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы, e-mail: z.aitbaeva@dulaty.kz

Ахметшин Рим Рамильевич, «информатика және компьютерлік ғылымдар» мамандығы бойынша магистрант, Технологиялық факультеті, М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы, e-mail: rakhmietshin@gmail.com

Бейсенов Меирбек Канатович, «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша магистрант, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: meirbek.dev@gmail.com

Байжарикова Марина Айтмухановна, техника ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., Технологиялық факультеті, М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы, e-mail: ma.bajzharikova@dulaty.kz

Бұрғұмбаева Сәле Қайырбекқызы, PhD, доцент, «Жоғары математика» кафедрасы, Л. Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: saulenai@yandex.ru

Баязит Әлишер Ибрахимұлы, студент, 4 курс, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: bayaz1tov.ali@mail.ru

Бимұрат Жанар, кіші ғылыми қызметкер, Д. А. Қонаев атындағы Тау-кен істері институты, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы, e-mail: bimuratzhanar@gmail.com

Дюсенгазина Назым Нигметоллаевна, информатика магистрі, аға оқытушы, Торайғыров университеті, «Computer Science» факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: d-no@inbox.ru

Жумабеков Алмар Жумағалиевич, PhD, қауымд. профессор, доцент, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, 140008, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: almar89-89@mail.ru

Исимова Бакыт Шайдулаевна, аға оқытушы, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: isimova.bahyt@mail.ru

Испулов Нурлыбек Айдарғалиевич, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, Торайғыров университеті, «Computer Science» факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: nurlybek_79@mail.ru

Куватов Алиаскар Аспандиярович, студент, 4 курс, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140013, Қазақстан Республикасы, e-mail: plutos666_9@mail.ru

Куватова Бахыт Нурумхановна, Физика және информатика мұғалімі, педагог-зерттеуші, «М. Қабылбеков атындағы орта мектебі», Павлодар облысы, Павлодар қ., Аксу қ., Алғабас ауылы, 140013, Қазақстан Республикасы, e-mail: bahyt14_75@mail.ru

Косыбаева Асемгуль Калтаевна, «Математика» мамандығы бойынша магистрант, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: kosybaevaa@mail.ru

Курманов Алмас Аскарович, магистр, аға оқытушы, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, 140008, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: almaskurmanov@mail.ru

Нурумжанова Куляш Алдонғаровна, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Торайғыров университеті, «Computer Science» факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: 75646100@mail.ru

Нуримов Бауыржан Серікбайұлы, PhD, доцент, «Іргелі математика» кафедрасы, ЕНУ имени Л. Н. Гумилева, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: nurbaur@mail.ru

Турусбекова Умут Казезовна, PhD, м.а. доценті, Ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасы, «Esil University» мекемесі, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: dumut.t@mail.ru

Тлебаев Манат Бейшеневич, техника ғылымдарының докторы, профессор, технологиялық факультет, М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы, e-mail: mb.tlebayev@dulaty.kz

Токжигитова Нұрғұл Қайырбаевна, PhD, қауымд. профессор, доцент, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: nurgul287@mail.ru

Сағындықов Бимұрат Жұмабекұлы, қауымд. профессор, Satbayev University, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы, e-mail: bimurat55@gmail.com

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алимова Жанар Сагидуллаевна, магистр информатики, ст. преподаватель, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: jarasovajanar@mail.ru

Абдұльмаликова Жансая Маратовна, «Школа-лицей № 72» г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: zhansaya.abdumalikova@mail.ru

Акрамов Мухаммад Бозорович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Металлургия цветных металлов», Таджикский технический университет имени академика М. Осими, г. Душанбе, 734042, Таджикистан, e-mail: akramov.m@bk.ru

Алтынбек Серік Атақонысұлы, Проректор по науке и внешним связям Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: Serik_AA@bk.ru

Ахметшин Рим Рамильевич, магистрант по специальности «Информатика и компьютерные науки», Технологический факультет, Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан, e-mail: rakhmietshin@gmail.com

Айтбаева Замира Кишкенбаевна, магистр естественных наук, старший преподаватель, Технологический факультет, Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан, e-mail: z.aitbaeva@dulaty.kz

Бургумбаева Сауле Кайрбековна, PhD, доцент, кафедра «Высшая математика», ЕНУ имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: saulenai@yandex.ru

Баязит Әлишер Ибрахимұлы, студент, 4 курс, Торайғыров университет, Факультет «Computer Science», г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bayaz1tov.ali@mail.ru

Бимурат Жанар, младший научный сотрудник, Институт горного дела имени Д. А. Кунаева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: bimuratzhanar@gmail.com

Бейсенов Меирбек Канатович, магистрант по специальности «Информационные системы», Факультет Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: meirbek.dev@gmail.com

Байжарикова Марина Айтмухановна, кандидат технических наук, и. о. доцента, Технологический факультет, Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан, e-mail: ma.bajzharikova@dulaty.kz

Дюсенгазина Назым Нигметоллаевна, магистр информатики, ст. преподаватель, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: d-no@inbox.ru

Жумабеков Алмар Жумагалиевич, PhD, ассоц. профессор, доцент, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, 140008, г. Павлодар, Республика Казахстан, e-mail: almar89-89@mail.ru

Исимова Бакыт Шайдулаевна, ст. преподаватель, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: isimova.bahyt@mail.ru

Испулов Нурлыбек Айдаргалиевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: nurlybek_79@mail.ru

Куватов Алиаскар Аспандиярович, учитель информатики, Коммунальное государственное учреждение «Средняя школа имени М. Кабылбекова» отдела образования города Аксу, управления образования Павлодарской области, Павлодар, г. Аксу, село Алгабас, 140013, Республика Казахстан, e-mail: plutos666_9@mail.ru

Куватова Бахыт Нурумхановна, учитель физики и информатики, педагог-исследователь, «Средняя школа имени М. Кабылбекова» Павлодарская область, г. Павлодар, г. Аксу, село Алгабас, 140013, Республика Казахстан, e-mail: bahyt14_75@mail.ru

Косыбаева Асемгуль Калтаевна, магистрант по специальности «Математика», Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: kosybaevaa@mail.ru

Курманов Алмас Аскарлович, магистр, ст. преподаватель, Факультет «Computer Science», Торайғыров университет, 140008, г. Павлодар, Республика Казахстан, e-mail: almaskurmanov@mail.ru

Нурумжанова Куляш Алдонгаровна, доктор педагогических наук, ассоц. профессор, Торайғыров университет, Факультет «Computer Science», г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: 75646100@mail.ru

Нуримов Бауржан Серикбаевич, PhD, доцент, кафедра «Фундаментальная математика», ЕНУ имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: nurbaur@mail.ru

Турусбекова Умут Казезовна, PhD, и.о. доцента, кафедра «Информационные системы и технологии», «Esil University», г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: umut.t@mail.ru

Токжигитова Нургуль Каирбаевна, PhD, ассоц. профессор, доцент, Торайғыров университет, Факультет Computer Science, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: nurgul287@mail.ru

Тлебаев Манат Бейшеневич, доктор технических наук, профессор, технологический факультет, Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан, e-mail: mb.tlebayev@dulaty.kz

Сагиндыков Бимурат Жумабекович, ассоц. профессор, Satbayev University, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: bimurat55@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alimova Zhanar Sagidullaevna, Master of Computer Science, senior lecturer, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: jarasovajanar@mail.ru

Abdulmalikova Zhansaya Maratkyzy, «Lyceum School № 72» Astana, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhansaya_abdulmalikova@mail.ru

Akramov Muhammad Bozorovich, PhD, Associate Professor, Department of Metallurgy of Non-Ferrous Metals, Tajik Technical University named after Academician M. Osimi, Dushanbe, 734042, Tajikistan, e-mail: akramov.m@bk.ru

Altynbek Serik Atakonyuly, Vice-Rector for Science and External Relations, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: Serik_AA@bk.ru

Akhmetshin Rim Ramilevich, Master student in «Informatics and computer science», Faculty of Technology, Taraz regional university named after M. Kh. Dulaty, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan, e-mail: rakhmietshin@gmail.com

Aytbaeva Zamira Kishkembayevna, master of science in natural sciences, senior lecturer, faculty of technology, Taraz regional university named after M. Kh. Dulaty, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan, e-mail: z.aitbaeva@dulaty.kz

Baizharikova Marina Aitmukhanovna, Candidate of Technical Sciences, Ascting Associate Professor, Faculty of Technology, Taraz Regional University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ma.bajzharikova@dulaty.kz

Burgumbayeva Saule Kairbekovna, PhD, associate professor, Faculty of «Higher mathematics», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: saulenai@yandex.ru

Bayazit Alisher Ibrakhimuly, 4th year student, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: bayazitov.ali@mail.ru

Bimurat Zhanar, Junior research scientist, Mining Institute named after D. A. Kunaev, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: bimuratzhanar@gmail.com

Beisenov Meirbek Kanatovich, Master's student in «Information Systems», Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: meirbek.dev@gmail.com

Dyussengazina Nazym Nigmatollaevna, Master of Computer Science, senior lecturer, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: d-no@inbox.ru

Zhumabekov Almar Zhumagalievich, PhD, Associate Professor, Toraighyrov University, Faculty of «Computer Science», 140008, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: almar89-89@mail.ru

Isimova Bakyt Shaidulaevna, Senior Lecturer, Faculty of Computer Science, Toraygyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: isimova.bahyt@mail.ru

Ispulov Nurlybek Aidargalievich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, 140008, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: nurlybek_79@mail.ru

Kuvatov Aliaskar Aspandiyarovich, Teacher of computer science, Municipal state institution «Secondary school named after M. Kabyrbekov» of the Department of Education of the city of Aksu, Department of Education of the Pavlodar region, Pavlodar, Aksu, Algabas village, 140013, Republic of Kazakhstan, e-mail: plutos666_9@mail.ru

Kuvatova Bakhyt Nurumkhanovna, Teacher of physics and computer science, Teacher-researcher, «Secondary school named after M. Kabyrbekov» Pavlodar region, Pavlodar, Aksu, Algabas village, 140013, Republic of Kazakhstan, e-mail: bahyt14_75@mail.ru

Kosybaeva Asemgul Kaltaevna, Master's student in «Mathematics», Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: kosybaevaa@mail.ru

Kurmanov Almas Askarovich, Master, senior lecture, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, 140008, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: almaskurmanov@mail.ru

Nurumzhanova Kulyash Aldongarovna, Doctor of Pedagogic Sciences, professor, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: 75646100@mail.ru

Nurimov Baurzhan Cerikbaevich, PhD, associate professor, Faculty of «Higher mathematics», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: nurbaur@mail.ru

Turusbekova Umut Kazezovna, PhD, Acting Associate Professor, Department of «Information Systems and Technologies», Institution Esil University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: umut.t@mail.ru

Tlebaev Manat Beishenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Faculty of Technology, Taraz regional university named after M. Kh. Dulaty, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan, e-mail: mb.tlebayev@dulaty.kz

Tokzhigitova Nurgul Kairbaevna, PhD, associate professor, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: nurgul287@mail.ru

Sagindykov Bimurat, Associate Professor, Satbayev University, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: bimurat55@gmail.com

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА.
СЕРИЯ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И
КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале составляет 3 600 (три тысячи шестьсот) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирование 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 10 февраля;
- второй квартал до 10 мая;
- третий квартал до 10 августа;
- четвертый квартал до 10 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1. **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. **DOI** – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. **Инициалы** (имя, отчество) **Фамилия** автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

4. **Аффилиация** (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффилиации авторов представляются в конце журнала;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании** (при наличии) (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Объем не менее 10, не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10–15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

• **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисовочные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

• **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся **полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail** (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 04.51.59

DOI xxxxxxxxxxxxxxx

С. К. Антикеева*, С. К. Ксембаева

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХКППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.
- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.

5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования :учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.

6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.

7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. –2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.

8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование: монография [Текст]. –Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.

9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовностибудущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс.на соиск.степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 –Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.

10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиСим. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie: suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.

2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.

3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ecologicheskomu obrazovaniu i vospitaniu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.

4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.

5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p.

6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

С. К. Антикеева, С. К. Ксембаева*

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзіреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзіреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзіреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзіреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель

әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeyeva*, S. K. Ksembaeva
Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА
В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»
СЕРИЯ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И
КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»**

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, неэтичного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлекцией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, предоставленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора(-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором(-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлегией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикация, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлегии журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации

на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлегии имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлегии, и, как результат, на решение редколлегии относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлегии и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлегии должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена.

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 03.06.2024 ж. жіберілді. Басуға 28.06.2024 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

7,50 Mb RAM

Шартты баспа табағы 10,01. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4247

Сдано в набор 03.06.2024 г. Подписано в печать 28.06.2024 г.

Электронное издание

7,50 Mb RAM

Усл.печ.л. 10,01. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 4247

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

+7(718)267-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz

https://vestnik-pm.tou.edu.kz/