



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

ALMATY, KAZAKHSTAN

ISSN: 3007-8946

15 JANUARY 2026



els.education23@mail.ru



irc-els.com

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

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



Main editor: G. Shulenbaev

Editorial colleague:

B. Kuspanova
Sh Abyhanova

International editorial board:

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

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

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

15 января 2026 г.
Almaty, Kazakhstan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442110>

ПРИМЕНЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИММЕТРИЧНЫХ И АСИММЕТРИЧНЫХ МЕТОДОВ ШИФРОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

АХМЕДОВА ДЖАЛА, НАСИРОВ САНАН, ОСМАНОВ ГОРХМАЗ

Азербайджанский государственный нефтегазовый и промышленный университет

Абстракт. В современном онлайн-мире защита нашей личной и конфиденциальной информации важна как никогда. Криптографические методы — это важнейшие инструменты, которые преобразуют наши данные в секретные коды с помощью математических формул, гарантируя, что их смогут прочитать только уполномоченные лица. Эти методы помогают нам защитить нашу информацию от хакеров и несанкционированного доступа. В данной статье рассматривается важнейшая роль криптографических методов в защите конфиденциальности данных в цифровую эпоху. Существуют различные методы шифрования. Симметричное шифрование использует один ключ для блокировки и разблокировки данных, в то время как асимметричное шифрование использует два ключа: один для блокировки и один для разблокировки. Более продвинутые методы, такие как гомоморфное шифрование, позволяют использовать данные без расшифровки, обеспечивая их безопасность даже во время обработки. Безопасные многосторонние вычисления позволяют нескольким людям совместно работать с данными, сохраняя при этом конфиденциальность своих данных. Эти методы необходимы для защиты конфиденциальной информации в таких областях, как здравоохранение, банковское дело и онлайн-коммуникации. Используя криптографию, организации могут соблюдать нормативные требования и предотвращать утечки данных. Криптография укрепляет доверие и безопасность наших цифровых взаимодействий, гарантируя конфиденциальность и неизменность данных. В данной статье рассматриваются эти методы и подчеркивается их важность в нашем взаимосвязанном мире.

Ключевые слова: криптография, конфиденциальность данных, целостность данных, симметричное шифрование, асимметричное шифрование, цифровая подпись.

1. Введение

Защита нашей личной и конфиденциальной информации в современном мире важна как никогда. В условиях быстрого развития цифровых технологий и растущей зависимости от онлайн-платформ защита данных от киберугроз, таких как хакерские атаки и несанкционированный доступ, стала критически важным приоритетом. Поскольку всё больше аспектов нашей повседневной жизни, включая общение, финансовые транзакции и здравоохранение, происходят онлайн, обеспечение конфиденциальности, целостности и подлинности данных становится критически важным. Для достижения этой цели криптография, использующая передовые математические алгоритмы для защиты информации, служит важнейшим инструментом современной кибербезопасности [1]. Криптография играет ключевую роль в защите конфиденциальности данных, преобразуя информацию в нечитаемый формат, известный как шифротекст, который могут расшифровать только уполномоченные лица [2]. Этот процесс гарантирует конфиденциальность конфиденциальной информации и её защиту от несанкционированного доступа. Кроме того, криптография защищает целостность данных, обнаруживая несанкционированные изменения. С помощью таких методов, как цифровые подписи, криптография также проверяет личность лиц или систем, участвующих в коммуникации, гарантируя подлинность сообщений и отсутствие подделки во время передачи [3]. Эти функции крайне важны для построения доверия при цифровом взаимодействии и предотвращения вредоносной активности. Криптографические методы важны в различных

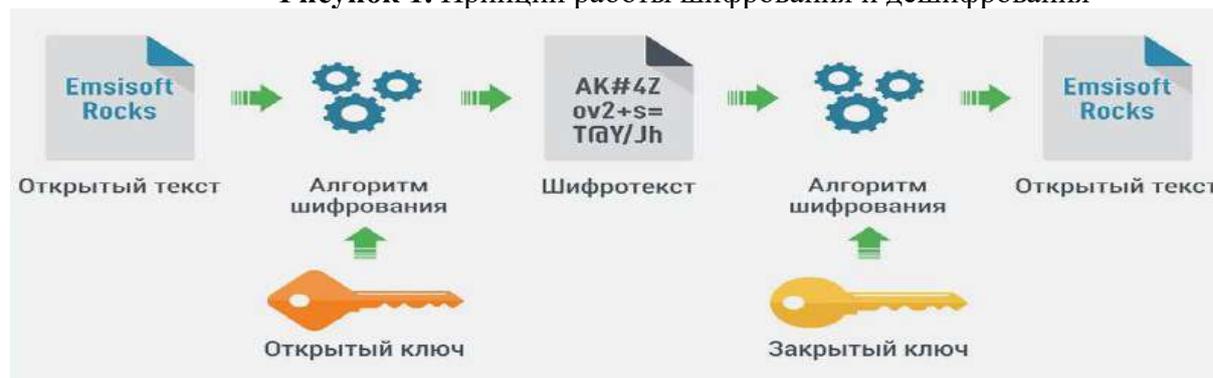
отраслях, включая здравоохранение, банковское дело, электронную коммерцию и государственные услуги [4]. Например, в здравоохранении криптография защищает медицинские карты пациентов от несанкционированного доступа, обеспечивая соблюдение правил конфиденциальности, таких как Закон о переносимости и подотчётности медицинского страхования (HIPAA). В финансовом секторе шифрование защищает онлайн-транзакции, предотвращая несанкционированный доступ к конфиденциальной финансовой информации. Аналогичным образом, в электронной коммерции криптографические методы, такие как протоколы Secure Socket Layer (SSL) и Transport Layer Security (TLS), защищают платёжную информацию клиентов во время онлайн-покупок. Внедряя надёжные криптографические меры, организации могут защитить свои данные, защитить частную жизнь и соответствовать нормативным требованиям, связанным с защитой данных [5]. В данной статье представлен всесторонний обзор различных криптографических методов, которые играют жизненно важную роль в обеспечении безопасности данных в современной цифровой среде. В ней рассматривается симметричная криптография, которая использует один и тот же ключ как для шифрования, так и для дешифрования, обеспечивая высокую эффективность и скорость. Кроме того, в статье рассматривается асимметричная криптография с ключом, которая использует пару ключей — один открытый, другой закрытый — для обеспечения безопасной связи без необходимости использования секретного ключа. Помимо этих традиционных методов, в статье рассматриваются передовые технологии, такие как гомоморфное шифрование, позволяющее выполнять вычисления с зашифрованными данными без раскрытия исходной информации, и безопасные многосторонние вычисления, позволяющие нескольким сторонам совместно обрабатывать данные, сохраняя при этом их конфиденциальность. Остальная часть статьи структурирована следующим образом: в разделе 2 излагается теоретическая база, содержащая справочную информацию и контекст. В разделе 3 представлен критический обзор литературы, суммирующий ключевые работы и достижения в этой области. В разделе 4 обсуждаются и сравниваются различные методологии, а также их сильные и слабые стороны. Наконец, в разделе 5 приводится краткое изложение результатов исследования.

2. Теоретические основы

2.1 Криптография

Криптография — это математически обоснованный метод защиты информации, такой как конфиденциальность, целостность и аутентификация сущностей [1]. Криптографические методы используются для шифрования данных путём их сокрытия или кодирования [2]. Шифрование и дешифрование — важные криптографические процессы. Преобразование открытого текста в шифротекст называется шифрованием, и наоборот, дешифрование — это преобразование шифротекста в открытый текст. Рисунок 1 иллюстрирует работу шифрования и дешифрования.

Рисунок 1. Принцип работы шифрования и дешифрования

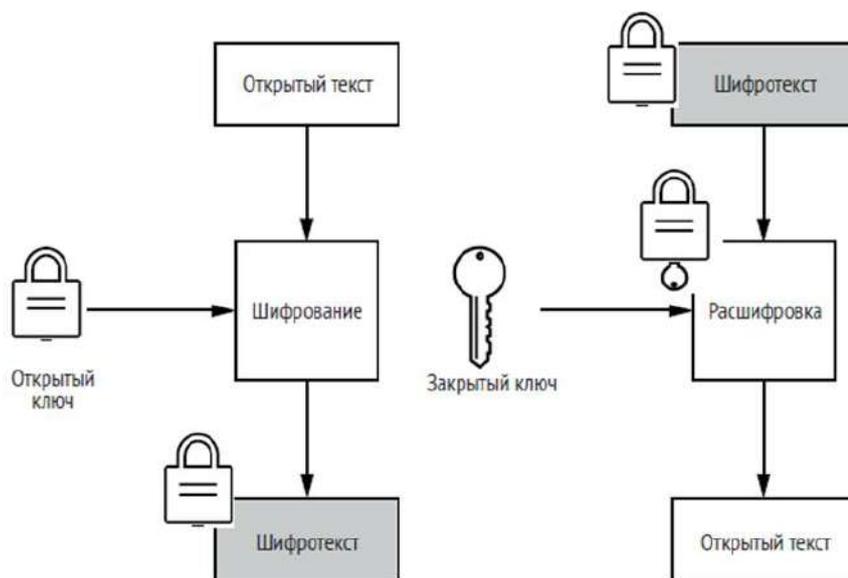


2.2 Криптография с симметричным ключом

Когда две стороны соединены, они обмениваются секретной информацией, известной как ключи [3]. Отправитель кодирует сообщение, а получатель декодирует сообщение, используя одинаковый ключ малого размера для шифрования и дешифрования. Перед обменом данными отправляющие стороны должны согласовать общий протокол [1].

Стандарты шифрования данных (DES) представляют собой набор различных методов, используемых в симметричной криптографии, таких как Triple-DES, который использует схожий секретный ключ. Обе стороны поддерживают баланс, используя традиционный ключ для защиты секрета. Исходное сообщение называется открытым текстом, а шифртекст — закодированным сообщением отправителя. Исследование удалённого критического шифрования [4] показано на рисунке 2. Эта схема включает в себя Advanced Encryption Standard (AES), IDEA и Blowfish (3DES).

Рисунок 2. Шифрование с секретным ключом



2.3 Шифрование с асимметричным ключом

2.4 Сохранение конфиденциальности

Общедоступные базовые процедуры позволяют клиентам безопасно передавать данные без предварительного раскрытия закрытого ключа. В этой схеме подтверждающая сторона генерирует ведущую пару (pk , sk). Сообщение шифруется агрегатором с использованием открытого ключа pk и расшифровывается с использованием закрытого ключа [4]. Общая базовая функция шифрования показана на рисунке 3. Пара открытого и закрытого ключей, используемая для этой схемы, — (pk , sk). Нет необходимости заранее обмениваться данными или ключами. Поскольку сторонам не нужно обмениваться ключами заранее, это, по-видимому, является основной проблемой при распределении. Однако это зависит от сложной научной основы и работает медленнее, чем шифрование [5]. Это чрезвычайно безопасно. RSA, алгоритм Эль-Гамала и криптография на эллиптических кривых (ECC) — это различные методы, используемые в асимметричном шифровании.

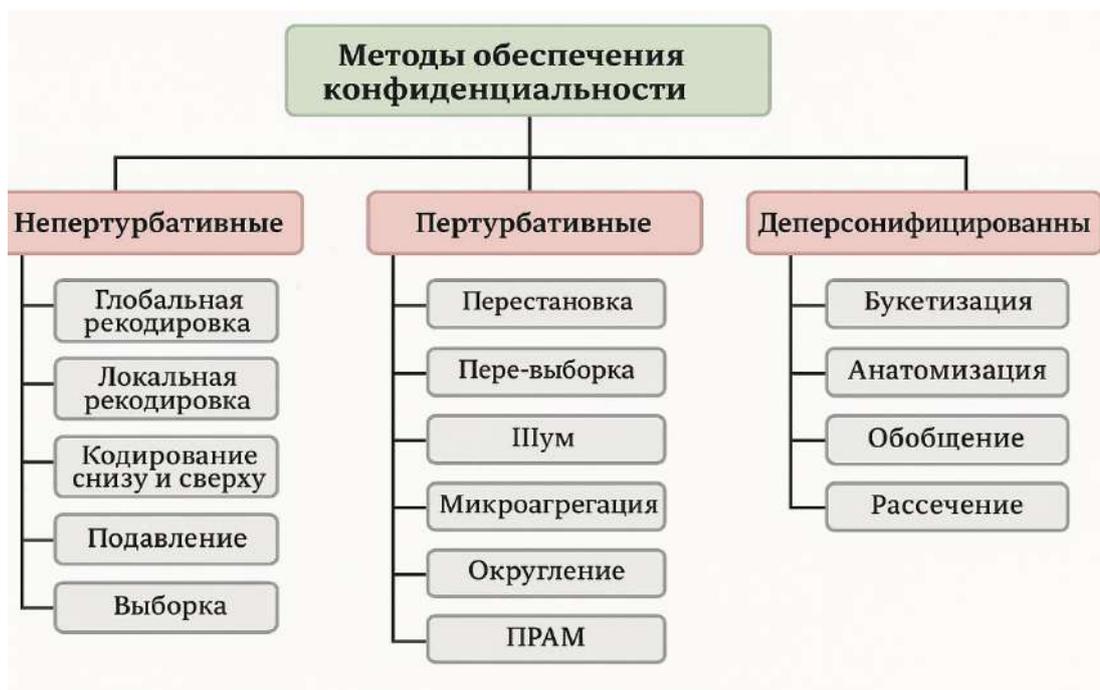
Конфиденциальность данных охватывает различные аспекты, включая конфиденциальность личности, когда личность пользователя остается конфиденциальной, за исключением уполномоченных лиц; конфиденциальность данных, когда данные остаются конфиденциальными, за исключением уполномоченных пользователей; и конфиденциальность использования, когда действия пользователя остаются конфиденциальными, за исключением уполномоченных лиц [6]. В связи с быстрым развитием интернета и информационных технологий в последние годы начали появляться

меры по защите конфиденциальности в киберпространстве [7]. В результате отраслевые эксперты инициировали разработку инновационных решений для обеспечения конфиденциальности [8]. Первоначально основное внимание уделялось лучшему пониманию защиты данных и определению методов защиты конфиденциальности. Такие проблемы, как отключение электроэнергии, сбой оборудования и сети, могут привести к ошибкам данных в облаке. Для решения этих проблем были предложены различные стратегии защиты конфиденциальности потоков данных, такие как рандомизация, микроагрегация и конденсация данных. Кроме того, разработка метода сохранения конфиденциальности требует уникального подхода, интегрирующего основные функции конфиденциальности. Нагарадж и Кумар [7] предложили четырёхкомпонентную архитектуру для метода сохранения конфиденциальности, включающую пользовательский движок, пользовательский интерфейс, облачную базу данных и движок правил. Другим предлагаемым решением для системы электронной почты является Pixelated, инициатива по сохранению конфиденциальности. Она состоит из пользовательского интерфейса, разработанного с использованием языка программирования веб-приложений, и движка выбора адресов электронной почты. Такая конструкция обеспечивает конфиденциальность данных, позволяя пользователям устанавливать безопасное соединение между своим сайтом и сервером [9].

2.4.1 Методы сохранения конфиденциальности

Главная проблема деидентификации заключается в поиске способов обмена данными без раскрытия конфиденциальной информации о пользователях, сохраняя при этом ценность для принятия обоснованных решений организациями, государственными органами и компаниями. Это предполагает поиск методов, минимизирующих риск раскрытия личной информации и позволяющих проводить статистический анализ и интеллектуальный анализ данных. Этот баланс между конфиденциальностью данных и их полезностью стимулировал разработку новых методов сохранения конфиденциальности (МСП) или совершенствование существующих. Вилленборг и Вааль [10] разработали руководящие принципы защиты микроданных и предложили систему классификации МСП, основанную на характеристиках микроданных. Их классификации включают непертурбативные методы, которые сокращают или подавляют детали, и пертурбативные методы, которые изменяют данные. Понимание разницы между этими методами имеет решающее значение для оценки ситуации злоумышленником; пертурбативные методы, из-за вносимых ими аномалий, могут привлечь внимание злоумышленника и побудить его попытаться восстановить исходные данные. Напротив, непертурбативные методы не создают подобных несоответствий. Хотя эти методы широко обсуждались и применялись в прошлом, появились другие инновационные РРТ, которые, возможно, относятся к отдельной категории, известной как деассоциативные методы. Эти методы направлены на разрыв связи между квазиидентификаторами (QI) и конфиденциальными атрибутами путем перестановки конфиденциальных значений или разделения данных на две таблицы: одну для атрибутов QI, а другую для конфиденциальных атрибутов. Кроме того, генерация синтетических данных — это еще одна стратегия статистического контроля раскрытия информации (SDC), направленная на создание синтетических данных, сохраняющих характеристики исходного набора данных [11]. Обзор основного РРТ представлен на рисунке 3.

Рисунок 3. Таксономия методов сохранения конфиденциальности в микроданных



2.4.2 Безопасная облачная коммуникация

После успешного прохождения предыдущего этапа анонимной аутентификации пользователь может загрузить данные «СІ» в облако и скачать их по запросу. Анонимная аутентификация позволяет пользователям получать доступ к общедоступным разделам веб-сайта или FTP-сервера без необходимости ввода имени пользователя и пароля. Кроме того, целостность данных может быть обеспечена симметричным шифрованием. Шифрование и дешифрование выполняются с помощью алгоритма AES на этапе аутентификации. В данном случае обеспечение безопасной облачной связи разработано с учётом того, что CSP в некоторых случаях является сторонним аудитором. Злоумышленник может быть одним из сторонних аудиторов [12]. Следовательно, его несанкционированный доступ к облачным данным будет невозможен. Более того, общий процесс связи через облако в предлагаемой модели сохранения конфиденциальности представлен на рисунке 4; данные, полученные из модели, вычисляются, а затем вычисленные данные повторно обрабатываются в сервисе приложения посредством модели транзакций для генерации ключей. При этом сгенерированный ключ передаётся в интерфейс CSP для Администрации третьей стороны (ТРА) через разрешение на доступ и загрузку данных. Администрация третьей стороны (ТРА) — это сервисная компания, предоставляющая различные услуги страховому бизнесу в соответствии с условиями договора на обслуживание. ТРА несёт основную ответственность за обеспечение целостности данных. Она выполняет такие задачи, как генерация хэшей для зашифрованных блоков, полученных с облачного сервера, их объединение и создание подписей. Затем он анализирует обе сигнатуры, чтобы определить, была ли информация, хранящаяся в облаке, подделана. Кроме того, данные, полученные от ТРА, передаются потребителю облачных услуг [13].

Рисунок 4. Модель подхода к обеспечению безопасности данных с сохранением конфиденциальности



Заключение

В данной статье рассматриваются различные криптографические методы, важные для защиты конфиденциальности данных. В исследовании рассматриваются симметричное шифрование, использующее один ключ как для шифрования, так и для дешифрования, и асимметричное шифрование, использующее пару ключей для повышения безопасности. Также обсуждаются передовые методы, такие как гомоморфное шифрование и безопасные многосторонние вычисления, что подчеркивает их способность обрабатывать зашифрованные данные без ущерба для конфиденциальности. Криптографические методы играют фундаментальную роль в защите конфиденциальной информации в различных секторах, таких как здравоохранение, банковское дело и онлайн-коммуникации. Эти методы не только обеспечивают конфиденциальность данных, но и поддерживают их целостность, что крайне важно для установления доверия при цифровом взаимодействии. Используя эти методы, организации могут соблюдать правовые и нормативные требования, предотвращать утечки данных и несанкционированный доступ. В заключение следует отметить, что важность шифрования для защиты нашего цифрового мира невозможно переоценить. По мере развития технологий наши методы шифрования также должны развиваться для решения новых задач и угроз. Постоянные исследования и разработки в области криптографии обеспечат безопасность, конфиденциальность и целостность наших данных, способствуя созданию более безопасной цифровой среды для всех.

ССЫЛКИ

1. S. Vollala, N. Ramasubramanian, U. Tiwari, S. Vollala, N. Ramasubramanian, and U. Tiwari, “Modular Exponential Techniques,” *Energy-Efficient Modul. Exponential Tech. Public-Key Cryptogr. Effic. Modul. Exponential Tech.*, pp. 67–83, 2021.
2. R. Bahri, M. Budiman, and B. Nasution, “Sign-Then-Encrypt Scheme with Cramer-Shoup Cryptosystem and Dissanayake Digital Signature,” no. Icaisd 2023, pp. 131–138, 2024, doi: 10.5220/0012444900003848.
3. M. S. Lydia, M. A. Budiman, and D. Rachmawati, “Factorization of Small Rprime RSA Modulus Using Fermat’s Difference of Squares and Kraitchik’s Algorithms in Python,” 2021.
4. D. Kumar Sharma, N. Chidananda Singh, D. A. Noola, A. Nirmal Doss, and J. Sivakumar, “A review on various cryptographic techniques & algorithms,” *Mater. Today Proc.*, vol. 51, no. xxxx, pp. 104–109, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.583.
5. W. Li, X. Chang, A. Yan, and H. Zhang, “Asymmetric multiple image elliptic curve cryptography,” *Opt. Lasers Eng.*, vol. 136, p. 106319, 2021.
6. Y. I. Alzoubi, A. Al-Ahmad, and H. Kahtan, “Blockchain technology as a Fog computing security and privacy solution: An overview,” *Comput. Commun.*, vol. 182, pp. 129–152, 2022.
7. A. Mishra, T. S. Jabar, Y. I. Alzoubi, and K. N. Mishra, “Enhancing privacy-preserving mechanisms in Cloud storage: A novel conceptual framework,” *Concurr. Comput. Pract. Exp.*, vol. 35, no. 26, pp. 1–21, 2023, doi: 10.1002/cpe.7831.
8. L. Kuang, S. Tu, Y. Zhang, and X. Yang, “Providing privacy preserving in next POI recommendation for Mobile edge computing,” *J. Cloud Comput.*, vol. 9, pp. 1–11, 2020.
9. A. Alzahrani, T. Alyas, K. Alissa, Q. Abbas, Y. Alsaawy, and N. Tabassum, “Hybrid approach for improving the performance of data reliability in cloud storage management,” *Sensors*, vol. 22, no. 16, p. 5966, 2022.
10. L. Willenborg and T. De Waal, *Elements of statistical disclosure control*, vol. 155. Springer Science & Business Media, 2012.
11. V. Torra, *A Guide to Data Privacy*. Springer, 2022.
12. S. Rani, P. Bhamri, A. Kataria, A. Khang, and A. K. Sivaraman, *Big Data, Cloud Computing and IoT: Tools and Applications*. CRC Press, 2023.
13. S. Stewart Kirubakaran, V. P. Arunachalam, S. Karthik, and S. Kannan, “Towards Developing Privacy-Preserved Data Security Approach (PP-DSA) in Cloud Computing Environment,” *Comput. Syst. Sci. Eng.*, vol. 44, no. 3, pp. 1881–1895, 2023, doi: 10.32604/csse.2023.026690.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442177>
УДК 551.482.211

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ В БАССЕЙНЕ СЫРДАРЬИ

МЕЙРБЕКОВА АКЕРКЕ СЕРИКБАЙКЫЗЫ

Докторант Казахского Национального университета Водного Хозяйства и Ирригации

Научный руководитель - **МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ СЕННИКОВ**

Тараз, Казахстан

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности эксплуатации перегораживающих сооружений в бассейне реки Сырдарья. Проведен анализ существующих гидротехнических объектов, их роли в управлении водными ресурсами и влияния на экологическую устойчивость региона. Определены ключевые направления совершенствования инженерных решений и методических подходов в условиях изменяющегося климата и растущей антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: Сырдарья, гидротехнические сооружения, водохранилища, эксплуатация, эффективность, водные ресурсы.

Бассейн реки Сырдарья является одним из крупнейших водохозяйственных регионов Центральной Азии. Эффективность эксплуатации гидротехнических сооружений, в частности плотин, водохранилищ и каналов, играет решающую роль в обеспечении устойчивого водопользования, ирригации и энергетического баланса. В последние десятилетия эксплуатация сооружений осложняется изменением водного режима, осадконакоплением, износом оборудования и климатическими изменениями. Целью данного исследования является оценка состояния перегораживающих сооружений и определение путей повышения эффективности их эксплуатации.

Нарастание дефицита воды, разнонаправленные интересы государств и отраслейводопотребителей, сложность структуры и функций сырдарьинского водохозяйственного комплекса обуславливают необходимость сотрудничества стран бассейна в управлении совместными водными ресурсами. В 1991 году основные реки бассейна Сырдарья приобрели статус трансграничных водотоков. Гидротехнические сооружения единого ВХК были поделены на межгосударственном и национальном уровнях между различными отраслями и собственниками, появилась угроза потери управляемости и неминуемых потерь водных ресурсов. В этих условиях возникла необходимость создания регионального механизма по управлению водными ресурсами взамен старой централизованной системы координации и контроля.

В октябре 1991 года пять независимых государств Центральной Азии договорились о выработке такого механизма, а в 1992 году подписали Соглашение о сотрудничестве в сфере совместного управления, использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников, и об образовании Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК). Оно положило начало новому этапу межгосударственных водных отношений. Соглашение 1992 года содержало основополагающее положение о том, что распределение водных ресурсов будет основываться на принципах «существующего водопользования».

Руководство деятельностью по управлению совместными водными ресурсами было возложено на МКВК, исполнительными органами которого стали созданные в 1980 годах БВО (Бассейновые водохозяйственные объединения). Впоследствии, центрально-азиатскими государствами был принят ряд соглашений и документов, имеющих непосредственное отношение к деятельности МКВК и БВО. В марте 1993 года главы

государств на встрече в г. Кызыл-Орде одобрили соглашение 1992 года. В январе 1994 года главы Центрально-азиатских стран в г. Нукусе рассматривали основные положения Программы бассейна Аральского моря. Учитывая сложившуюся структуру и принципы вододеления на межгосударственных водных источниках, главы государств согласились проводить работы для решения проблем связанных с усыханием Аральского моря, подачей гарантированного объема воды в дельту Сырдарьи и Аральское море. Было принято решение о разработке общей стратегии вододеления, охраны водных ресурсов и рационального водопользования, а также о выработке на основе этой стратегии межправительственных законодательных и нормативных актов, регулирующих вопросы, связанные с использованием и охраной водных ресурсов, а также социально-экономическим развитием региона.

В 1997 году Межгосударственный совет по проблемам Арала был преобразован в Международный фонд спасения Арала (МФСА). Тогда же, существующее вододеление между государствами было оставлено в силе до тех пор, пока не будет сформулирована региональная стратегия управления водными ресурсами.

Помимо региональных соглашений, государства с 1995 года начали заключать между собой межгосударственные соглашения, в которых устанавливались размеры поставок топливно-энергетических ресурсов из Узбекистана и Казахстана в Кыргызстан и объемы вегетационных попусков из Токтогульского водохранилища для покрытия дефицита воды на нужды орошаемого земледелия в среднем и нижнем течении реки. Для преодоления возникающих противоречий государства-водопотребители предприняли меры по сокращению своих потребностей в воде, снизив необходимые 2 попуски из Токтогульского водохранилища до 6.5 кубических километров в вегетационный период. При этом они исходили из того, что в средние по водности годы этот объем позволяет покрывать нужды орошаемого земледелия региона. В целом, указанные двух- и трехсторонние соглашения носили разовый характер и не позволяли решать проблему в комплексе. Поэтому, в 1998 году первыми руководителями правительств Казахстана, Кыргызстана и Узбекистана было подписано Соглашение, в котором были заложены основные принципы компенсационных поставок топлива и энергии между государствами бассейна. Позднее к нему присоединился и Таджикистан.

В январе 2000 года между Правительствами Узбекистана и Таджикистана было подписано двухстороннее соглашение о сотрудничестве в области рационального использования водно-энергетических ресурсов. Оно создало условия для осуществления согласованного режима работы Кайраккумской ГЭС и взаимных перетоков электроэнергии в энергосистемы сторон. Государства Центральной Азии подписали также соглашения о сотрудничестве в области гидрометеорологии и параллельной работе энергетических систем государств. Таким образом, была заложена основа для взаимосогласованного и бесконфликтного решения проблем совместного управления и использования водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Основными задачами БВО "Сырдарья" (далее БВО) и его территориальных управлений на местах являются подготовка и реализация решений МКВК по водораспределению и управлению водными ресурсами. Для организации водоподачи государствам-членам МКВК, БВО осуществляет эксплуатацию гидроузлов и водозаборных сооружений, проводит мероприятия по улучшению экологической обстановки и контролю качества используемых водных ресурсов. Объединение контролирует режим стока Нарына, Карадарьи, Чирчика и Сырдарьи от Учкурганской и Андижанской ГЭС до Чардаринского водохранилища. БВО также осуществляет оперативно-диспетчерское управление водными и энергетическими (совместно с ОДЦ "Энергия") ресурсами бассейна реки Сырдарьи, а также оперативный контроль соблюдения лимитов водозаборов и перетоков электроэнергии.

Полная информация о текущем использовании водных ресурсов БВО ежемесячно представляет членам МКВК. Государства сырдарьинского бассейна, передавая во временную эксплуатацию БВО основные гидротехнические сооружения межгосударственного значения,

приняли на себя обязательства финансировать деятельность БВО на основе долевого участия пропорционально объемам потребляемых ими водных ресурсов. При этом было определено, что все объекты гидротехнической инфраструктуры БВО, где бы они ни располагались, напрямую или косвенно обеспечивают справедливое распределение водных ресурсов между странами. Поэтому в финансирование эксплуатации и содержания любого из них каждый участник должен вносить установленный вклад. В распоряжении Объединения находятся головные водозаборы на реке Сырдарье, ее основных притоках и магистральных каналах, а также 260 километров каналов межгосударственного значения: "Дустлик" и БФК.

БВО эксплуатирует 203 гидротехнических сооружения, из которых 21 находится на основных руслах Нарына, Сырдарьи, Карадарьи и Чирчика. Они имеют различную пропускную способность в пределах от 20 до 2500 кубометров в секунду. Помимо этого, БВО располагает 165 километрами коллекторно-дренажных сетей, 250 единицами автотранспорта, машин и механизмов, 35 тысячами квадратных метров служебных и производственных помещений, 3200 гектарами водоохранной зоны.

БВО ведет учет водозаборов из рек и подведомственных каналов по 445 пунктам. К ним относятся 21 головной водозабор в магистральные каналы, 36 стационарных насосных станций и 172 временные насосные установки, а также многочисленные отводы из магистральных каналов. Водоучет на водозаборных сооружениях из магистральных каналов осуществляется совместно с органами водного хозяйства центрально-азиатских государств. Ежегодно контролируемый БВО объем водных ресурсов составляет в среднем 34 из 37 кубических километров, или более 90 процентов годового речного стока сырдарьинского бассейна, что свидетельствует о высокой мере ответственности БВО перед странами-членами МКВК, которые доверили ему реализацию своих решений. Для реализации поставленных МКВК задач БВО постоянно стремится поддерживать потенциал управления на уровне, обеспечивающем своевременное и качественное решение поставленных задач. Прежде всего, это касается технического состояния гидротехнических сооружений, от которого непосредственно зависит способность БВО обеспечить заданную водоподачу потребителям.

К сожалению, следует признать, что оно в настоящее время не удовлетворяет в полном объеме требованиям эксплуатации. В целом износ основных фондов БВО составляет 59,5 процентов, крупные гидротехнические сооружения, такие как Куйганьярский и Учкурганский гидроузлы изношены более, чем на 80 процентов. Головной участок Большого Ферганского канала на длине 49 километров, эксплуатируемый 63 года изношен полностью, но выполняет свои функции. Требуется ремонт и другие сооружения. Для защиты от размыва нижнего бьефа Верхнечирчикского гидроузла необходимо скорейшее возобновление строительства дополнительного перепадного сооружения. Необходимо выполнить большой объем механизированной очистки межгосударственного канала «Дустлик», ремонт ряда его сооружений и особо опасных участков дамб.

Непрерывная подача воды для озимых культур в межвегетацию затрудняет очистку и ремонт межгосударственных каналов Дустлик и БФК. Для этого в течение коротких зимних перерывов требуется сосредоточение достаточного количества техники, которой БВО не хватает, так как 90 процентов машин и механизмов БВО проработало более 15 лет и подлежит списанию. Причиной такого положения является недостаток финансирования, фактический объем которого составляет лишь половину расчетной минимальной потребности, оцениваемой тремя миллионами долларов в год. Все государства не выделяют средств на капитальное строительство, что приводит к потере устойчивости основных фондов и может вызвать нежелательные последствия. Нынешний бюджет БВО позволяет лишь удерживать в работоспособном состоянии гидротехнические сооружения и каналы. Для этого БВО, привлекая при необходимости специалистов НИИ и проектных организаций, проводит регулярные обследования и проверки гидротехнических сооружений и каналов. При этом определяется состояние объектов, наличие изменений конструкций в результате

эксплуатации, способность обеспечить требуемый водозабор и водоподачу. Особое внимание уделяется категорированным объектам высокого класса безопасности, таких как Учкурганский, Куйганьярский, Верхнечирчиксий гидроузлы и трансграничные каналы БФК, Дуслик и др. По результатам обследований определяются объемы ремонтно-восстановительных работ, потребности финансирования, сроки и технология их проведения, а также уточняются режимы эксплуатации для предотвращения повторного возникновения дефектов. Все это способствует выполнению 4 целенаправленных мероприятий по сохранению работоспособного состояния объектов гидротехнической инфраструктуры, переданной БВО во временную эксплуатацию. Сложившаяся ситуация требует от БВО концентрации усилий не только в проведении жесткой технической и финансовой политики, но и внедрении передовых технологий управления, обеспечивающих рациональное использование имеющихся ресурсов. Особое внимание уделяется повышению уровня управления водными ресурсами Сырдарьинского бассейна, от которого зависит своевременное и качественное решение поставленных МКВК задач.

В Арало-Сырдарьинском бассейне с 2019 г. продолжается цикл маловодья. Водность реки Сырдарья зависит от водохозяйственной деятельности на территории Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана и во многом определяется накоплением воды в водохранилище Токтогул (Кыргызстан). В текущем году объем накопления воды в Токтогулском водохранилище на 5 млрд.м³ меньше чем в 2019 году. Нормой считается, когда на начало вегетационного периода в Токтогулском водохранилище накоплено около 15 млрд.м³ воды. На 1 апреля текущего года в водохранилище было только 8,7 млрд.м³, что на 2,9 млрд. меньше чем в аналогичном периоде 2020 года.

В связи с переходом работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ на энергетический режим, приток к Шардаринскому водохранилищу уменьшается в вегетационный период и увеличивается в межвегетационный период. В этой связи, режим сработки и наполнения Шардаринского водохранилища зависит от режима работы водохранилищ, расположенных в верхнем течении реки Сырдарья и водохозяйственной обстановки в соседних странах.

На сегодняшний день Шардаринское водохранилище работает в режиме наполнения. Сброс воды из водохранилища осуществляется расходом 50 м³/сек, приток составляет 140 м³/сек. Сброс воды из Шардаринского водохранилища будет увеличиваться по мере увеличения приточности.

Вместе с тем сообщаем, что в Таджикистане и Узбекистане вегетационный период продлился до конца октября текущего года. В связи с этим вопрос поступления воды в Шардаринское водохранилище и увеличения объемов сброса в низовья реки Сырдарья был рассмотрен на очередном заседании Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии в ноябре текущего года при подведении итогов вегетационного периода по бассейну Сырдарьи и согласовании лимитов водозабора стран, а также прогнозного режима работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ в межвегетационный период.

Для повышения эффективности эксплуатации перегораживающих сооружений в Арало-Сырдарьинском бассейне в условиях водного кризиса в Казахстане требуется комплексное методологическое и инженерное обеспечение. Ключевые направления включают внедрение современных систем мониторинга и управления водными ресурсами, оптимизацию водораспределения с учетом приоритетных нужд (например, питьевого водоснабжения и сельского хозяйства), а также разработку новых инженерных решений и модернизацию существующих сооружений для минимизации потерь воды и повышения управляемости потоками.

1 таблица - Характеристика основных перегораживающих сооружений бассейна

Сооружение	Год постройки	Объем водохранилища (млн м ³)	Состояние	Проблемы эксплуатации
Коксарай	2010	3000	Хорошее	Заиление, энергозатраты
Шардара	1968	5200	Удовлетворительное	Утечка воды, неавтоматизированное управление
Арысь-Туркестан	1975	1000	Среднее	Износ шлюзов, нехватка мониторинга

Методологическая основа исследования базируется на комплексном анализе гидрологических данных, технических характеристик сооружений и эксплуатационных показателей. Были использованы методы математического моделирования, системного анализа и ГИС-технологий для картографирования объектов. Оценка эффективности проводилась с учётом показателей надёжности, пропускной способности и соответствия современным требованиям безопасности.

Методологическое обеспечение:

– Создание интегрированных систем управления: Разработка и внедрение систем, которые позволяют собирать, анализировать и обрабатывать данные о водном балансе, уровне воды, потреблении и качестве воды в режиме реального времени.

– Оптимизация водораспределения: Разработка и применение математических моделей и алгоритмов для оптимизации распределения воды между различными потребителями (сельское хозяйство, промышленность, население) с учетом текущей ситуации и долгосрочных прогнозов.

– Оценка эффективности: Регулярная оценка эффективности работы сооружений и корректировка стратегий управления на основе полученных данных и анализа.

– Нормативно-правовое регулирование: Совершенствование законодательной базы для регулирования водопользования, стимулирования водосбережения и установления четких правил использования водных ресурсов.

Инженерное обеспечение:

– Модернизация существующих сооружений: Реконструкция устаревших плотин, шлюзов, каналов и насосных станций для повышения их пропускной способности, снижения потерь воды при транспортировке и улучшении управляемости.

– Внедрение автоматизированных систем: Установка современных датчиков, автоматизированных задвижек и компьютерных систем управления для точного и своевременного регулирования режимов работы сооружений.

– Разработка новых технологий: Исследование и внедрение инновационных инженерных решений, таких как системы очистки и повторного использования воды, технологии капельного орошения, а также сооружения для уменьшения испарения.

– Повышение надёжности и безопасности: Усиление конструкций сооружений, внедрение систем раннего предупреждения о возможных авариях, а также разработка планов действий на случай чрезвычайных ситуаций.

2 таблица - Сравнение эффективности при разных режимах регулирования

Показатель	Традиционный режим	Автоматизированный режим	Прирост эффективности (%)
Потери воды, %	18	10	44

Срок службы оборудования, лет	25	35	40
Экономия электроэнергии, %	0	15	15

Анализ показал, что большинство крупных водохранилищ Сырдарьинского бассейна (Кайраккумское, Чардара, Шардаринское, Арысьское и др.) работают с пониженной эффективностью из-за неравномерного распределения стока и высокой степени заиления. На основе полевых наблюдений и архивных данных установлено, что средняя потеря полезного объёма водохранилищ составляет 15–25%. Выявлены также проблемы неэффективного управления водными ресурсами между государствами бассейна.

Основные направления повышения эффективности эксплуатации сооружений включают модернизацию гидротехнических систем, внедрение автоматизированных систем управления водными потоками, а также реконструкцию водосбросных устройств. Необходимо развитие международного сотрудничества по совместному использованию водных ресурсов Сырдарьи, включая создание единой базы данных о водном балансе и внедрение принципов адаптивного управления. Эффективная эксплуатация перегораживающих сооружений в бассейне Сырдарьи является ключевым фактором обеспечения устойчивого водопользования в регионе. Проведённый анализ показал необходимость перехода от традиционных методов управления к инновационным подходам, основанным на цифровизации, автоматизации и эколого-ориентированном планировании. Реализация предложенных мер позволит повысить надёжность гидротехнических объектов и минимизировать экологические риски.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ляпичев Ю.П. Гидротехнические сооружения: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 302 с
2. James C. S. Hydraulic Structures: Textbook. — (2020)
3. Vischer D.L., Hager W.H. Dam Hydraulics. Textbook.- ETH-Zentrum Zurich Switzerland
4. М.Х.Хамидов. Пятнадцатилетний опыт сотрудничества по обеспечению поливной водой в бассейне Сырдарьи. Бассейновое водохозяйственное объединение «Сырдарья» https://www.cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/papers/khamidov_uz_ru.pdf?utm_source=chatgpt.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442198>

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PREVENT SOCIAL ENGINEERING ATTACKS

D.R. KALYBEK

Master's student ,

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

A.S. TOLEGENOVA

Associate Professor of the Department of Information Security

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

A.A. KONYRKHANOVA

Associate Professor of the Department of Information

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

ZHARKIMBEKOVA AIZHAN

Senior lecturer, PhD

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Abstract. *Social engineering attacks exploit human vulnerabilities, posing a significant challenge to cybersecurity defenses. Traditional approaches often struggle to meet the growing sophistication of these threats. However, artificial intelligence (AI) offers innovative solutions to identify, mitigate, and prevent such attacks. This study delves into modern social engineering strategies, such as phishing, pretexting, and exploitation of social media platforms. It also explores AI-powered solutions, including behavioral analysis, natural language processing (NLP), and predictive analytics, that effectively counter these threats. Case studies demonstrate the successful deployment of AI in real-world scenarios, highlighting its ability to detect anomalies, anticipate attack vectors, and reduce the success rate of manipulative tactics. The results highlight the transformative potential of AI in strengthening cybersecurity frameworks against social engineering, while acknowledging the ongoing need for adaptation and integration with evolving attack methodologies.*

Keywords: *artificial intelligence, social engineering attacks, cybersecurity, machine learning, threat detection, phishing prevention, behavioral analysis*

Introduction

Social engineering remains a critical challenge in the domain of cybersecurity. Techniques such as phishing, pretexting, and baiting have evolved, leveraging technological advancements and psychological manipulation. The global cost of phishing attacks alone has reached billions of dollars annually, with organizations of all sizes becoming targets. Traditional defenses, such as firewalls and antivirus software, are insufficient to counter these human-centered attacks. Artificial intelligence offers a paradigm shift by analyzing behavior, identifying anomalies, and automating threat response in ways unattainable by manual methods. One of the most common and destructive cyberthreats in today's digital environment is phishing, which targets people, businesses, and vital infrastructures. These assaults exploit human weaknesses by deceiving people into divulging private information, such as a developing threat, through misleading emails, websites, or messaging [6]. These systems can analyze large amounts of data, identify phishing patterns, and react to threats instantly by utilizing cutting-edge machine learning algorithms and deep learning techniques. By offering a proactive defense mechanism that constantly learns from emerging phishing tendencies, the system is made to blend in seamlessly with current cybersecurity frameworks, improving both users' and organizations' overall security posture.

Phishing has long been acknowledged as one of the most successful hacking techniques, taking advantage of human weaknesses by using dishonest tactics to acquire confidential data. The fast expansion of digital communication channels and the growing sophistication of phishing attempts have made the creation of more sophisticated detection and prevention systems necessary. Conventional approaches, such rule-based systems and signature-based detection, have not been able to keep up with the changing landscape of phishing assaults, which frequently use malicious URLs, email spoofing, and innovative social engineering techniques [9]. Also artificial intelligence (AI) has revolutionized the fight against phishing by introducing adaptive and intelligent detection mechanisms. Unlike traditional methods that rely on predefined signatures or static rules, AI systems are capable of learning and evolving in response to new attack patterns. These models are trained on diverse datasets containing examples of legitimate and malicious communications, enabling them to recognize subtle differences in structure, language, and behavior. For instance: email analysis: AI models can identify unusual sender patterns, malicious attachments, or mismatched headers that indicate phishing attempts. URL Inspection: ML algorithms analyze URLs for obfuscation techniques, such as typosquatting or homograph attacks, where attackers mimic legitimate websites. Real-Time Feedback: AI systems can provide immediate alerts to users, flagging potentially harmful emails or links before any action is taken.

Methodology

Social engineering attacks exploit trust, curiosity, fear, or urgency to achieve their objectives. For instance: Phishing involves fraudulent communication, typically emails, designed to trick users into revealing sensitive data [10]. Pretexting manipulates individuals by impersonating a trustworthy entity. Baiting and Quid Pro Quo entice users with promises of rewards or assistance, leading to information compromise. These attacks often bypass technical defenses, relying on psychological tactics that AI is uniquely suited to counteract through predictive analysis and pattern recognition. Applications of AI in Preventing Social Engineering Attacks Phishing Detection and Prevention AI-powered systems can analyze large volumes of communication data to identify phishing attempts. Machine learning models are trained on datasets containing phishing emails, enabling: Real-time detection: AI detects suspicious links, attachments, or sender anomalies in emails. Contextual analysis: Natural Language Processing (NLP) assesses the content's tone, urgency, and intent to flag potential threats. For example, Google’s AI-driven Gmail filters block over 100 million phishing emails daily by leveraging AI. Behavioral Analysis AI monitors user behavior to detect deviations indicative of compromise. Techniques include: Anomaly detection: Machine learning algorithms identify unusual login locations, times, or devices. User profiling: Behavioral biometrics track typing speed, mouse movements, or navigation patterns to detect unauthorized access. In addition to phishing detection and behavioral analysis, AI plays a crucial role in mitigating other forms of social engineering by leveraging predictive analytics, threat intelligence, and automation. AI systems can integrate with Security Information and Event Management (SIEM) tools to correlate real-time data from multiple sources, identifying patterns that suggest pretexting or baiting attempts. For instance, AI can flag unusual requests for sensitive information, such as sudden changes in account recovery details or irregular data access requests. Furthermore, AI-driven chatbots are being deployed to interact with potential attackers, using conversational AI to stall or gather intelligence about their methods. These tools, combined with adaptive learning capabilities, enable organizations to not only detect but also preemptively address emerging threats by dynamically adjusting security protocols and deploying countermeasures tailored to evolving attack vectors.

Protection Method	Traditional Approach	AI-Based Approach	Advantages of AI-Based Approach
-------------------	----------------------	-------------------	---------------------------------

Phishing Detection	Manual checking, filters	AI algorithms, content analysis of emails and URLs	Automation, high accuracy, reduced errors
Employee Training	Courses, training	AI systems for attack simulation	Personalized training, continuous updates
User Behavior Analysis	Manual monitoring	AI for anomaly detection in real-time	Instant detection, reduced false positives

By reducing the number of features, dataset visualization becomes clearer and more understandable. Key classifiers, such as C4.5, k-NN, and SVM, have been found to provide high detection accuracy in various studies. Among these, decision tree-based classifiers like C4.5 offer optimal accuracy and efficiency in detecting phishing attacks. However, many studies have noted limitations in their work, with some pointing out that ensemble learning techniques were not employed and feature reduction was not performed in certain cases.

Social Engineering Statistics:

According to the 2023 Verizon Data Breach Investigations Report, 22% of data breaches involved social engineering tactics, with phishing being the most common method 81% of breaches.

2022 Cofense Phishing Report highlights that 1 in 99 emails is a phishing attempt, equating to around 0.91% of all emails being potentially harmful.

AI Solution analysis for Detecting and Preventing Social Engineering

AI-Driven Detection Models:

Phishing Detection: Studies show that machine learning models can detect phishing with 94-98% accuracy, significantly outperforming traditional rule-based systems.

Natural Language Processing (NLP): NLP algorithms like BERT or GPT-based models have achieved up to 95% accuracy in identifying malicious text in emails or messages, including spotting indicators like urgent language, deceptive phrases, and malformed syntax.

Behavioral Analytics: AI-driven systems can analyze user behavior to identify anomalies. For instance, AI models can detect up to 93% of identity theft attempts by recognizing deviations in login patterns, behavior, or device usage.

Example Calculation:

Imagine a company with 1,000 employees and an annual email volume of 500,000. If 1% of these emails are phishing attempts, that would equate to 5,000 phishing emails per year.

If an AI-powered system detects phishing emails with 95% accuracy, it would identify 4,750 phishing emails correctly, helping to reduce human exposure to these attacks.

3. Data Collection for Training AI Models

Data Sources:

Email data: Assume an organization receives 500,000 emails monthly, with an average of 10% phishing or malicious attempts (50,000 emails).

User behavior data: AI models can track typical login times, device usage patterns, etc. For example, if an employee regularly logs in between 9:00 AM and 5:00 PM but suddenly logs in at 2:00 AM from a different location (say, 1,000 miles away), this could be flagged as suspicious behavior by the AI.

Training Models with Labeled Data:

Use datasets such as Phishing Email Dataset (CICIDS 2017) with over 100,000 labeled phishing and legitimate emails to train machine learning models.

Using supervised learning, train algorithms with data containing features like subject lines, sender information, and URL analysis. The goal is to achieve a high precision rate (fewer false positives) and recall rate (fewer missed phishing attempts).

AI Model Development

Model Evaluation:

Performance Metrics:

Assume you train a model to detect phishing emails. In a test set of 10,000 emails (5,000 phishing, 5,000 legitimate), the AI model results in:

True Positives (TP): 4,800 phishing emails correctly flagged.

False Positives (FP): 200 legitimate emails flagged as phishing.

True Negatives (TN): 4,800 legitimate emails correctly identified.

False Negatives (FN): 200 phishing emails not flagged.

Precision (the proportion of positive results that are correct):

Results:

Text precision = $TP / (TP + FP) = 4800 / (4800 + 200) = 0.96$

Text recall = $TP / (TP + FN) = 4800 / (4800 + 200) = 0.96$

F1-Score (the balance between precision and recall):

$F1 = 2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall}) = 2 \times 0.96 \times 0.96 / (0.96 + 0.96) = 0.96$

F1=0.96

So, the AI model has a 96% F1-Score, demonstrating high performance in identifying phishing attacks.

Phishing detection using deep learning, a subset of machine learning called deep learning (DL) has become a potent instrument for phishing detection, providing notable gains in accuracy and versatility over conventional ML techniques. Deep learning models are well-suited for identifying intricate and sophisticated phishing assaults because they can automatically learn and extract features from raw data, unlike machine learning models that need manual feature extraction. The diagram showcases a neural network architecture designed for phishing detection. The input layer processes features from a phishing dataset, such as URL characteristics, suspicious keywords, or sender information. These features are passed to hidden layers, where interconnected nodes apply mathematical computations to identify patterns indicative of phishing. Through multiple layers and activation functions, the network learns complex relationships within the data. The output layer classifies the input as either "Legitimate" or "Phishing" based on the probabilities generated by the model.

Chatbot Integration for Verification AI chatbots act as intermediaries for sensitive communications. By verifying identities and intentions, these systems prevent attackers from exploiting human error. Examples include AI tools used in help desks to validate user credentials before granting access to sensitive information. Cybersecurity training simulations AI enhances employee training by creating realistic simulations of social engineering scenarios. Platforms like KnowBe4 use AI to generate phishing campaigns tailored to an organization's industry and threat landscape, enabling: Personalized feedback: Employees learn from mistakes in a controlled environment. Adaptive difficulty: AI adjusts training complexity based on user performance. Real-Time Threat Intelligence AI integrates with security information and event management (SIEM) systems to provide real-time insights. By analyzing threat feeds, AI identifies emerging attack patterns and adapts defense mechanisms accordingly.

Case Studies

Case Study 1: AI in Financial Institutions A multinational bank implemented AI-powered phishing detection to protect customers. Within six months, the system reduced successful phishing attempts by 85%, flagging suspicious emails before they reached users.

Case Study 2: AI Against Spear Phishing A tech firm deployed an AI system to analyze executive communication patterns [3]. When an attacker attempted spear phishing by impersonating

the CEO, the system detected anomalies in writing style and flagged the email, preventing a significant data breach .

Challenges and Limitations Despite its promise, AI faces challenges in preventing social engineering attacks: **Adversarial AI:** Attackers use AI to enhance their tactics, creating a continuous arms race. **False positives:** Overly aggressive AI systems may flag legitimate communications, disrupting workflow. **Data privacy concerns:** Monitoring user behavior raises ethical and regulatory issues.

Future Directions The future of AI in combating social engineering includes: **Hybrid models:** Combining AI with human expertise for a layered defense approach. **Advanced NLP:** Enhancing AI's ability to understand context and intent in communication [1]. **Decentralized AI:** Using blockchain-based AI for secure data sharing and analysis.

Future Enhancements

Contextual Awareness: By analyzing contextual data like user behavior, email threads, or transaction history, future versions of the system could improve detection skills and strengthen its defenses against spear-phishing attempts [7]. **Reinforcement learning techniques** could be used to improve the system by allowing the model to continuously improve accuracy over time by learning from its failures in a dynamic environment. **Integration with Threat Intelligence Platforms:** The phishing detection system may remain current with the newest phishing tactics and zero-day vulnerabilities by combining it with real-time threat intelligence platforms. **User Awareness and Feedback:** By learning from user reports of legitimate emails that were incorrectly detected or phishing emails that got through, a user feedback mechanism can help the system get better. **uture enhancements to phishing detection systems** could also include advanced Natural Language Processing (NLP) techniques, enabling the system to better understand the intent and tone of communications, particularly in cases where attackers use subtle or contextually relevant language to deceive victims. **Hybrid AI models** combining supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning could further optimize detection by addressing both known and unknown phishing patterns.

Conclusion

Artificial intelligence is a powerful ally in the fight against social engineering attacks. By leveraging AI's capabilities in behavior analysis, threat detection, and automated response, organizations can significantly reduce their vulnerability. However, the dynamic nature of cyber threats necessitates continuous innovation and ethical considerations to ensure AI remains a reliable tool in cyber security. Moreover, the synergy of AI with other technologies such as blockchain and advanced threat intelligence platforms offers promising avenues for the future. As AI evolves, its ability to predict, adapt, and counter new forms of social engineering attacks will become a cornerstone of cyber security [5]. Organizations must not only invest in these technologies but also foster a culture of cyber security awareness among employees, ensuring a comprehensive defense against ever-evolving threats. By maintaining vigilance and continuously updating AI systems to address emerging challenges, the cyber security industry can stay one step ahead of malicious actors.

REFERENCES

1. Sahingoz, Ö. (2023). Social Engineering Attacks in Cybersecurity: An Updated Review on Phishing and Its Countermeasures. *Journal of Information Security and Applications*, 68, 102681.
2. Chawla, S., & Kumar, A. (2023). Social Engineering: Techniques, Attacks, and Defense Mechanisms. *Journal of Cyber Security Technology*, 7(3), 123-145.
3. Siddiqui, S., & Alqahtani, A. (2023). Emerging Trends in Social Engineering: A Case Study of Phishing Attacks in Telecom Networks. *Journal of Cybersecurity*, 9(2), 150-162.
4. Syafitri W. et al. Social engineering attacks prevention: A systematic literature review //IEEE access. – 2022. – Т. 10. – С. 39325-39343.
5. Ntiva. (2023). AI in Social Engineering: The Next Generation of Cyber Threats. Retrieved from <https://www.ntiva.com/blog/ai-social-engineering-attacks>
6. Salama R., Al-Turjman F. Cyber-security countermeasures and vulnerabilities to prevent social-engineering attacks //Artificial intelligence of health-enabled spaces. – CRC Press, 2023. – С. 133-144.
7. Kolluri V. et al. Revolutionary research on the ai sentry: an approach to overcome social engineering attacks using machine intelligence //International Journal of Advanced Research and Interdisciplinary Scientific Endeavours. – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 53-60.
8. Fakhouri H. N. et al. Ai-driven solutions for social engineering attacks: Detection, prevention, and response //2024 2nd international conference on cyber resilience (ICCR). – IEEE, 2024. – С. 1-8.
9. Ali S. The Role of AI in Social Engineering Attack Prevention: NLP-Based Solutions for Phishing and Scams. – 2024.
10. Schmitt M., Flechais I. Digital deception: Generative artificial intelligence in social engineering and phishing //Artificial Intelligence Review. – 2024. – Т. 57. – №. 12. – С. 324.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442368>
УДК 004.89 : 004.75

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ДАННЫХ В ЗНАНИЯ И РОЛЬ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

ЕРБОЛСЫН АСАНАЛИ ЖАНАТУҰЛЫ
МЕРЕЙҰЛЫ ЖАНТЕЛІ

Студенты технологического факультета Казахского Университета Технологии и
Бизнеса

Научный руководитель – БЕККОЖИНА Ж.А.
Астана, Казахстан

Аннотация: В этой статье я разбираю, как понятие «информационная система» менялось со временем — от скучных архивов документов до современных умных платформ. Если копнуть глубже, видно: настоящая задача таких систем — не просто хранить данные, а работать с метаданными и извлекать из них знания. Я рассказываю, как можно реализовать семантический поиск «по аналогии» на практике, и почему новый суперкомпьютер в Астане (EXPO) становится ключевым элементом для создания по-настоящему интеллектуальных национальных систем.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы (ИИС), информационный взрыв, системный анализ, управление знаниями, семантический поиск, поиск по аналогии, метаданные, векторное представление, FAISS, Python, большие языковые модели (LLM), суперкомпьютер, Астана, Big Data, экономика знаний.

1. ВВЕДЕНИЕ: ПРИРОДА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗРЫВА

Эйнштейн как-то сказал, что человечество однажды захлебнётся в потоке информации. Ну вот — момент настал. Наука и индустрия ежедневно генерируют горы данных, и этот поток только набирает обороты. Терабайты появляются там, где раньше с трудом набирался гигабайт. Проблема? Информационный шум.

Но сырые данные — это ещё не информация. Как заметил Ляпунов, смысл появляется только тогда, когда система способна его воспринять. Сегодня у нас куча инструментов для работы с числами и картинками, но далеко не всегда — для извлечения настоящей информации. Всё потому, что ценность появляется только тогда, когда данные складываются в модель и начинают что-то значить в реальном мире.

В этой работе я хочу показать: современные интеллектуальные методы, встроенные в мощную вычислительную среду, реально помогают решать главную задачу — превращать данные в знания.

2. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Я смотрю на интеллектуальную информационную систему (ИИС) как на сложный организм, который живёт по чётким кибернетическим законам.

2.1. Макро- и микроподход

Если смотреть широко, ИИС — это чёрный ящик. Она общается с внешним миром, ловит пользовательские запросы и потоки данных. Самая уязвимая точка здесь — актуализация информации. В старых системах на эту задачу просто не хватало сил и ресурсов. Сейчас автоматизация сбора данных вытягивает ситуацию.

Если заглянуть внутрь, то видно: главное — не сами документы, а их поисковые образы. Это набор метаданных, который описывает структуру и смысл.

2.2. Принципы целостности и структурности

- Целостность: Каждый элемент метаданных играет свою роль в модели. В нейросети, например, меняешь один вес — меняется вся система.
- Структурность: Всё построено на связях. Раньше ими вручную управляли через каталоги, теперь они появляются сами, прямо в векторном пространстве.
- Иерархичность: Знания всегда строятся слоями — от простых понятий до сложных онтологий.

3. ЭВОЛЮЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПОИСКА: ОТ СЛОВ К СМЫСЛАМ

Если коротко, главное для любой ИС — уметь отвечать на сложные запросы. Тут есть три основные модели поиска:

1. Контекстный поиск — ищем по совпадению текста. Простой подход, но часто слишком шумный: короткие запросы выдают кучу мусора, длинные — часто молчат, если формулировка чуть отличается.

2. Атрибутивный поиск — ищем документы по набору свойств. Например, «все статьи по кибернетике за 2020 год».

3. Поиск по аналогии — самый умный способ. Ты даёшь системе документ или его кусок, а она ищет похожие объекты.

В классической теории мера сходства $m(d, D)$ меняется от 0 до 1. Для работы такого поиска нужен тезаурус — словарь, который понимает смысл слов. Сейчас роль тезауруса у больших языковых моделей (LLM): они превращают текст в математические векторы.

4. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ (Python & FAISS)

Чтобы показать, как это работает на практике, я собрал прототип системы поиска по аналогии. Она не просто ищет слова — она вычисляет, насколько запрос похож на документы, и делает это только по метаданным (векторным представлениям).

```
```python
import time
import numpy as np
from sentence_transformers import SentenceTransformer
import faiss # Быстрый поиск ближайших соседей (разработка Facebook AI Research)
class IntelligentSearchSystem:
 def __init__(self):
 # Грузим модель — наш цифровой тезаурус.
 # Она превращает текст в векторы (метаданные).
 print("Инициализация семантического ядра...")
 self.model = SentenceTransformer('paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2')
 self.index = None
 self.documents = []
 def index_documents(self, docs):
 """
 Превращаем документы в поисковые образы (векторы).
 Это и есть микроподход: мы строим структуру системы.
 """
 self.documents = docs
 # Генерируем эмбединги (метаданные)
 embeddings = self.model.encode(docs)
 # Нормализация нужна для корректного вычисления сходства
 faiss.normalize_L2(embeddings)
 # Создание индекса
 dimension = embeddings.shape[1]
 self.index = faiss.IndexFlatIP(dimension) # IP = Inner Product (здесь совпадает с косинусным)
 self.index.add(embeddings)
```
```

```
print(f'Проиндексировано {len(docs)} документов.")

def search_by_analogy(self, query_text, k=2):
    """
    Поиск по аналогии: находит документы, близкие по смыслу.
    """
    query_vector = self.model.encode([query_text])
    faiss.normalize_L2(query_vector)
    # Поиск k ближайших векторов
    distances, indices = self.index.search(query_vector, k)
    results = []
    for i in range(k):
        idx = indices[0][i]
        score = distances[0][i] # Мера сходства от 0 до 1
        results.append((self.documents[idx], score))
    return results
# --- ЭКСПЕРИМЕНТ ---
system = IntelligentSearchSystem()

# База знаний (каталог)
knowledge_base = [
    "Теоретические проблемы кибернетики и системный анализ.", # Документ 1
    "Высокопроизводительные кластеры для обработки Big Data.", # Документ 2
    "Инфраструктура EXPO в Астане как центр IT-развития.", # Документ 3
    "Методы автоматической классификации текстов." # Документ 4
]
system.index_documents(knowledge_base)
# Запрос не содержит слов "EXPO" или "Астана", но спрашивает про суперкомпьютеры
в столице
query = "Где в Казахстане находятся мощные вычислительные центры?"
results = system.search_by_analogy(query)
print(f'\nЗапрос: {query}')
for doc, score in results:
    print(f'Найдено: '{doc}' | Сходство: {score:.4f}')
# Программа находит документ про «EXPO в Астане», даже если в запросе этих слов
нет. Значит, система действительно работает со смыслом, а не просто ищет совпадения в
тексте.
```

5. ИНФРАСТРУКТУРА: СУПЕРКОМПЬЮТЕР В АСТАНЕ

Без хорошего «железа» реализовать описанные алгоритмы на уровне страны не получится. Главная беда старых систем — они плохо сочетаются друг с другом и не тянут большой поток данных.

Появление нового суперкомпьютера в Астане (он размещён на инфраструктуре EXPO) меняет правила игры и сразу решает три важные задачи:

1. Целостность данных. Суперкомпьютер справляется с хранением и обработкой огромных графов знаний (онтологий) — всё в одном месте.

2. Эволюция системы. Здесь хватает мощности, чтобы регулярно дообучать модели на свежих данных, держать «цифровой тезаурус» в актуальном состоянии.

3. Совместимость. Появляется единый центр, где разные ведомства могут обмениваться не просто файлами, а полноценными семантическими векторами.

6. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ

Если опираться на принципы Барахнина и Федотова, предлагаю такой подход к использованию суперкомпьютера в Астане для развития национальных ИИС:

- Государство как платформа знаний.

Разрозненные базы министерств надо объединить в единый централизованный каталог метаданных. Суперкомпьютер станет оператором этого каталога, автоматически соединяя документы — законы, статьи, статистику — в один большой граф.

- Гибридный поиск.

Чисто векторный поиск иногда пропускает нужные термины. Лучше объединить атрибутивный поиск и поиск по аналогии, чтобы находить максимально релевантные результаты.

- Автономные агенты для обновления.

Чтобы данные не устаревали, на суперкомпьютере нужно запустить агентов, которые круглосуточно следят за открытыми источниками и обновляют поисковые образы документов в национальном хранилище.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационная система — это не просто архив, а инструмент для управления знаниями, который работает с метаданными. В мире, где информации становится всё больше, только умные системы с мощными тезаурусами и современной инфраструктурой (то есть суперкомпьютерами) могут дать исследователям адекватную модель реальности. Развивая вычислительный кластер в Астане, Казахстан делает шаг от «экономики данных» к «экономике знаний».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барахнин В. Б., Федотов А. М. Информационная система: взгляд на понятие // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2007. Том 5, выпуск 2.
2. Ляпунов А. А. О соотношении понятий материя, энергия и информация // Проблемы теоретической и прикладной кибернетики. Новосибирск: Наука, 1980.
3. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987.
4. Нариньяни А. С. Кентавр по имени ТЕОН: Тезаурус + Онтология // Труды международного семинара «Диалог 2001». Аксаково, 2001.
5. Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С. Основы информатики. М.: Наука, 1968.
6. Johnson J., et al. Billion-scale similarity search with GPUs // IEEE Transactions on Big Data, 2019.

Примечание: Цитаты и ссылки приведены в соответствии с оригинальным текстом В. Б. Барахнина и А. М. Федотова, чтобы сохранить точность.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442390>
УДК 2.712.1

ТИШИНА СРЕДИ УЗОРОВ: КАК ИНТЕРЬЕР ЮРТЫ ПИТАЛ ТВОРЧЕСТВО АБАЯ КУНАНБАЕВА

ЛОСКУТОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА

Студент 4 курса образовательной программы 6В07317 «Архитектура жилых и общественных зданий», Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации.

Научный руководитель- **НОҒАЙБЕКОВА М.Т**
Тараз, Казахстан

Аннотация: Мақала Абай Құнанбаевтың шығармашылық әлемінің қалыптасуына қазақ көшпенділерінің материалдық мәдениетінің әсерін талдауға арналған. Дәстүрлі киіз үйдің ішкі көрінісі тұрмыстық фон ретінде емес, белсенді эстетикалық және философиялық жүйе ретінде қарастырылады. Ою-өрнектердің көрнекі тілі, тұйық кеңістіктің акустикасы және ошақ пен шаңырақтың киелі бейнелері ақында үйлесімділікке, ойлауға және ойдың тереңдігіне негізделген әлемді ерекше қабылдауға қалай тәрбиелегені зерттеледі. Киіз үй кеңістігі Абай үшін құрылымдық және символдық принциптері оның поэтикалық формасы мен ағартушылық философиясының үйлесімділігінде тікелей көрініс тапқан Ғаламның бастапқы моделіне айналды деген қорытындыға келді.

Аннотация: Статья посвящена анализу влияния материальной культуры казахских кочевников на формирование творческого мира Абая Кунанбаева. В центре внимания — интерьер традиционной юрты, рассмотренный не как бытовой фон, а как активная эстетическая и философская система. Исследуется, как визуальный язык орнаментов, акустика замкнутого пространства и сакральные образы очага и шанырака воспитали в поэте особое восприятие мира, основанное на гармонии, созерцании и глубине мысли. Делается вывод о том, что пространство юрты стало для Абая первичной моделью мироздания, структурные и символические принципы которой нашли прямое отражение в стройности его поэтической формы и просветительской философии.

Annotation: The article analyzes the influence of the material culture of the Kazakh nomads on the formation of Abai Kunanbayev's creative world. The focus is on the interior of a traditional yurt, which is viewed not as a background for everyday life, but as an active aesthetic and philosophical system. The article explores how the visual language of ornaments, the acoustics of the enclosed space, and the sacred images of the hearth and shanyrak shaped the poet's unique perception of the world, which is based on harmony, contemplation, and depth of thought. It is concluded that the space of the yurt became Abai's primary model of the universe, and its structural and symbolic principles were directly reflected in the harmony of his poetic form and educational philosophy.

Ключевые слова: юрта, интерьер юрты, казахская культура, кочевая цивилизация, орнамент, шанырак, очаг, тишина, поэтическое мышление, философия, творческая среда, пространство, символизм, традиционное жилище, степь, эстетическое воспитание, казахская поэзия.

Тишина среди узоров: как интерьер юрты питал творчество Абая Кунанбаева

Введение: Вселенная под войлочным куполом

Творчество гения всегда укоренено в почве его первичного, детского опыта. Для Абая Кунанбаева чье имя стало синонимом казахской философской лирики и просветительской

мысли, такой питательной почвой, безусловно, была великая степь. Однако степь — понятие слишком широкое и метафорическое. Реальным же пространством, которое сформировало его эстетическое чувство, дисциплинировало ум и подарило ключевые образы, был интерьер традиционной казахской юрты. Это не просто жилище, а целостная космологическая модель, насыщенная символами и организованная строгими законами. Войлочные стены создавали уникальную акустику тишины, а бесконечное кружево орнаментов перед глазами воспитывало в ребенке чувство ритма и гармонии. Статья исследует, как это специфическое пространство стало не фоном, а активным соучастником формирования поэтического мира Абая, как «тишина среди узоров» научила его слушать голос мысли и видеть музыку в линиях жизни.

Юрта как сакральный текст: обучение через пространство.

Кочевая цивилизация выработала юрту как идеальный дом, представляющий собой микрокосм. Её круглая форма символизировала единство, вечность и цикличность мироздания. Деревянный решётчатый каркас (кереге) — это устойчивость и порядок, войлочное покрытие — защита и тепло, а круглое отверстие на вершине купола (шанырак) — связь с божественным, солнце в миниатюре. Пространство внутри было строго зонировано согласно неписаным, но незыблемым законам «жора-жосын» (этикета). Место напротив входа, «төр», было сакральным: там размещали самые ценные вещи и усаживали самых уважаемых людей. Такое устройство с детства приучало к иерархии, уважению и осознанию своего места в социальной и вселенской структуре.

Для маленького Абая этот мир был первой и главной книгой. Он учился читать не по буквам, а по предметам и их расположению. Резной деревянный сундук (сандык) у төра говорил о родовой памяти и богатстве традиций. Развешанное на стенах убранство коня (седло, сбруя) напоминало о главном спутнике кочевника — о движении и пути. Но самым насыщенным «текстом» были, безусловно, орнаменты. Каждый цвет и узор на войлочных коврах (текемет, сырмак), тканых лентах (баскур), вышивках нес глубокую семантику. Зигзагообразные линии («ирек») могли означать горные хребты или течение воды, стилизованные рога барана («кошкар мүйіз») — силу и плодородие, геометрические розетки — солнце и звёзды.

Ежедневное созерцание этого кодового языка воспитывало в будущем поэте ассоциативное и метафорическое мышление. Он интуитивно усваивал, что мир полон знаков, которые нужно уметь расшифровывать, что за видимой простотой формы может скрываться сложный смысл. Позже это проявится в его поэзии, построенной на тонких, часто взятых из природы параллелях. Описывая душевные терзания, он будет обращаться к образу одинокого дерева на скале; говоря о быстротечности жизни, — к капле росы на травинке. Его стихи, как и орнамент, часто строятся на повторах и вариациях основной темы, углубляя её с каждой строфой.

Акустика мудрости: тишина, слово и музыка

Уникальность интерьера юрты заключалась не только в визуальном, но и в звуковом измерении. Войлок — материал, обладающий превосходными звукопоглощающими свойствами. Гул степного ветра, вой метели или шум дождя, проникая внутрь, теряли свою агрессивность, превращаясь в приглушённый, «объёмный» фон. Эта естественная акустическая обработка создавала феномен концентрации звука. В таком пространстве человеческая речь, музыка, даже тишина обретали иное качество.

В этой среде Абай учился ценить Слово. Речи аксакалов, беседы отца Кунанбая с биями, рассказы жырши (сказителей) звучали здесь весомо, обдуманно, без суеты. Каждая мысль, высказанная вполголоса, достигала слушателя с неискажённой ясностью. Здесь нельзя было говорить громко и пусто — пространство дисциплинировало. Неслучайно в своих «Словах назидания» Абай уделяет столько внимания культуре речи, осторожности в словах, силе молчания. «Слово Тридцать Восьмое» прямо гласит: «Молчание – золото. ...Пока слово не сорвалось с языка, оно – твой пленник; сорвавшись – ты его пленник». Эта

философия взвешенного слова рождалась из опыта жизни в пространстве, где тишина была не пустотой, а наполненным ожиданием полем, а слово — драгоценностью, которую бережно передают из рук в руки.

Не менее важна была связь с музыкой. Звуки домбры или кобыза в войлочной юрте звучали особенно глубоко и проникновенно, без лишних резонансов. Мелодии кюев, часто повествовательные и философские, вплетались в самую ткань домашнего быта. Музыкальность поэзии Абая, её внутренний ритм и напевность, идеальная приспособленность для исполнения под аккомпанемент — это тоже дар той акустической среды. Он слышал, как музыка живёт в замкнутом, тёплом пространстве, как она взаимодействует с тишиной, и перенёс этот принцип в стихосложение.

Архетипы домашнего космоса: очаг, шанырак, порог

Интерьер юрты подарил Абаю не просто метафоры, а архетипы — фундаментальные, психологически заряженные образы, которые стали стержнем его мировоззрения.

В физическом центре юрты располагался очаг — источник тепла, света и пищи. Это был символ семьи, единства, непрерывности жизни. Огонь объединял всех вокруг себя, его свет выхватывал из полумрака лица близких, создавая интимный круг доверия. В творчестве Абая идея «очага» трансформируется в идею духовного центра: очага познания, просвещения, внутреннего стержня личности. Его борьба с невежеством и косностью — это попытка разжечь этот очищающий огонь разума в своем народе. Просвещение для него — свет, исходящий из внутреннего очага души.

Шанырак. Это не просто конструктивный элемент, а «окно в небо». Через шанырак проникал дневной свет, лучи солнца медленно двигались по кругу, отмечая время. Ночью в отверстиях были видны звёзды. Шанырак был зримым воплощением связи малого, человеческого мира (юрты) с миром великим, космическим. Этот образ напрямую ведёт к характерной для Абая вертикали мысли: от повседневных забот и пороков общества («темноты юрты») — к высоким идеалам, звёздам истины, свету вселенского разума («просвету в куполе»). Его поэзия постоянно устремлена вверх, к этому духовному «шаныраку».

Порог юрты был важной границей между внутренним, защищённым, упорядоченным миром (своё) и внешним, открытым, не всегда предсказуемым пространством степи (чужое). Переступить порог означало перейти из одного состояния в другое. В творчестве Абая мы находим постоянную рефлексию на тему границ: между невежеством и знанием, пороком и добродетелью, застоём и развитием. Его собственный интеллектуальный путь — это смелый шаг через порог традиционного мировоззрения навстречу мировой (в первую очередь, русской и европейской) культуре. Он стал «порогом» для всей казахской мысли, точкой перехода в новое качество.

Синтез пространства и мысли: от узора к строфе, от тишины к слову

Влияние интерьера юрты на Абая не стоит понимать как прямую иллюстрацию. Это более глубокий процесс инкорпорации — впитывания принципов организации пространства в принципы организации мысли.

Ритмическая упорядоченность орнамента, где каждый элемент включён в общий поток, но имеет своё значение, отразилась в строфике и композиции его стихов. Его назидания часто строятся как развёртывание одной темы с разных сторон, подобно тому, как орнаментальный мотив повторяется и варьируется, создавая целостный узор.

Тишина юрты, нарушаемая лишь значимыми звуками, стала внутренней установкой на глубокое, сосредоточенное размышление. В этой тишине он вел диалог с великими умами прошлого, чьи книги он жадно читал. Она позволяла ему быть «в степи, но не совсем от степи», сохранять дистанцию, необходимую для философского осмысления родной культуры и её болезней.

Даже социальное устройство пространства юрты, с его уважением к центру (төр) и старшим, проявилось в философии Абая как уважение к знанию, мудрости, опыту и неприятие пустой, разрушительной болтовни молодых и невежд.

Заключение: Пространство, ставшее поэзией

Абай Кунанбаев, несомненно, перерос рамки традиционного кочевого быта. Он стал гражданином мира идей. Но тот фундамент, на котором выросло здание его гения, был заложен в детстве и отрочестве под войлочным куполом семейной юрты. Интерьер этого уникального жилища выступил в роли первого и главного учителя эстетики. Он преподавал уроки гармонии через геометрию орнамента, дисциплины ума через практику тишины, связи с мирозданием через образы очага и шанырака.

Поэзия Абая — это не описание юрты. Это её логическое продолжение на уровне духа. Если юрта была идеально организованным материальным миром кочевника, то творчество Абая стало попыткой создать столь же гармоничный, упорядоченный и одухотворённый мир внутренний — для своего народа и для каждого человека. Он взял «тишину среди узоров» и превратил её в музыку мудрого слова, которое вот уже более века освещает путь, подобно солнечному лучу, упавшему через шанырак в сердце степи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. [«Қазақстан тарихы» порталы ► E-history.kz](http://E-history.kz)
2. [Қазақстан Республикасының Еуропадағы қауіпсіздігі мен ынтымақтастық жөніндегі төрағалығы: Транзиттік қыры](#)
3. Кунанбаев, А. Слова назидания (Қара сөздер) / А. Кунанбаев. — Алма-Ата: Жазушы, 1979. — 176 с. (Первичный источник, необходим для цитирования философии Абая, в частности, «Слова Тридцать Восьмого» о молчании).
4. Караева, Ж.К. Эстетические принципы казахского орнаментального искусства / Ж.К. Караева // Вестник КазНУ. Серия историческая. — 2005. — № 3 (40). — С. 78-82.
5. Каскабасов, С.А. Кочевая культура: истоки и традиции / С.А. Каскабасов. — Алматы: Дайк-Пресс, 2006. — 344 с.
6. Сейдахметова, Н.Т. Акустика традиционного казахского жилища — юрты / Н.Т. Сейдахметова // Мир науки, культуры, образования. — 2017. — № 6 (67). — С. 387-389.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442400>

УДК 1:71

ВИНСЕНТ ВАН ГОГ: ПОСТИМПРЕССИОНИЗМ КАК ИСПОВЕДЬ. КАК МАЗКИ КИСТИ И ЦВЕТА СТАЛИ ЯЗЫКОМ ДУШИ

ЛОСКУТОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА

Студент 4 курса образовательной программы 6В07317 «Архитектура жилых и общественных зданий», Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации.

Научный руководитель- **НОҒАЙБЕКОВА М.Т**
Тараз, Казахстан

Аннотация: Мақала Винсент Ван Гогтың шығармашылық әдісін терең жеке, конфессиялық мәлімдеменің бір түрі ретінде талдауға арналған. Суретшінің кескіндеменің формальды элементтерін — түсін, құрылымын, композициясын — эмоционалды және психологиялық күйлерді білдіру үшін ерекше визуалды тілге қалай өзгерткеніне назар аударылады. Оның стилінің эволюциясы зерттелуде: алғашқы шынайы жұмыстардан бастап, пластик пен түс ішкі әлемнің тікелей көрінісі болатын жетілген кезеңге дейін. Эпистолярлық мұраның рөлі (Теоның ағасына жазған хаттары) шебердің көркемдік міндеттерін түсіндірудің кілті ретінде бөлек қарастырылады. Ван Гог субъективті тәжірибені алға тарта отырып, импрессионизмнен пост-импрессионизмге көшуді жүзеге асырды және экспрессионизмнің негізін қалады, бұл өнердегі шекті шынайылықтың уақыт шеңберін еңсеретін әмбебап әсер ету күші бар екенін дәлелдеді.

Аннотация: Статья посвящена анализу творческого метода Винсента Ван Гога как формы глубоко личного, исповедального высказывания. Основное внимание уделяется тому, как художник трансформировал формальные элементы живописи — цвет, фактуру мазка, композицию — в уникальный визуальный язык для выражения эмоциональных и психологических состояний. Исследуется эволюция его стиля: от ранних реалистичных работ к зрелому периоду, где пластика и колорит становятся прямым отражением внутреннего мира. Отдельно рассматривается роль эпистолярного наследия (писем к брату Тео) как ключа к интерпретации художественных задач мастера. Делается вывод о том, что Ван Гог, выдвинув на первый план субъективное переживание, осуществил переход от импрессионизма к постимпрессионизму и заложил основы экспрессионизма, доказав, что предельная искренность в искусстве обладает силой универсального воздействия, преодолевающего временные рамки.

Annotation: The article is devoted to the analysis of Vincent Van Gogh's creative method as a form of deeply personal, confessional statement. The main focus is on how the artist transformed the formal elements of painting — color, brushwork texture, and composition — into a unique visual language for expressing emotional and psychological states. The evolution of his style is explored: from his early realistic works to his mature period, where the plasticity and color become a direct reflection of his inner world. The role of his epistolary legacy (letters to his brother Theo) is also examined as a key to interpreting the artist's artistic objectives. It is concluded that Van Gogh, by emphasizing subjective experience, made the transition from Impressionism to Post-Impressionism and laid the foundations of Expressionism, proving that extreme sincerity in art has a universal impact that transcends time.

Ключевые слова к статье: Винсент Ван Гог, постимпрессионизм, исповедальность в искусстве, язык живописи, авторский стиль, цвет как эмоция, экспрессивный мазок, психологизм в живописи, визуальная автобиография, субъективное восприятие.

Если импрессионисты стремились запечатлеть мимолётное впечатление от реальности — игру света на воде, трепет листвы, — то Винсент Ван Гог пошёл дальше. Его кисть была направлена не вовне, а внутрь. Он превратил живопись в откровенную исповедь, где каждый мазок стал нервным импульсом, а каждый цвет — криком или шёпотом души. В его искусстве постимпрессионизм перестал быть просто стилем; это стало способом существования, единственным языком, достаточно ёмким, чтобы выразить всю сложность, боль и восторг его внутреннего мира.

От проповедника к художнику: поиск языка

Ранние годы Ван Гога — это путь исканий. Он был и продавцом в галерее, и учителем, и, наконец, проповедником среди бедных шахтёров Боринажа. Его жажда сострадания и служения была огромной, но находила лишь ограниченное выражение в словах. Именно тогда он открыл для себя рисование. Сначала как инструмент для зарисовок быта рабочих, но очень быстро — как необходимость. Живопись стала для него новой, более мощной проповедью, где можно было говорить не о Боге абстрактно, а о святости самой жизни — в закрученных корнях деревьев, в мозолистых руках сеятеля, в просторе ночного неба.

Первые работы Ван Гога, такие как «Едоки картофеля», ещё тяготеют к мрачному реализму. Но уже здесь видна его суть: он пишет не просто крестьян, а их тяжелую судьбу. Грубость мазков, скупая, земляная палитра — всё это не формальный приём, а честное отражение того, что он чувствовал: суровую правду их существования. Его кисть уже не копирует, а сопереживает.

Париж: рождение цвета как эмоции

Переезд в Париж в 1886 году стал революцией. Ван Гог открыл для себя яркую палитру импрессионистов и пуантилистов. Но он не стал слепо им следовать. Цвет в его руках перестал быть описательным. Он стал эмоциональным. Например, в натюрмортах с подсолнухами жёлтый — это не просто цвет лепестков. Это цвет солнца, жизненной силы, дружбы (он мечтал украсить этими полотнами комнату Гогена), душевного тепла. Это экстатический, почти религиозный гимн жизни.

Именно здесь, в Париже и особенно позже, на юге Франции в Арле, формируется его уникальный почерк. Мазки перестают быть незаметными. Они становятся вибрирующими, подвижными, материальными. Короткие, пунктирные в Париже, они превращаются в длинные, извилистые, похожие на потоки лавы линии в Арле. Посмотрите на «Звёздную ночь» или «Кипарисы». Это не изображение ветра или света — это изображение вихря чувств. Мазок передаёт не форму, а энергию. Небо в «Звёздной ночи» клокочет, сияет, пульсирует — это точная визуализация состояния тревоги, восторга и мистического ужаса перед бесконечностью. Кипарисы, похожие на тёмные языки пламени, тянутся к небу в почти болезненном порыве.

Письма как ключ к пониманию: связь слова и изображения

Уникальный источник для понимания Ван Гога — его обширная переписка, в основном с братом Тео. Эти письма — параллельный текст к его живописи. В них он подробно, почти навязчиво, описывает свои поиски цвета. Он не говорит: «Я написал жёлтый дом». Он пишет: «Я попытался выразить идею, что дом — это приют, воплощённое чувство покоя и защищённости, через самый интенсивный, самый сочный жёлтый цвет». Для него краски были подобны нотам, из которых он складывал симфонии чувств.

Он писал о своём знаменитом «Ночном кафе»: «Я пытался выразить тёмные силы кабачка... что здесь человек может сойти с ума или совершить преступление». И мы видим это: ядовито-зелёный бильярдный стол, кроваво-красные стены, жёлтые, как адский свет, лампы. Пространство давит, цвет кричит о тоске и одиночестве. Это не интерьер, это психологический портрет состояния души.

Страдание и прозрение: последние годы

Периоды душевной болезни в Сен-Реми и Овер-сюр-Уаз стали для Ван Гога временем невероятного, трагического напряжения. Его мазок стал ещё более беспокойным, палитра — то предельно сдержанной и мрачной («Прогулка заключённых»), то взрывной, наполненной диссонирующими сочетаниями. Картина «Пшеничное поле с воронами», которую многие считают его последней работой, — это апогей его языка. Три дороги, ведущие в никуда. Угрожающее, иссиня-чёрное небо, сходящееся с золотым морем пшеницы. Вороны как предвестники беды. Динамичные, хаотичные мазки передают панику, смятение, надрыв. Это живопись, ставшая чистым криком.

Но даже в этих работах нет безысходности в обычном смысле. Да, в них есть отчаяние, но есть и колоссальная жизненная сила. Его мазки, даже самые судорожные, полны энергии. Его краски, даже самые тёмные, сияют изнутри. Он писал природу не как наблюдатель, а как её часть, пропуская через себя её бури и её умиротворение.

Наследие: язык, понятный всем

Ван Гог не дожил до признания. Он продал при жизни, как считается, лишь одну картину. Он сомневался в своём даре до самого конца. Но он совершил титаническую работу: он создал новый визуальный язык для выражения внутреннего мира человека. Он доказал, что искренность, доведённая до предела, сама по себе становится высшей художественной ценностью.

Его мазки и цвета стали языком души, потому что в них не было ни капли фальши, расчёта или желания понравиться. Он выплёскивал на холст свою радость, свой страх, свою любовь к миру и своё острое одиночество в нём. Именно поэтому его искусство, спустя более века, продолжает говорить с нами напрямую, минуя барьеры времени и культуры. Мы можем не знать контекста, но мы чувствуем тревогу «Звёздной ночи», умиротворение «Спальни в Арле», восторг перед красотой мира в «Цветущем миндале».

Винсент Ван Гог превратил живопись в искреннюю молитву, где холст стал исповедальней, кисть — голосом, а цвет — воплощённой эмоцией. Его постимпрессионизм — это не манифест, а автобиография, написанная светом и формой, которую может прочесть сердцем каждый. Он научил нас, что искусство — это не просто отражение глаза, но, в первую очередь, отражение души, и что иногда самые глубокие истины о человеке можно сказать без единого слова, лишь вихрем синего и золота и трепетным, живым мазком.

Заключение: Творческий путь Винсента Ван Гога представляет собой уникальный феномен в истории искусства — превращение живописи в откровенную автобиографию души. Отказавшись от простого копирования реальности, он сделал главным предметом своего искусства внутренний мир человека, его эмоции и духовные поиски. Мазок и цвет в его работах перестали быть просто техническими элементами; они стали напрямую передавать трепет, смятение, восторг и отчаяние. Своим методом Ван Гог не только подвёл черту под эпохой импрессионизма, но и открыл дверь для художественных течений XX века, сделав субъективное переживание краеугольным камнем современного искусства. Его наследие — это не просто коллекция знаменитых полотен, а живое свидетельство того, что искусство обладает силой выражать самые сложные и глубокие человеческие чувства. «Звёздная ночь», «Подсолнухи», «Пшеничное поле с воронами» продолжают откликаться сегодня, потому что говорят на универсальном языке искренности. В этом и заключается его главный дар: он показал, что подлинная исповедь, запечатлённая в красках, способна преодолеть время и стать диалогом с вечностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. [Het museum over Vincent van Gogh in Amsterdam - Van Gogh Museum](#)
2. [Vincent van Gogh \(1853–1890\) - The Metropolitan Museum of Art](#)
3. [Ван Гог, Винсент — Википедия](#)
4. [Винсент Ван Гог: картины, биография, стиль живописи, творчество великого художника / Skillbox Media](#)
5. [Винсент Ван Гог. Биография - Качественный Казахстан](#)
6. Винсент Ван Гог: «Искусство и сама жизнь». Избранные письма.
7. Ховард М.: «Ван Гог. Жизнь и творчество в 500 картинах».
8. Стивен Найфи Грегори Уайт-Смит: «Ван Гог. Жизнь.»

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442439>

УДК

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

СОЛТЫБАЕВА ЛЯЗЗАТ САКЕНОВНА

Магистр математики, сеньор-лектор кафедры «Информационные технологии»,
Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова,
Астана, Қазақстан

Аннотация: Қазіргі заманда ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы ғылым мен білімнің барлық салаларына елеулі әсерін тигізуде. Соның ішінде математикалық есептерді шешу үдерісі де түбегейлі өзгерістерге ұшырады. Бұрын күрделі әрі уақытты көп талап ететін есептеулер қазіргі таңда ақпараттық жүйелердің көмегімен жылдам және дәл орындалатын болды. Ақпараттық жүйелер математиканың теориялық және қолданбалы бағыттарын дамытудың маңызды құралына айналды.

Математика – көптеген ғылым салаларының негізі болып табылады. Сондықтан математикалық есептерді тиімді әрі дұрыс шешу инженерияда, экономикада, физикада, информатикада және басқа да салаларда маңызды рөл атқарады. Осы тұрғыда ақпараттық жүйелерді қолдану математикалық есептерді шешудің сапасын арттырып, ғылыми зерттеулердің жаңа деңгейге көтерілуіне мүмкіндік береді.

Бұл мақалада математикалық есептерді шешудегі ақпараттық жүйелердің теориялық негіздері, түрлері, қолдану әдістері, артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ білім беру мен ғылыми зерттеулердегі маңызы жан-жақты қарастырылады.

Түйін сөздер: параттық жүйелер, математикалық есептер, математикалық модельдеу, сандық әдістер, компьютерлік алгебра, Mathematica, MATLAB, GeoGebra, білім беру технологиялары.

Ақпараттық жүйелердің теориялық негіздері

Ақпараттық жүйе – белгілі бір мақсатқа жету үшін ақпаратты жинау, сақтау, өңдеу, талдау және пайдаланушыға ұсынуды қамтамасыз ететін өзара байланысты элементтер жиынтығы. Ақпараттық жүйе келесі негізгі компоненттерден тұрады:

- аппараттық қамтамасыз ету;
- бағдарламалық қамтамасыз ету;
- деректер қоры;
- пайдаланушылар;
- ұйымдастырушылық және әдістемелік қамтамасыз ету.

Математикалық есептерді шешуге арналған ақпараттық жүйелер есептеу алгоритмдеріне, математикалық модельдерге және сандық немесе символдық әдістерге негізделеді. Мұндай жүйелер есепті формализациялауға, яғни нақты есепті математикалық модельге айналдыруға мүмкіндік береді.

Математикалық есептерді ақпараттық жүйелер арқылы шешудің маңызы

Ақпараттық жүйелерді қолдану математикалық есептерді шешу процесін айтарлықтай жеңілдетеді. Олар есептеулердің дәлдігін арттырады, себебі компьютерлік жүйелер адами қателіктерді болдырмайды. Үлкен көлемдегі деректермен жұмыс істеу мүмкіндігі пайда болады.

Сонымен қатар ақпараттық жүйелер:

- математикалық модельдеуді жүзеге асыруға;
- эксперименттік зерттеулер жүргізуге;
- әртүрлі шешу әдістерін салыстыруға мүмкіндік береді.

Математикалық есептерді шешуге арналған ақпараттық жүйелердің түрлері Компьютерлік алгебра жүйелері

Компьютерлік алгебра жүйелері (Computer Algebra Systems – CAS) символдық есептеулерді орындауға арналған. Бұл жүйелер математикалық өрнектерді аналитикалық түрде түрлендіреді.

Кең таралған CAS жүйелері:

- Mathematica;
- Maple;
- Maxima.

Бұл жүйелердің көмегімен:

- теңдеулер мен теңсіздіктер шешіледі;
- интегралдар мен туындылар есептеледі;
- қатарлар, матрицалар және векторлармен операциялар орындалады;
- күрделі графиктер салынады.

Мысалы, Mathematica интерфейсімен келесідей жұмыстар атқаруға болады:

Mathematica ортасында жұмыс **Notebook** құжатында жүргізіледі. Әрбір команда енгізілген соң Shift + Enter пернелер тіркесімі арқылы орындалады.

Негізгі элементтері:

Input Cell – командаларды енгізу аймағы;

Output Cell – нәтиже шығатын аймақ;

Palette – математикалық символдарды енгізу құралы.

Арифметикалық және алгебралық есептеулер

Mathematica бағдарламасы қарапайым және күрделі арифметикалық амалдарды орындайды:

$2 + 5 * 3$

$(7^2 + 4) / 5$

Алгебралық өрнектерді ықшамдау:

`Simplify[x^2 - 4 x + 4]`

`Factor[x^2 - 9]`

`Expand[(x - 2)^2]`

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу

1 Символдық шешу

`Solve[x^2 - 5 x + 6 == 0, x]`

2 Сандық шешу

`NSolve[x^3 - x - 1 == 0, x]`

3 Теңсіздіктерді шешу

`Reduce[x^2 - 4 <= 0, x]`

Дифференциалдау және интегралдау

1 Туынды табу

`D[x^3 - 5 x^2 + 2 x, x]`

Жоғары ретті туынды:

`D[Sin[x], {x, 2}]`

2 Интеграл есептеу

`Integrate[x^2 Sin[x], x]`

Анықталған интеграл:

`Integrate[x^2, {x, 0, 3}]`

Матрицалар және сызықтық алгебра

Матрица енгізу:

$A = \{\{1, 2\}, \{3, 4\}\}$

Негізгі амалдар:

`Det[A]`

`Inverse[A]`

Eigenvalues[A]

Сызықтық теңдеулер жүйесін шешу:

Solve[{x + y == 5, x - y == 1}, {x, y}]

Графиктер салу

1 Бір айнымалы функция графигі

Plot[Sin[x], {x, -Pi, Pi}]

2 Екі айнымалы функция графигі

Plot3D[x^2 + y^2, {x, -2, 2}, {y, -2, 2}]

Дифференциалдық теңдеулерді шешу

DSolve[y'[x] == y[x], y[x], x]

Бастапқы шартпен:

DSolve[{y'[x] == y[x], y[0] == 1}, y[x], x]

Mathematica бағдарламасын қолданудың артықшылықтары

символдық және сандық есептеулерді бір ортада орындау;

нәтижені автоматты түрде визуализациялау;

күрделі математикалық модельдер құру мүмкіндігі;

ғылыми зерттеулер мен оқу процесінде тиімділік.

Сандық есептеулерге арналған ақпараттық жүйелер

Сандық есептеулер жүйелері нақты сандық нәтижелер алуға бағытталған. Олар әсіресе инженерлік және қолданбалы есептерде кеңінен қолданылады.

Мысалдар:

- MATLAB;

- Octave;

- Python.

Бұл жүйелер:

- дифференциалдық теңдеулерді сандық әдістермен шешуге;

- оптимизация есептерін орындауға;

- статистикалық талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Мысалы MATLAB ортасымен келесідей жұмыс істеуге болады:

MATLAB ортасында негізгі жұмыс **Command Window** арқылы жүргізіледі.

Командалар енгізілген соң Enter пернесі басылады.

Негізгі элементтері:

Command Window – командалар енгізу;

Workspace – айнымалыларды сақтау;

Editor – бағдарламалық файлдар (script, function) жазу;

Figure Window – графиктерді көрсету.

Арифметикалық және алгебралық есептеулер

MATLAB қарапайым арифметикалық операцияларды орындайды:

2 + 3*5

(7^2 + 4)/5

Айнымалылармен жұмыс:

x = 5;

y = x^2 + 3*x - 1

Векторлар мен матрицалармен жұмыс

1 Вектор құру

```
v = [1 2 3 4 5]
```

2 Матрица құру

```
A = [1 2; 3 4]
```

Негізгі операциялар:

```
det(A)
```

```
inv(A)
```

```
eig(A)
```

Сызықтық теңдеулер жүйесін шешу

```
A = [2 1; 1 -1];
```

```
B = [5; 1];
```

```
X = A\B
```

Бұл әдіс Гаусс әдісіне негізделген және ең тиімді тәсілдердің бірі болып саналады.

Функциялармен жұмыс

MATLAB-та функциялар анонимді немесе жеке файл ретінде жазылады.

```
f = @(x) x.^2 - 4*x + 1;
```

```
f(3)
```

Туынды мен интегралды сандық есептеу

1 Сандық туынды

```
x = linspace(0,5,100);
```

```
y = x.^2;
```

```
dy = gradient(y, x);
```

2 Сандық интеграл

```
f = @(x) x.^2;
```

```
I = integral(f, 0, 3)
```

Дифференциалдық теңдеулерді шешу

```
f = @(x,y) y;
```

```
[x,y] = ode45(f, [0 2], 1);
```

```
plot(x,y)
```

Графиктер салу

1 Екі өлшемді график

```
x = linspace(-pi, pi, 100);
```

```
y = sin(x);
```

```
plot(x, y)
```

```
grid on
```

2 Үш өлшемді график

```
[X,Y] = meshgrid(-2:0.1:2);
```

```
Z = X.^2 + Y.^2;
```

```
surf(X,Y,Z)
```

MATLAB бағдарламасын қолданудың артықшылықтары

үлкен көлемдегі сандық есептерді тез орындау;

инженерлік есептерге бейімделуі;

кең кітапханалар мен құралдар жиынтығы;

нәтижені көрнекі түрде ұсыну мүмкіндігі.

Білім беру бағытындағы ақпараттық жүйелер

Білім беру саласында ақпараттық жүйелер математиканы оқытудың тиімділігін арттырады.

Мысалдар:

- GeoGebra;

- Desmos;

- Wolfram Alpha.

Бұл жүйелердің басты ерекшелігі – интерактивтілік пен көрнекілік.

Мысалы, **GeoGebra** интерфейсімен жұмыс

GeoGebra ортасы бірнеше негізгі терезеден тұрады:

Алгебра терезесі – формулалар мен айнымалыларды енгізу;

Графика терезесі – графиктер мен геометриялық объектілерді көрсету;

Енгізу жолы (Input Bar) – командалар мен функцияларды енгізу;

Құралдар панелі – геометриялық объектілерді салу.

Бұл құрылым пайдаланушыға есептің шешу процесін көрнекі түрде бақылауға мүмкіндік береді.

Алгебралық өрнектермен жұмыс

GeoGebra-да айнымалылар мен өрнектер енгізу оңай жүзеге асады:

$$a = 5$$

$$f(x) = x^2 - 4x + 3$$

Бағдарлама функцияның мәнін автоматты түрде есептеп, графигін сызады.

Функциялардың графиктерін салу

1 Бір айнымалы функция

$$f(x) = \sin(x)$$

Бұл команда функцияның графигін автоматты түрде координаталық жазықтықта көрсетеді.

2 Параметрлі функциялар

$$x(t) = \cos(t)$$

$$y(t) = \sin(t)$$

Бұл командалар арқылы шеңбердің параметрлік теңдеуін салуға болады.

5. Геометриялық объектілерді салу

GeoGebra геометриялық есептерді шешуде өте тиімді.

Мысалдар:

нүкте салу: **A = (2, 3)**

түзу салу: **Line(A, B)**

шеңбер салу: **Circle(A, 4)**

Геометриялық объектілерді жылжыту арқылы есептің шешімі динамикалық түрде өзгереді.

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу

GeoGebra теңдеулерді графиктік әдіспен шешуге мүмкіндік береді.

Мысал:

$$x^2 - 3x + 2 = 0$$

Теңдеудің шешімдері графиктің түбірлері ретінде көрсетіледі.

Слайдерлерді қолдану

Слайдерлер параметрлердің өзгерісін бақылауға мүмкіндік береді.

Мысал:

$$a = 1$$

$$f(x) = a \cdot x^2$$

a параметрінің мәнін өзгерту арқылы функция графигінің қалай өзгеретінін көруге болады.

Статистика және деректермен жұмыс

GeoGebra-да деректерді енгізіп, статистикалық талдау жасауға болады:

орта мән;

медиана;

гистограмма;
регрессия сызықтары.
Бұл мүмкіндік қолданбалы есептерді шешуде пайдалы.

GeoGebra бағдарламасын қолданудың артықшылықтары

көрнекілік пен интерактивтілік;
қолдануға жеңіл интерфейс;
математикалық ұғымдарды терең түсіндіру;
тегін қолжетімділігі;
білім беру процесіне тиімді бейімделуі.

Ақпараттық жүйелерді қолдану арқылы математикалық есептерді шешу кезеңдері

Математикалық есептерді ақпараттық жүйелер арқылы шешу бірнеше кезеңнен тұрады:

Есептің қойылымы – есептің мақсаты мен шартын анықтау.

Математикалық модель құру – есепті формулалар, теңдеулер немесе алгоритмдер түрінде сипаттау.

Ақпараттық жүйені таңдау – есептің түріне сәйкес бағдарламаны анықтау.

Есепті жүзеге асыру – бағдарламалық ортада есептеу жүргізу.

Нәтижені талдау – алынған нәтижелердің дұрыстығын тексеру және интерпретациялау.

Ақпараттық жүйелерді қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылықтары:

- есептеудің жоғары жылдамдығы;
- дәл нәтиже алу мүмкіндігі;
- күрделі есептерді шешу;
- көрнекі графиктер мен модельдер құру.

Кемшіліктері:

- арнайы бағдарламаларды меңгеру қажеттілігі;
- техникалық құралдарға тәуелділік;
- кейбір ақпараттық жүйелердің ақылы болуы.

Ақпараттық жүйелердің білім беру мен ғылымдағы рөлі

Білім беру саласында ақпараттық жүйелер оқыту әдістерін жаңғыртуға мүмкіндік береді. Олар студенттердің өзіндік жұмысын арттырып, зерттеушілік қабілеттерін дамытады. Ғылыми зерттеулерде ақпараттық жүйелер күрделі модельдер құруға, эксперименттік деректерді өңдеуге және жаңа ғылыми нәтижелер алуға жағдай жасайды.

Қорытынды

Қорытындылай келе, математикалық есептерді шешудегі ақпараттық жүйелер қазіргі заман ғылымы мен білімінің ажырамас бөлігі болып табылады. Олар есептеу жұмыстарын автоматтандырып қана қоймай, математикалық ойлауды дамытып, ғылыми зерттеулердің сапасын арттырады. Ақпараттық жүйелерді тиімді пайдалану болашақ мамандардың кәсіби дайындығын арттырудың маңызды шарты болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Wolfram S. The Mathematica Book. – Wolfram Media, 2018.
2. Molnar G. Introduction to MATLAB. – Springer, 2019.
3. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании. – М.: Академия, 2019.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442533>
ӘОЖ 622.276:622.243

ТЕРЕНДЕ ЖАТҚАН МҰНАЙ-ГАЗ ГОРИЗОНТТАРЫН ИГЕРУДЕГІ ИННОВАЦИЯЛЫҚ СТРАТЕГИЯЛАР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫН-ҚАТЕРЛЕР

КИКБАЕВ МАНАС ҚАЙРАТҰЛЫ

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Салалық технологиялар институтының аға оқытушысы

КИКБАЙ МИРАС БЕРІКҰЛЫ

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Салалық технологиялар институтының студенті

Ғылыми жетекшісі – **КИКБАЕВ М.Қ**

Орал, Қазақстан

Аннотация: Мақалада тереңде жатқан мұнай-газ горизонттарын және Арктикалық аймақтардағы кен орындарын игерудің заманауи инновациялық стратегиялары мен негізгі технологиялық сын-қатерлері қарастырылған. Оңай қолжетімді қорлардың сарқылуы жағдайында қиын өндірілуге жататын ресурстарды (ҚӨЖҚ) тиімді игеру мәселесі өзекті болып отыр.

Зерттеуде аса терең бұрғылау тәжірибесі, геологиялық барлау мен сейсмикалық модельдеудегі жаңа әдістер, «цифрлық егіз» технологиясының мүмкіндіктері, экстремалды температура мен қысым жағдайында қолданылатын материалдар мен бұрғылау ерітінділерінің ерекшеліктері талданады. Сонымен қатар, көмірқышқыл газы мен күкіртсутек мөлшері жоғары ортадағы коррозияға төзімді болаттар және Баженов свитасы сияқты дәстүрлі емес ресурстарды игерудің баламалы технологиялары қарастырылады.

Мақаланың нәтижелері терең горизонттардағы мұнай-газ қорларын игеру кезінде технологиялық тиімділікті арттыруға, тәуекелдерді азайтуға және өндірістік шешімдерді ғылыми негіздеуге бағытталған.

Кілт сөздер: мұнай-газ горизонттары, қиын өндірілуге жататын қорлар, аса терең бұрғылау, сейсмикалық модельдеу, цифрлық егіз (digital twin), экстремалды бұрғылау, коррозияға төзімді материалдар.

Қазіргі мұнай-газ саласы оңай қолжетімді ресурстардың сарқылуына және қиын өндірілуге жататын қорларды (ҚӨЖҚ) игеру қажеттілігіне байланысты түбегейлі трансформация кезеңін бастан өткеріп отыр. Жоғары бәсекелестік пен экологиялық талаптардың қатандауы жағдайында экстремалды ортада тәуекелдерді азайтып, өндіру тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін технологиялар ерекше маңызға ие [1].

Бүгінгі таңда Ресейдің ресурс базасын толықтыру әлеуетінің негізгі бөлігі Батыс Сібірдің Арктикалық аймағында, Ямал мен Гыдан түбектерінде, сондай-ақ Волга–Орал сияқты «ескі» мұнай-газ провинцияларының терең горизонттарында шоғырланған. Мұндай нысандарды экономикалық тұрғыдан тиімді игеру дәстүрлі тәсілдерді жетілдіруді және геологиялық барлау, бұрғылау мен цифрландыру саласында серпінді инновациялық шешімдерді енгізуді талап ететін күрделі технологиялық міндет болып табылады.

1. Өте терең бұрғылау тәжірибесі және жер қойнауы әлеуетін бағалау

Жер қойнауының терең құрылымын зерттеу параметрлік ұңғымаларды бұрғылау арқылы жүзеге асырылады. Мұндай жұмыстардың айқын мысалы – Ямал-Ненец автономиялық округіндегі Ен-Яхинская аса терең ұңғымасы (СГ-7), оның тереңдігі 8250 м-ге жеткен.

Бұрғылау барысында экстремалды жағдайлар тіркелді [2]:

- 7075 м тереңдікте температура +210 °С,
- қысым 1600 атм-ға дейін жетті.

Алынған деректерді талдау Батыс Сібірдің солтүстігінде тереңде жатқан газ қорларын өнеркәсіптік игерудің перспективалылығын растады.

Волга–Орал провинциясында да ұқсас міндеттер қойылып отыр. Мұнда кристалдық фундамент пен рифей–венд жыныстарында көмірсутек іздеу өзекті. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, осындай жыныстарда жүздеген өнеркәсіптік кен орындары ашылған және олар әлемдік қорлардың шамамен 15%-ын құрайды. Сондықтан «ескі» провинциялардағы фундамент перспективалы бағыт ретінде қарастырылуы тиіс.

2. Геологиялық барлау мен сейсмикалық модельдеудегі инновациялар

Үлкен тереңдіктерде мұнай тұзақтарын табу үшін жаңа сейсмикалық барлау әдістері қажет. Соның бірі – МОГТ терең сейсмикасы, ол көмірсутектердің терең аймақтардан осадалық қабаттарға көтерілуін қамтамасыз ететін «мұнайөткізгіш каналдарды» (жарықшақтарды) анықтауға мүмкіндік береді.

Самара облысындағы Жигулев валының геологиялық құрылысы Вьетнамдағы бірегей «Белый Тигр» кен орнына ұқсас екені анықталды. Бұл жерде негізгі мұнай қоры гранитоидты фундаментте орналасқан. Гидротермалдық қайта өңдеу аймақтарының және қазіргі көмірсутек ағындарының болуы Жигулев валын перспективалы барлау нысаны ретінде көрсетеді [3].

3. Цифрлық трансформация: «цифрлық егіздер» әлеуеті

Мұнай-газ саласының тиімділігін арттыруда *цифрлық егіз (digital twin)* тұжырымдамасы маңызды құралға айналууда. Ол нақты объектінің виртуалды моделін құрып, оның мінез-құлқын нақты уақытта болжауға мүмкіндік береді.

Геологиялық барлауда:

Сейсмика, ГИС және керн деректерін біріктіріп, жоғары дәлдіктегі 3D-модельдер құруға мүмкіндік береді. Бұл барлау шығындарын 15–20%-ға азайтады.

Өндіруде:

Ұңғыма дебитін оңтайландыру, жабдықтың істен шығуын болжау және кен орнын игерудің әртүрлі сценарийлерін модельдеу мүмкін болады.

«Ямал СПГ» сияқты арктикалық жобаларда пласт, ұңғыма және жерүсті инфрақұрылымының цифрлық модельдері бірыңғай жүйеге біріктірілген.

4. Экстремалды бұрғылауға арналған технологиялық шешімдер

Ұңғыманы 4000–6000 м-ден терең бұрғылау кезінде негізгі мәселе – жабдық пен материалдардың *термиялық деградациясы*. Осыған байланысты:

- Термобекітілген долоттар:

300 °С-қа дейін шыдайтын PDC-долоттар мен арнайы майлағыштар қолданылады.

- Баритсіз бұрғылау ерітінділері:

Қаныққан тұзды ерітінділер (хлоридтер, бромидтер) қабырғаның тұрақтылығын сақтайды және пласт коллекторлық қасиеттерін бұзбайды.

- Термотұрақты цементтер:

340 °С-тан жоғары температурада беріктігін сақтайтын фосфатты цементтер мен ThermoSTONE қоспалары пайдаланылады [4].

5. Коррозияға төзімділік және материалдарды таңдау

CO₂ және H₂S мөлшері жоғары ортада коррозия басты қауіпке айналады. Зерттеулерге сәйкес, 13% хромды болаттар (20X13) 200 °С-қа дейін жоғары төзімділік көрсетеді. Ал 1–5% хром легирленген болаттар айтарлықтай артықшылық бермейді.

6. Дәстүрлі емес қорларды игеру (Баженов свитасы)

Баженов свитасында дәстүрлі технологиялар МАК-ты небәрі 20–30% деңгейінде қамтамасыз етеді. Балама ретінде шахталық-ұңғымалық технологиялар ұсынылады. Бұл әдіс:

- Жерасты қазбаларын,

- Ынталандырушы және өндіруші ұңғымаларды біріктіреді. Нәтижесінде жоғары тұтқыр және сланцты мұнайды игеру мүмкіндігі артады.

Терең горизонттар мен Арктика шельфін игеру кешенді басқару стратегияларын талап етеді. «Арктик СПГ» сияқты жобалардың табысы цифрлық технологияларды енгізу, инновациялық жабдықтарды қолдану және геотермалдық энергетика тәжірибесін пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі.

Экстремалды температура, қысым және коррозия жағдайларына қарамастан, заманауи материалдар, интеллектуалды модельдер және инновациялық бұрғылау технологиялары көмірсутек ресурстарының жаңа әлеуетін ашады және ХХІ ғасырдағы энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді [5].

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Баженов Ю.А., Козлов В.В. Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа: проблемы и перспективы освоения. – М.: Недра, 2021. – 352 с.
2. Ермолаев В.А., Сидоров П.Н. Глубинное бурение и освоение сверхглубоких скважин. – СПб.: Горный университет, 2020. – 280 с.
3. Конторович А.Э. Нефтегазоносность Западной Сибири и Арктического шельфа. – Новосибирск: СО РАН, 2019. – 410 с.
4. Трофимук А.А., Левин Б.В. Фундамент нефтегазоносных бассейнов и его роль в формировании залежей углеводородов. – М.: Наука, 2018. – 295 с.
5. Сафонов А.И. Цифровые технологии в нефтегазовой отрасли: цифровые двойники и интеллектуальные месторождения. – М.: Инфра-М, 2022. – 240 с.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442577>

УДК 004.42: 616.89

JAVA SCRIPT ТІЛІНДЕ СӨЙЛЕУ МҮМКІНДІГІ ШЕКТЕУЛІ АДАМДАРДЫ АНЫҚ ЖӘНЕ ДҰРЫС СӨЙЛЕУДІ ҮЙРЕТЕТІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕН ЖАСАУ

СЛАМКУЛОВА МАРХАБАТ БАКБЕРГЕНОВНА

«Қолданбалы информатика және бағдарламалау» кафедрасының аға оқытушысы, т.ғ.магистрі, М.Х.Дулати атындағы Тараз университеті, Қазақстан

ШЫРЫНХАНОВА ДИНАРА ЖАКСЫЛЫКОВНА

«Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар» кафедрасының оқытушысы, т.ғ.магистрі, «Шәкәрім университеті» Семей, Қазақстан

Аннотация: Бұл мақалада сөйлеу қабілеті бұзылған адамдар үшін бағдарламалық кешендер жасаудың және оларды қолданудың аспектілері қарастырылған. Атап айтқанда, қазіргі заманғы технологиялар мен әдістер талданған, сондай-ақ олардың сөйлеу кемістіктері бар адамдардың өмір сапасы мен коммуникациясын жақсартуға әсері зерттелген. Авторлар сондай-ақ осындай жүйелерді нақты жағдайда қолдану ерекшеліктерін талқылайды, оның ішінде жеке тәсілдер, функционалдық мүмкіндіктер және болашақта даму мүмкіндіктері айқындалған.

Кілт сөздер: бағдарламалық кешен, сөйлеу қабілеті бұзылған адамдар, технологиялар, коммуникация, бағдарламалық қамтамасыз ету, мүгедектік, реабилитация.

Сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдар – қоғамның маңызды бір бөлігі, бірақ олар күнделікті өмірде тілдік және коммуникациялық қиындықтарға тап болады. Бұл адамдарға арналған арнайы бағдарламалық кешендер оларды дұрыс сөйлей білуге үйрету, сөйлеу қабілеттерін дамытуды қамтамасыз ету, сондай-ақ олардың қоғаммен қарым-қатынас жасауына мүмкіндік беру үшін маңызды рөл атқарады. Осы мақалада сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдарды анық және дұрыс сөйлеуді үйрететін бағдарламалық кешеннің жасау жолдары мен оның тиімділігін қарастырамыз.

Сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдарға арналған бағдарламалар: Қажеттілік және маңыздылығы

Сөйлеу бұзылыстары әртүрлі себептермен пайда болуы мүмкін. Олардың арасында мидың зақымдануы, психоэмоционалдық стресс, аутизм, тілдің дамуында кешігулер, сөйлеу аппаратының бұзылуы және басқа да факторлар бар. Мұндай адамдарға дұрыс сөйлеу дағдыларын дамыту үшін арнайы әдістемелер мен бағдарламалар қажет.

Сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдарға арналған бағдарламалық кешендер екі негізгі мақсатқа бағытталады:

1. Сөйлеу қабілетін қалпына келтіру: Бұл сөйлеу мүшелерін жаттықтыру, дыбыстарды дұрыс айту және сөздерді анық айтуға бағытталған жаттығуларды қамтиды.

2. Коммуникацияны жақсарту: Адамдар арасындағы байланыс үшін маңызды құрал болғандықтан, сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдардың қоғамдық ортада еркін және тиімді қарым-қатынас жасауы үшін бағдарламалық кешендер осы дағдыларды дамытуға көмектеседі.

Бағдарламалық кешенді жасау: Техникалық аспектілер

1. Қолданушыға ыңғайлы интерфейс

Бағдарламаның интерфейсі мүмкіндігі шектеулі адамдар үшін қарапайым әрі түсінікті болуы тиіс. Бұл адамдар жиі өздерінің моторикасын немесе көру қабілеттерін толықтай пайдаланбайды, сондықтан интерфейс өте интуитивті және бейімделген болуы керек.

Мысалы, экрандағы әртүрлі нұсқаулар үлкен қаріптермен және айқын белгілеулермен берілуі мүмкін.

2. Дыбыстық өңдеу технологиясы

Сөйлеу жаттығуларын жасауда дыбыстық өңдеу өте маңызды. Бұл үшін жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін қолдану тиімді. Бағдарлама қолданушының сөйлеуін тыңдап, оның дұрыс немесе қате айтылғанын анықтай алады. Дыбыстық сигналды өңдеудің көмегімен қолданушыға нақты түзетулер ұсынылуы мүмкін. Сонымен қатар, пайдаланушының айтқан сөздері нақты талдануы және ол үшін тиісті ұсыныстар жасалуы мүмкін.

3. Дауыспен басқару және интерактивті жаттығулар

Бағдарлама қолданушының дауысына реакция жасап, оның дауыстық командаларын қабылдай алады. Бұл әсіресе қозғалыс немесе басқа да шектеулері бар адамдар үшін пайдалы. Интерактивті жаттығуларды, яғни қолданушының сөйлеуін тыңдай отырып, тапсырмалар мен сұрақтар қою арқылы оларды сөйлеуді дұрыс үйретуге болады.

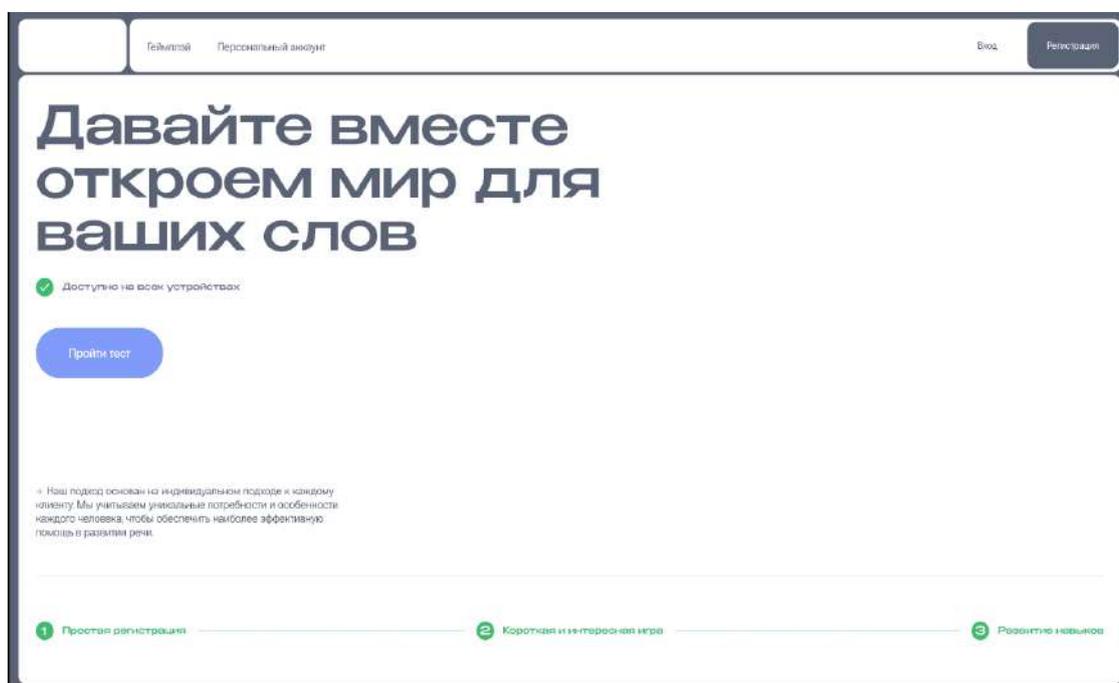
4. Жасанды интеллект және машиналық оқыту

Жасанды интеллект (AI) және машиналық оқыту (ML) технологиялары бағдарламалық кешеннің негізінде болуы мүмкін. Бұл технологиялар қолданушының сөйлеуін нақты уақытта талдай отырып, нақты қателіктерді анықтауға мүмкіндік береді. AI алгоритмдері сөйлеу паттерндерін анықтап, оларды дұрыс сөйлеуге жақсарту үшін ұсыныстар береді. Әрбір қолданушының жеке ерекшеліктерін ескере отырып, бағдарлама оған ыңғайлы және тиімді жолдар ұсына алады.

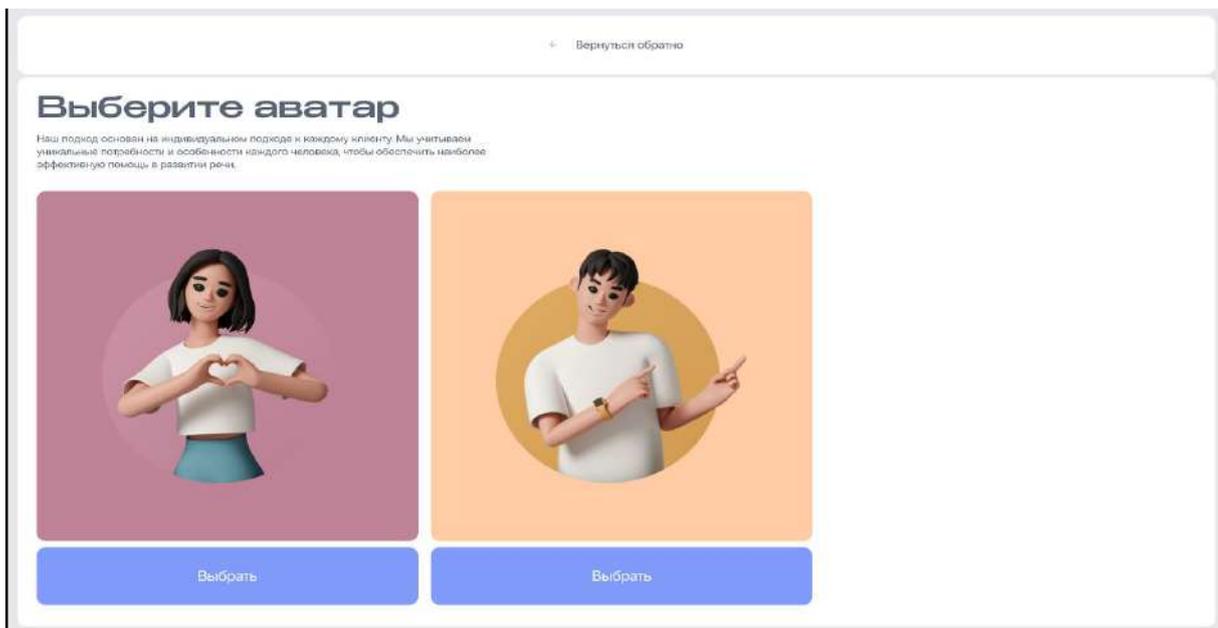
5. Жаттығулар мен кері байланыс

Бағдарлама қолданушыға әртүрлі жаттығулар ұсынуы тиіс. Мысалы, сөздердің дұрыс айтылуын жаттықтыру үшін қолданушыға дыбыстарды немесе сөздерді қайталау ұсынылады. Әр жаттығудан кейін қолданушыға кері байланыс беріледі: қатені көрсетіп, дұрысын айтады немесе дұрыс сөйлеу үлгілерін ұсынады. Бұл тәсіл сөйлеу қабілетінің дамуында маңызды қадам болып табылады.

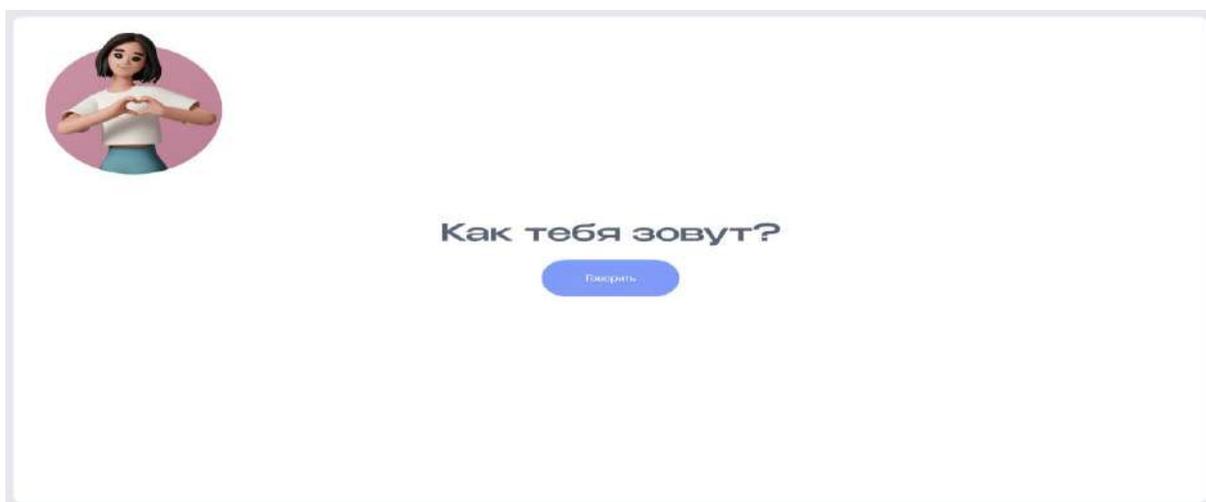
6 Веб-қосымшадан түсірілген суреттер



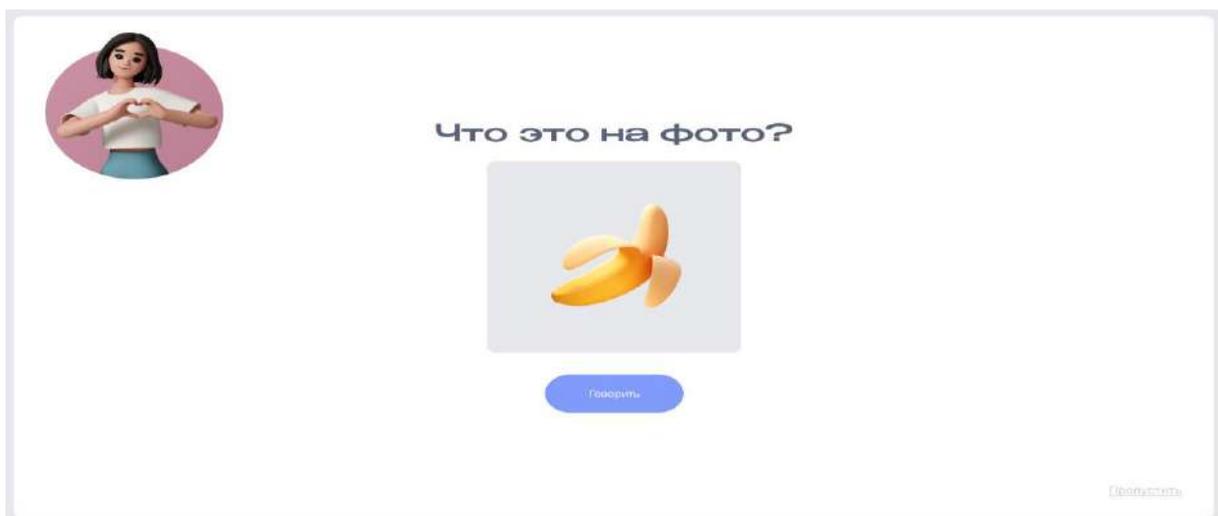
1.1 Басты бет



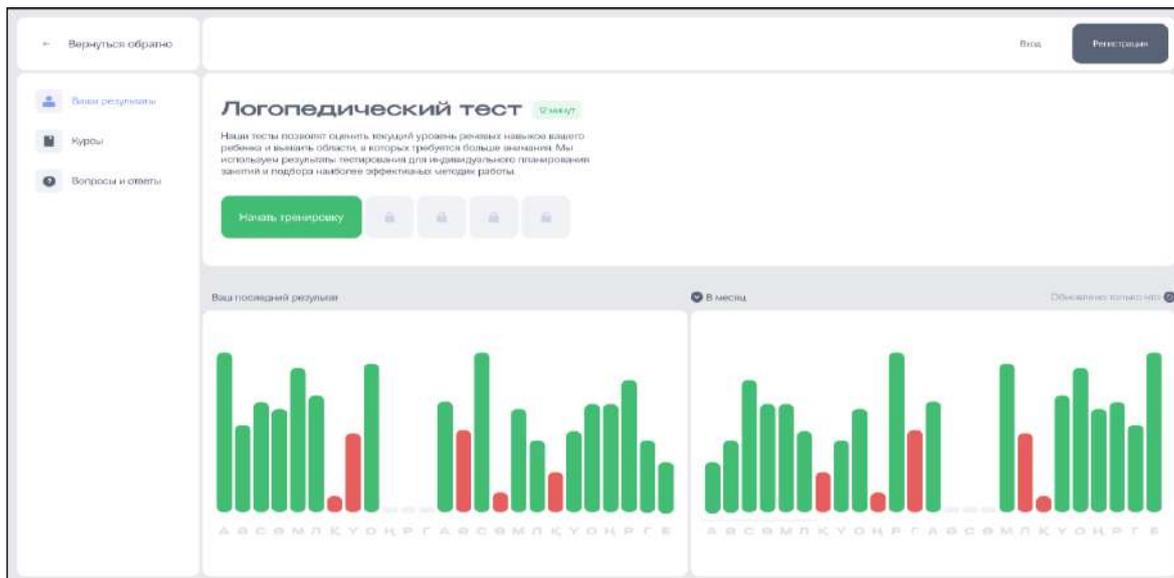
1.2 Аватар тандау



1.3 Тест сурактары



1.4 Тест сұрақтары



1.5 Анализ бет

Бағдарламалық кешеннің тиімділігі мен артықшылықтары

Сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдарға арналған бағдарламалар белгілі бір тиімділікке қол жеткізе алады. Олардың артықшылықтары мыналар:

1. Қолжетімділік: Бұл бағдарламалар кез келген уақытта, кез келген жерде қолданыла алады, интернет байланысы немесе арнайы орталыққа бару қажеттілігі жоқ.

2. Жеке бағдарлама: Әр қолданушының ерекшеліктеріне қарай бейімделген жеке бағдарлама жасау мүмкіндігі бар. Бұл әсіресе аутизм, сөйлеу дамуының бұзылуы сияқты ерекше жағдайларда маңызды.

3. Жаттықтырудың үздіксіздігі: Сөйлеу жаттығуларының үздіксіздігі өте маңызды. Бағдарламалар қолданушыға үнемі жаттығулар ұсынып, оның даму деңгейіне сәйкес жаңа тапсырмалар мен деңгейлер береді.

4. Қолданушының белсенділігі: Интерактивті жаттығулар қолданушының белсенді қатысуын қажет етеді. Бұл, өз кезегінде, оқытудың тиімділігін арттырады.

5. Әлеуметтік байланыс: Сөйлеу қабілетінің дамуы қоғамда әлеуметтік байланыстардың нығаюына ықпал етеді. Қолданушы сөздерді дұрыс айтып, әлеуметтік ортада еркін қарым-қатынас жасай алады.

Сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдарға арналған бағдарламалық кешендер оларды дұрыс сөйлеуге үйрету және коммуникациялық дағдыларын дамыту үшін маңызды құрал болып табылады. Бұл бағдарламалар адамның жеке ерекшеліктеріне бейімделіп, олардың күнделікті өмірде өздігінен қарым-қатынас жасауларына мүмкіндік береді. Қазіргі кезде жасанды интеллект пен машиналық оқыту технологияларын пайдалану арқылы мұндай бағдарламаларды дамыту үлкен мүмкіндіктерге ие. Сондықтан, сөйлеу мүмкіндігі шектеулі адамдардың өмір сапасын жақсарту үшін мұндай бағдарламаларды жасау мен қолдану аса маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Николайцева, А.В. Сөйлеу бұзылыстары бар адамдарға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету: технологиялар мен шешімдер / А.В. Николайцева, Д.М. Соловьев. – Алматы: Білім, 2022. – 324 б.
2. Жұмабеков, Н.С. Мүгедектігі бар адамдарға арналған ақпараттық технологиялар: күнделікті өмірде қолдану / Н.С. Жұмабеков. – Астана: Қазақстан, 2023. – 298 б.
3. Сөйлеуді қалыпқа келтіру: бағдарламалар мен технологиялар // <https://www.rehab.kz/speech-tech>.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442717>
УДК 553.982.2

АСФАЛЬТТЫ-ШАЙЫРЛЫ-ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРМЕН КҮРЕСУДЕ МҰНАЙДЫ ҚЫЗДЫРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ

ХАМЗИНА БАЯН ЕЛЕМЕСОВНА

Жәңгір хан атындағы БҚАТУ, Индустриалды технологиялық институтының доцент
м.а., PhD докторы, Орал қ., Қазақстан

КУПЕШОВА АЛТЫНАЙ САКИПКЕРЕЕВНА

Жәңгір хан атындағы БҚАТУ, Индустриалды технологиялық институтының аға
оқытушысы

ІЗМУХАН ҰЛЫҚБЕК ЕРЛАНҰЛЫ

Жәңгір хан атындағы БҚАТУ, Индустриалды технологиялық институтының
магистранты

ХУДАЙБЕРГЕН ЕРАСЫЛ ИННАҒАТҰЛЫ

Жәңгір хан атындағы БҚАТУ, Индустриалды технологиялық институтының білім
алушысы

Аңдатпа: Чинарев мұнайгазконденсат кен орны (МГККО) — Батыс Қазақстан облысы, Орал қаласының солтүстік-шығысында орналасқан ірі өнеркәсіптік объект. 1991 жылы ашылған бұл кен орны Каспий маңы ойпатында орналасып, Nostrum Oil & Gas компаниясының еншілес ұйымы Жайықмұнай арқылы игеріледі және өңірдің маңызды көмірсутек көзі болып табылады.

Чинарев мұнай-газконденсат кен орны өнеркәсіптік игеру сатысында тұр. Мұнай өндіру фонтандық және газлифттік әдістермен жүзеге асырылады. Мұнай өндіру кезінде туындайтын негізгі қиындықтарға гидраттардың түзілуі және асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің жиналуы жатады, бұл өз кезегінде жүйенің өнімділігінің төмендеуіне және ұңғымалардың жөндеуаралық пайдалану мерзімінің қысқаруына әкеледі. Мақалада кен орнында қолданылатын мұнай өндіру әдістері жағдайында асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресу тәсілдері қарастырылған.

Түйін сөздер: Чинарев кен орны, парафин, мұнайды өндіру, қиындықтар, асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділер (АШПШ), сорапты-компрессорлық құбырлар (СКК), қырғыш, депарафинизациялау, қыздыру кабелі.

Аннотация: Чинаревское нефтегазконденсатное месторождение (НГКМ) — это крупный промышленный объект в Западно-Казахстанской области Казахстана, к северо-востоку от Уральска, открытый в 1991 году, расположенный в Прикаспийской впадине, разрабатываемый компанией Nostrum Oil & Gas через дочернюю компанию Жаикмунай, и являющееся важным источником углеводородов региона.

Чинаревское нефтегазконденсатное месторождение находится на стадии промышленной эксплуатации. Добыча нефти ведется фонтанным и газлифтными способами. Основными видами осложнений при добыче нефти являются образование гидратов и скопление асфальтосмолопарафиновых отложений, которые приводят к снижению производительности системы, уменьшению межремонтного периода эксплуатации скважин. В статье рассмотрены методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями для применяемых на месторождении способов добычи нефти.

Ключевые слова: Чинаревское месторождение, добыча нефти, осложнения,

асфальто-смолопарафиновые отложения, насоснокомпрессорные трубы, скребки, депарафинизация, нагревательный кабель.

Кіріспе

Чинарев кен орнының ұңғыма өнімі орташа парафинді болып табылады, парафиннің мөлшері 10–12% аспайды (кейбір деректерде 6–10% көрсетілген). Бұл оның тым парафинді болмауын қамтамасыз етсе де, төмен температура жағдайында асфальтен-шайырлы-парафиндік шөгінділердің (АШПШ) түзілуіне байланысты өндіру барысында ерекше назар аударуды талап етеді. Сонымен қатар, мұнай аз шайырлы ретінде сипатталады. Сорапты-компрессорлық құбырларында түзілетін АШПШ жоюдың әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауын жүргізу қажет.

Кен орнын пайдалану барысында алынған нақты деректер негізінде ұңғымаларды қыздыру қондырғыларын қолданудың тиімділігін негіздеу қажет. Мұнайды қыздыру қондырғыларын пайдаланудың тиімділігі мен экономикалық рентабельдігін бағалау маңызды, олардың негізгі элементі – қондырғының жалпы сенімділігін қамтамасыз ететін және ұңғыма бойымен таралған қыздыру элементі қызметін атқаратын қыздыру кабелі болып табылады.

Бөлінетін жылу есебінен ұңғыма оқпаны бойындағы температура парафин-гидраттардың кристалдану температурасынан жоғары деңгейде ұсталып тұрады, соның нәтижесінде қатты фракциялардың түзілуі мен олардың ұңғыманың СКҚ-ның қабырғаларына жабысуын алдын алуын қамтамасыз етеді.

Мұнай-кеніштік жабдықтардың ағынды бөлігінде және құбырлардың ішкі бетінде асфальтен-шайыр-парафинді шөгінділердің (АШПШ) жиналуы жүйенің өнімділігінің төмендеуіне, ұңғымаларды пайдалану кезіндегі жөнделуаралық кезеңнің (ЖАК) қысқаруына және сорапты қондырғыларының жұмыс тиімділігінің төмендеуіне әкеледі [4, 5].

АШПШ-мен күресудің негізгі әдістеріне келесілер жатады:

- жылулық әдістер – жылутасымалдағыш ретінде ыстық мұнай немесе су қолдану, қаныққан (өткір) бу, электр пештері, индукциялық қыздырғыштар, сондай-ақ өзара әрекеттесу барысында экзотермиялық реакциялар жүретін реагенттерді пайдалану;

- механикалық әдістер – қырғыштар, қырғыш-центраторлар;

- химиялық әдістер – еріткіштерді қолдану.

АШПШ-мен күресуде қолданылатын әдістері әрбір кен орнының жеке геологиялық-физикалық ерекшеліктерін ескере отырып таңдалады. Бұл жағымсыз құбылыспен күресудің екі негізгі тәсілі бар [6]: парафин шөгінділерінің түзілуін болдырмау (превентивтік тәсіл) және шөгіп қалған парафинді жоюдың әртүрлі әдістері.

Әдістеме

Бірінші тәсіл анағұрлым тиімді болып табылады және ұңғыманы пайдалану процесінде парафин шөгінділерінің түзілуін толық болдырмайтын немесе олардың сорапты-компрессорлық құбырлардың (СКҚ) ішкі бетінен ажырауын жеңілдететін жағдайлар жасауды көздейді. Бұл тәсіл келесі әдістерді қамтиды: СКҚ-ның ішкі бетінің кедір-бұдырлығын әйнек, эмаль, эпоксидті шайыр немесе арнайы лактармен қаптау арқылы азайту; парафин шөгінділерінің түзілуін тежейтін арнайы химиялық реагенттер – ингибиторларды қолдану.

Аталған әдістің мәні СКҚ-ның ішкі бетін гидрофильдеу ғана емес, сонымен қатар түзілген парафин кристалдарына реагенттердің адсорбциялануы және олардың бетінде парафин кристалдарының өсуіне, өзара жабысып қатты фазаның ұйындысын түзуіне әрі кейіннен СКҚ қабырғаларына шөгуіне кедергі келтіретін жұқа гидрофильді қабықшаның қалыптасуында болып табылады. Парафин шөгінділерін тежеуге арналған ингибиторлардың су ерітіндісінде де, мұнайда да еритін беттік-белсенді заттар (ББЗ) негізінде жасалған түрлері белгілі.

Екінші тәсіл кеңінен қолданылады және бірнеше әдістерді қамтиды:

а) механикалық әдістер – конструкциясы мен пішіні әртүрлі қырғыштарды қолдану. Олар не ұңғыма сағасына орнатылатын арнайы автоматтандырылған лебедкалар көмегімен сымға ілініп көтергіш арқылы түсіріледі, не «автоматты ұшатын қырғыштар» деп аталатын түрінде болады. Құрылымдық тұрғыдан қырғыштың жұмысы мынадай: түсіру кезінде жартылай дөңгелек пішінді пластиналы пышақтар жиналып тұрады да, қырғыш СКҚ бойымен еркін түседі. Көтеру кезінде пышақтар ашылып, олардың диаметрі СКҚ-ның ішкі диаметріне теңеседі және қабырғада жиналған парафинді қырып кеседі; кесілген парафин өнім ағынымен бірге жер бетіне шығарылады.

б) жылулық әдістер – арнайы жылжымалы бу қондырғысының көмегімен ұңғымаға айдалатын бу арқылы СКҚ колоннасын қыздыру. Бұл процесс СКҚ -ны булау деп аталады. Сонымен қатар ыстық мұнай айдау да жиі қолданылады. Қазіргі уақытта НКТ ішіне түсірілетін арнайы қыздыру кабельдері де тиімді пайдаланылуда.

в) химиялық әдістер – парафиндік шөгінділерді ерітетін әртүрлі еріткіштерді ұңғымаға айдау арқылы тазалау.

Қолданылатын АШПШ-мен күресу әдістері әрбір кен орнының жеке геологиялық-физикалық ерекшеліктерін ескере отырып таңдалады.

Парафиннің шөгуін болдырмау әдісі мен оны қолдану технологиясы мұнай қабатының сипаттамаларына байланысты таңдалады: тиімді қалыңдығына, коллектор жыныстың сүзгілік-сыйымдылық және адсорбциялық-десорбциялық қасиеттеріне.

Құбыр беттерін тазалау үшін келесі әдістер қолданылады: құбыр бетіне жабындар жағу, физикалық өрістерді пайдалану, вибрациялық және химиялық әдістер [6, 7, 8].

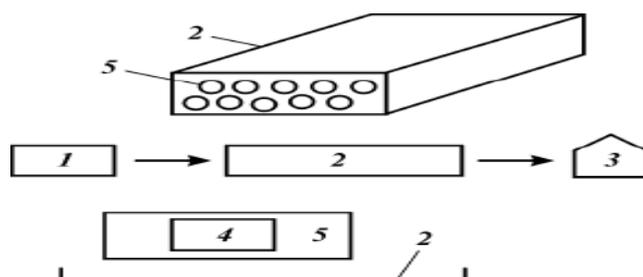
СКҚ-да және терең ұңғыма іші жабдықтарда түзілетін АШПШ-ны жою әдістері екі топқа жіктеледі: механикалық және жылулық әдістер.

Механикалық әдістер СКҚ ішіне түзілген АШПШ-ны жоюды көздейді, осы мақсатта әртүрлі конструкциядағы қырғыштардың бірқатар түрлері қолданылады.

АШПШ-ны жылулық әдістермен жою ыстық мұнаймен жуу, қыздырғыш кабельді түсіру арқылы электрлік қыздыру сияқты операциялардан тұрады. Жылу тасымалдағышты қолдану технологиясы сұйықтықты арнайы қыздырғыштарда – жылжымалы типтегі қазандық қондырғыларда – алдын ала қыздырып, оны ұңғымаға тікелей немесе кері жуу тәсілімен айдауды қарастырады.

Осы мақсатта өнеркәсіп сұйықтықты 150°C-қа дейін қыздыратын қазан-қыздырғышымен және 16 МПа-ға дейін қысым туғызатын сораптармен жабдықталған арнайы агрегаттар – жылжымалы депарафинизациялау қондырғыларын пайдаланады. Қыздырылған агент белгілі бір уақыт аралығында ұңғыма ішіне айдалып, шөгінділердің балқуын және олардың шығарылуын қамтамасыз етеді.

Парафин тығыздарының түзілуін болдырмайтындықтан, тікелей жуу кезінде жиі байқалатын кемшіліктерді жоятын кері жуу әдісі анағұрлым қолайлы деп есептеледі. ЖБҚА-1200/100 типті бу-жылжымалы қондырғылармен (БЖҚ) өндірілетін, температурасы 310 °C-қа дейін және қысымы 10 МПа-ға дейін жететін аса қыздырылған буды ұңғымадағы шөгінділермен күресу үшін қолдану тиімсіз. Бу ұңғымаға айдалған кезде оның қарқынды конденсациясы жүреді және 300...400 м тереңдікте будың температурасы ұңғыма температурасына дейін төмендейді. БЖҚ-ны ұңғыма маңындағы аймақта манифольдтерді, арматураны және құбыржолдарды тазалау үшін қолдану анағұрлым орынды болып табылады.



1 – бу-жылжымалы қондырғы; 2 – кассета;
3 – шөгінділерді жинауға арналған ыдыс; 4 – поршень; 5 – СКҚ

Сурет 1 – Құбырларды парафиннен тазалау әдісі

Жер бетіне көтерілген СКҚ-ны келесі әдіспен тазалау тиімді: оларды кассетаға орналастырып, БЖҚ -дан берілетін бұмен белгіленген схема бойынша (1-сурет) өңдеу қажет. Бұл жағдайда бір мезгілде 10–20 құбыр тазаланады. Әсерді күшейту үшін құбырлардың ішіне поршеньдер орнатуға болады [9].

Тереңдік парафин түзілімдерін жою әдістерінің бірі — ұңғымаларды жылулық депарафинизациялау болып табылады, оның негізінде парафиндердің балқу процесі жатыр. Балқу деп қатты кристалдық заттың сұйық фазаға өту құбылысы аталады, бұл кезде жылудың жұтылуы байқалады. Тұрақты қысым жағдайында заттың балқу процесі белгілі бір температурада — балқу температурасында жүзеге асады [10].

Ұңғымадағы парафиндерді балқыту және еріту үшін УРАЛ-4320 немесе КамАЗ-43114 шассисіне орнатылған ұңғымаларды депарафинизациялауға арналған агрегат (АДПМ) қолданылады. АДПМ қондырғысы 150 °С-қа дейін қыздырылған ыстық мұнайды жоғары қысыммен айдау арқылы ұңғыманы депарафинизациялайды, ауыр парафиндерді балқытып әрі ерітіп, ұңғыманы әрі қарай пайдалануға дайындайды.

Бұл әдістің артықшылықтары — басқа айдалатын агенттермен (бу, су) салыстырғанда ұңғыманы терең қыздыру мүмкіндігі. Себебі бу мен су тереңдеген сайын қоршаған тау жыныстарын қыздыруға жылуын жоғалтады, ал мұнайда бұл процесс баяуырақ жүреді. Сонымен қатар, әдістің оң қыры — парафин тығындары бар ұңғымаларды пайдалану колоннасына механикалық зақым келтірмей қыздыру мүмкіндігі.

Әдістің кемшіліктері: энергия сыйымдылығының жоғары болуы, техникалық құралдардың көп көлемде тартылуы, температуралық режим талаптарының қатаңдығы, сондай-ақ өңдеу барысында ұңғыманың уақытша тоқтап тұруы.

Талдау және нәтижелер

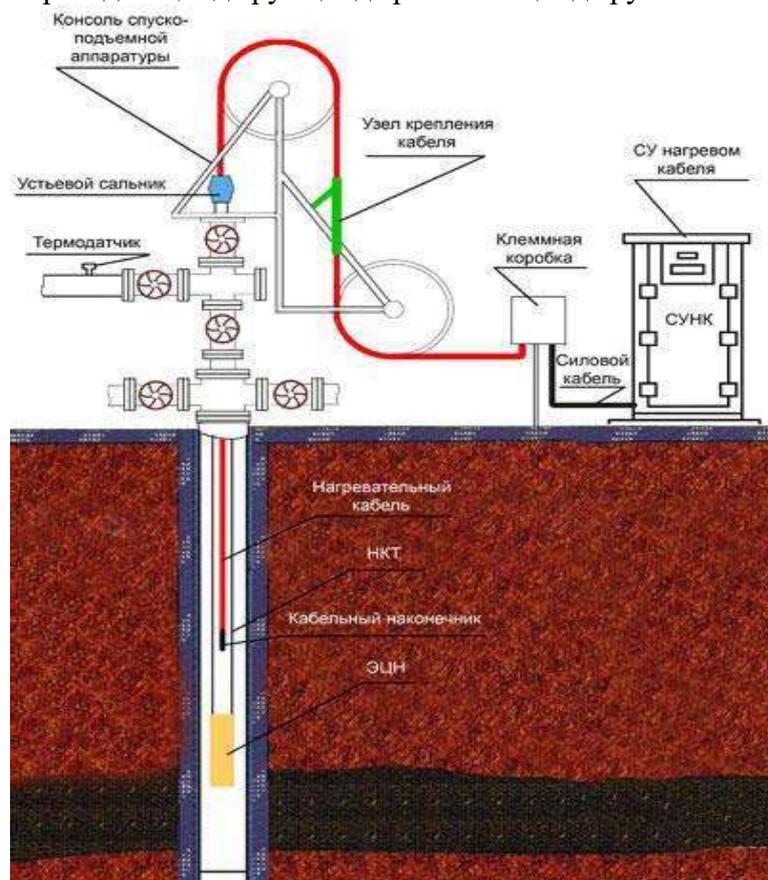
Сондай-ақ мұнайды қыздыру қондырғыларын (МҚК) қолдануға болады. МҚК қыздыру кабелінен, қыздыруды басқару станциясынан (бұдан әрі — басқару станциясы) және ТМПН маркалы жоғары кернеулі трансформатордан (трансформатор жинаққа кірмейді) немесе трансформаторсыз нұсқадан тұрады. МҚК мұнай және газ ұңғымаларының лифтілік құбырларында орналасқан қыздыру кабелін басқаруға және қорғауға арналған.

МҚК-ның жұмыс істеу принципі сорапты-компрессорлық құбырлардың ішкі кеңістігін қыздыруға және СКҚ бойымен температураны парафин шөгінділерінің түзілу температурасынан (парафиннің кристалдану температурасынан) жоғары деңгейде ұстап тұруға негізделген. Бұл арнайы оқшауланған қыздыру кабелі арқылы жүзеге асырылады, кабель СКҚ ішіне орналастырылады және оның ұзындығы парафиннің ең қарқынды түзілу интервалымен тең болады. Қыздыру кабелін қолдану технологиясы келесі қарапайым операциялардан тұрады: кабельді СКҚ ішіне түсіру, оны басқару станциясына қосу және ұңғыма оқпаны бойындағы температураны парафиндер мен гидраттардың түсу температурасынан жоғары деңгейде ұстап тұру үшін қажетті электр қуатын беру.

Қыздыру кабелі — МҚҚ-ның негізгі элементі болып табылады, ол қондырғының жалпы сенімділігін қамтамасыз етеді және ұңғыма бойымен бүкіл ұзындығы бойынша таралған қыздыру элементі қызметін атқарады. Барлық шығарылатын кабельдердің жұмыс істеу принципі резистивті қыздыру әдісіне негізделген, яғни электр тогы өткен кезде өткізгіштерде жылудың бөлінуі арқылы жүзеге асады. Бөлінетін жылу есебінен ұңғыма оқпаны бойындағы температура парафин-гидраттардың кристалдану температурасынан жоғары деңгейде сақталады, соның нәтижесінде қатты фракциялардың түсуі және олардың ұңғыманың сорапты-компрессорлық құбырларының қабырғаларына жабысып қалуының алдын алынады.

Кабельдің конструкциясы, ең алдымен, оның жұмыс режимін ескере отырып жобаланады: жоғары қысым, температураның радиалды градиенті, жұмыс жағдайы (тік ілінген күйі), сондай-ақ агрессивті ортаның болуы.

Мұнайды қыздыру қондырғының қыздыру кабелінің схемасы 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Мұнайды қыздыру қондырғының қыздыру кабелінің схемасы

Сонымен қатар, МҚҚ-ны пайдалану барысында іргелес құбыр желілерінің тазаруы жүзеге асады, соның нәтижесінде ұңғыманың лифтілік бөлігін қосымша тазалау жұмыстарының қажеттілігі жойылады және төмен температуралар (-40°C -қа дейін) кезінде де шығару желілерін және жақын орналасқан (500 м-ге дейінгі) құбырларды жылулық өңдеу талап етілмейді.

Ұңғыма маңындағы кеңістікті біртіндеп қыздыру процесі 30...45 тәулікке созылады (географиялық ендікке байланысты), бұл қондырғыны энергия үнемдеу режиміне көшіруге мүмкіндік береді, сонымен қатар қыздыру кабелінің қызмет ету мерзімін ұзартады.

Парафин шөгінділерінің түзілуін және парафин-гидратты тығындардың пайда болуын болдырмаудың бұл әдісінің ең ірі артықшылықтарының бірі — оның толық экологиялық

қауіпсіздігі. Сенімді сальникті тығыздағыш құрылғыларды қолдану қондырғының ұңғымада жұмыс істеуінің барлық кезеңінде қоршаған ортаның ластануын толықтай болдырмайды.

Мұнай өндіруде МҚҚ-ны практикалық қолдану көрсеткендей, қондырғылардың толық өзін-өзі ақтау мерзімі (тәуліктік дебиті 25...35 м³ болатын ұңғымалар үшін, қуаты 50 кВт-қа дейінгі кабельдің үздіксіз жұмыс істеуі жағдайында) 60 тәуліктен аспайды. Өнімділігі жоғары ұңғымаларда бұл мерзім екі есеге қысқарады, бұл мұнай өндіруге жұмсалатын шығындарды азайтуға және өндірілетін мұнайдың өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Қорытынды

Тұтынушылардың тәжірибесі мұнай ұңғымаларын қыздыру кабельдері арқылы электрлік жылумен қамтамасыз ету технологиясын қолдану келесі мүмкіндіктерді беретінін растайды:

- а) НКТ-ны механикалық қырғыштармен тазалау жұмыстарын болдырмау;
- б) ұңғыманың жер асты жабдықтарының жөндеусіз жұмыс істеу мерзімін ұлғайту;
- в) қырғыштардың құлап кетуінен және ұңғыманы күрделі жөндеуден өткізу кезінде болатын ұңғыманың тоқтап тұруына байланысты мұнай шығындарын қысқарту;
- г) ұңғымаларды жылулық өңдеуге жұмсалатын мұнай шығындарын азайту;
- д) ұңғыманы күрделі жөндеуден өткізу қажеттілігін болдырмау;
- ж) ұңғымаларды техникалық қызмет көрсетуге кететін шығындарды қысқарту.

Аталған депарафинизация технологиясының негізгі артықшылығы - қондырғыны сатып алуға, қыздыру кабелін ұңғымаға түсіруге және басқару жүйесін іске қосуға жұмсалатын бір реттік шығындармен шектелуі болып табылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. Годовой отчет о деятельности ТОО «Жаикмунай» за 2023 год. 2013. 33 с.
2. Проект разработки Чинаревского нефтегазоконденсатного месторождения, 2021.142 с.
3. Анализ запасов нефти и газа по ТОО «Жаикмунай» на 01.01.2013. Ванкор, 2013.
4. Альмухаметова Э.М. Эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учебн. пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. 116 с.
5. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: учебник. М.: Недра, 2020. 427 с.
6. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: учебн. пособие для вузов. М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 816 с.
7. Галлямов М.Н., Рахимкулов Р.Ш. Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин на поздней стадии разработки месторождения: учебник. М.: Недра, 2018. 201 с.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442792>
УДК:517.968

**АР КАНДАЙ ӨЗДҮК МААНИЛЕРИ БОЛГОН УЧУРДА СИНГУЛЯРДУУ
КОЗГОЛГОН КОШИ МАСЕЛЕСИН КУБДУК СПЛАЙН ЫКМАСЫ МЕНЕН
ЧЕЧҮҮНҮН КОМПЬЮТЕРДИК АЛГОРИТМИ (МАТЛАВ ПРОГРАММАСЫНЫН
МИСАЛЫНДА)**

ЭРМАТАЛИ УУЛУ БАЯМАН

Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин магистри

ЖОРОВА НАЗГУЛ

Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин магистранты

САМАТОВА УМУТАЙ ТОРОБЕКОВНА

Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин магистранты

АБИДЖАНОВА ШАХЗОДА

Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин студенти

КУБАНЫЧБЕК КЫЗЫ ЭЛМИРА

Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин магистранты

Аннотация: Бул иште ар кандай өздук маанилерге ээ болгон учурда сингулярдуу козголгон Коши маселесин кубдук сплайн ыкмасынын негизинде сандык чечүүнүн компьютердик алгоритми каралат. Изилдөөнүн предмети болуп ε параметри кичине мааниге ээ болгон сингулярдуу козголгон дифференциалдык теңдемелер эсептелет. Изилдөөнүн максаты – кубдук сплайн-коллокация ыкмасын колдонуу менен туруктуу жана так сандык чечүүнүн компьютердик алгоритмин иштеп чыгуу жана аны MATLAB программалык чөйрөсүндө ишке ашыруу болуп саналат.

Изилдөөнүн жүрүшүндө Коши маселеси каралып, түйүндөрдө жана аралык чекиттерде коллокация шарттарына негизделген кубдук сплайн компьютердик алгоритми колдонулуп, MATLAB программасында натыйжалуу ишке ашырылды.

Алынган сандык чечимдер салыштырылып, максималдуу каталарды баалоо аркылуу ыкманын тактыгы бааланды.

MATLAB программасынын компьютердик алгоритминин негизинде матрицалык операцияларды жүргүзүү, интерполяциялык функцияларды, графиктерди тургузууга жана сандык маалыматтарды таблица түрүндө берүүгө мүмкүнчүлүктөр түзүлүп, кеңири колдонулду. Алынган натыйжалар ар кандай өздук маанилерге ээ болгон учурда сингулярдуу козголгон Коши маселесин кубдук сплайн ыкмасынын негизинде сандык чечүүнүн компьютердик алгоритми эффективдүү экендигин көрсөттү.

Негизги сөздөр: сингулярдуу козголгон теңдеме, MATLAB программасы, программа, код, Коши маселеси, кубдук сплайн, скрипт файл.

Киришүү. Сингулярдуу козголгон маселелердин классикалык теориясынын негиздери А.Н. Тихоновдун эмгектерине таянат жана ошондой эле пределдик системанын туруктуулугу шартында асимптотикалык жакындашууларга негизделген [1]. Кийинки изилдөөлөрдө В.И. Васильева жана В.Ф. Бутузов сингулярдуу козголгон теңдемелер үчүн чектик катмарлардын түзүлүшүн, алардын асимптотикалык табиятын жана ар кандай спектралдык шарттардагы жүрүшүн системалуу түрдө изилдешкен [2]. Бул багыт Н.Н. Нефёдовдун эмгектеринде дагы тереңдетилип, контрасттык структуралар жана өтмө аймактар кеңири каралган [3].

Сингулярдуу козголгон Коши маселесинин өзгөчө учурлары матрицанын өздүк маанилери ар кандай белгилерге ээ болгондо же нөлгө жакындаганда пайда болот. Мындай шарттарда пределдик системанын туруктуулугу бузулуп, чечимдин сапаттык мүнөздөмөлөрү олуттуу өзгөрөт. Бул маселелер Л.И. Каранджулов жана Я.П. Стоянова тарабынан сингулярдуу козголгон сызыктуу системалар үчүн Коши маселесинин асимптотикалык чечимдерин изилдөөдө каралган [4].

Сингулярдуу козголгон Коши маселелерин практикалык эсептөөлөрдө чечүү үчүн туруктуу жана так сандык алгоритмдерди иштеп чыгуу зарыл. Бул багытта сплайн-аппроксимация жана коллокация ыкмалары өзгөчө эффективдүү экени белгилүү. Кубдук сплайн ыкмасын сингулярдуу козголгон маселелерге колдонуу Ж. Рашидиния жана анын авторлошторунун эмгектеринде көрсөтүлүп, жогорку тактыкка жетишүүгө мүмкүндүк берери далилденген [7]. Ушуга окшош натыйжалар Х. Ал-Салмандын иштеринде да алынган [8].

Сингулярдуу козголгон дифференциалдык теңдемелердин чечимдерин табууда компьютердик программаны колдонуу [9] жумушта көрсөтүлгөн жана гармоникалык функциялардын деңгээл сызыктарын MATLAB программасында моделдөө коду түзүлгөн [10].

Изилдөөнүн материалдары

Ар кандай өздүк маанилерге ээ болгон учурда сингулярдуу козголгон Коши маселесин кубдук сплайн ыкмасынын негизинде сандык чечүүнүн компьютердик алгоритмин MATLAB программасында колдонуу үчүн операторлор колдонулат [10].

MATLAB программасында коюлган маселени чечүү үчүн төмөнкү операторлор колдонулат.

- >> function [x,Y,M] = cubicSplineSPIVP(...) – функцияны, параметрлерди киргизет;
- >> linspace(a,b,N) – a,b аралыкта N сандагы түйүндөрдү түзүүнү камсыз кылат;
- >> for ... end – кайталануучу эсептөөлөрдү аткарат;
- >> spreyc(m) – m×m өлчөмдөгү бирдиктүү матрицаны түзөт;
- >> reshape – чечим векторун матрица формасына келтирет;
- >> ode15s – салыштыруу жана текшерүү үчүн колдонулат;
- >> interp1 – бир өлчөмдүү интерполяция;
- >> plot – графиктерди чийүү кызматын аткарат;
- >> table – сандык натыйжаларды таблица түрүндө чыгарат ж.б.

MATLAB программасында кодду иштеп чыгуу үчүн скрипт файлды түзүлөт [11].

Маселенин коюлушу

Маселенин коюлушу:

$$\varepsilon y'(x) = Ay(x) + g(x), y(0) = y_0, x \in [0,1], \quad (1)$$

Мында

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 0 & 8 \end{pmatrix}, \quad g(x) = \begin{pmatrix} \sin 3x \\ e^{-x} \end{pmatrix}, \quad y_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad \varepsilon = 0,02.$$

Маселени чечүү үчүн кубдук сплайн аппроксимациясы жана коллокация шарттары матрицага киргизилет жана сингулярдуу козголгон Коши маселесинин сандык чечими алынат.

Программалык алгоритмди төмөнкү скрипт файлдагы код түрүндө түзүүгө болот.

| | |
|--|--|
| function [x, Y, M] = cubicSplineSPIVP(A, g, a, b, y0, epsi, N)
% cubicSplineSPIVP
% eps*y' = A*y + g(x), y(a)=y0, x in [a,b]
% INPUT:
% A : (m x m) туруктуу матрица
% g : function handle, g(x) -> (m x 1)
% a,b : интервал | % Белгисиз вектор U = [Y0;Y1;...;YN;
M0;M1;...;MN]
nY = (N+1)*m;
nU = 2*nY;
% Теңдемелер саны да nU болушу керек
nEq = nU;
% Сызыктуу система: K*U = F
% формат |
|--|--|

```

% y0 : (m x 1) баштапкы шарт
% epsi : epsilon (0<epsi<<1)
% N : интервалдын бөлүнүшү (N бөлүк
=> N+1 түйүн)
% OUTPUT:
% x : (1 x (N+1)) түйүндөр
% Y : (m x (N+1)) y(x_i) жакындатуу
% M : (m x (N+1)) y'(x_i) жакындатуу
clear; clc; close all;
% Параметрлер
epsi = 0.02;
a = 0; b = 1;
N = 80; % тордун бөлүктөрү
% A матрицасы (өздүк маанилери ар башка:
-1 жана -8)
A = [-1 2;
0 -8];
% g(x) вектор-функциясы
g = @(x) [sin(3*x);
exp(-x)];
% Баштапкы шарт
y0 = [1; -1];
% Кубдук сплайн ыкмасы менен чечүү
[x, Y, M] = cubicSplineSPIVP(A, g, a, b, y0,
epsi, N);
% текшерүү үчүн ode15s менен
салыштыруу
odefun = @(x,y) (A*y + g(x))/epsi;
opts = odeset('RelTol',1e-10,'AbsTol',1e-12);
[xs, ys] = ode15s(odefun, [a b], y0, opts);
% ===== Графиктер =====
figure;
plot(x, Y(1,:), 'LineWidth', 2); hold on;
plot(xs, ys(:,1), '--', 'LineWidth', 1.5);
grid on; xlabel('x'); ylabel('y_1');
legend('Spline-
collocation','ode15s','Location','Best');
title('y_1(x)');
figure;
plot(x, Y(2,:), 'LineWidth', 2); hold on;
plot(xs, ys(:,2), '--', 'LineWidth', 1.5);
grid on; xlabel('x'); ylabel('y_2');
legend('Spline-
collocation','ode15s','Location','Best');
title('y_2(x)');
% ===== Сандык таблица (айрым чекиттер)
=====
idx = round(linspace(1, N+1, 11)); % 0..1
боюнча 11 чекит
T = table(x(idx)', Y(1,idx)', Y(2,idx)',
M(1,idx)', M(2,idx)', ...

```

```

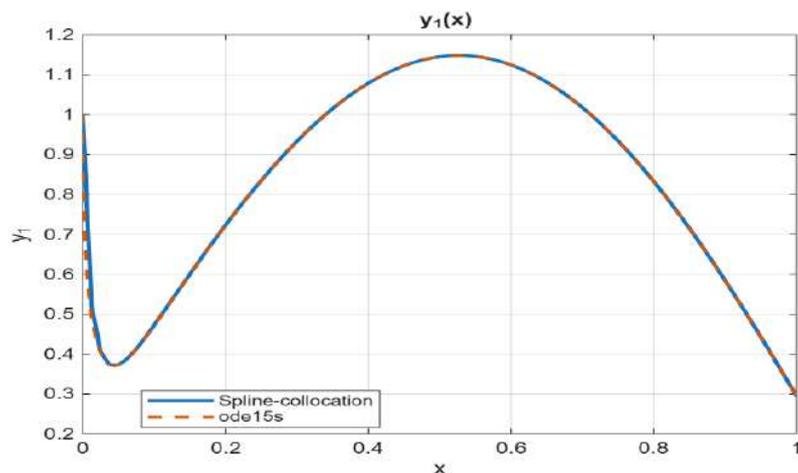
K = spalloc(nEq, nU, 20*nU);
F = zeros(nEq, 1);
% жардамчы функциялар
idxY = @(i) ((i*m+1):(i+1)*m)); %
i=0..N
idxM = @(i) (nY + (i*m+1):(nY+(i+1)*m));
% i=0..N
% -----
% (A) Баштапкы шарт: Y0 = y0
% -----
r = (row+1):(row+m);
K(r, idxY(0)) = speye(m);
F(r) = y0;
row = row + m;
% -----
% (B) Түйүндөрдө: eps*M_i - A*Y_i =
g(x_i), i=0..N
% -----
for i = 0:N
r = (row+1):(row+m);
K(r, idxM(i)) = epsi*speye(m);
K(r, idxY(i)) = -A;
F(r) = g(x(i+1)); % MATLAB индекси
1ден башталат
row = row + m;
end
% -----
% (C) Орто чекитте коллокация: i=0..N-1
% t=1/2 үчүн даяр формулалар:
% ymid = 1/2*(Yi+Yi1) + (h/8)*(Mi - Mi1)
% ypmid = (3/(2h))*(Yi1 - Yi) - (1/4)*(Mi +
Mi1)
% eps*ypmid - A*ymid = g(xmid)
% -----
for i = 0:(N-1)
xi = x(i+1);
xi1 = x(i+2);
xmid = 0.5*(xi + xi1);
r = (row+1):(row+m);
% Коэффициенттер:
% ymid боюнча
K(r, idxY(i)) = K(r, idxY(i)) + (+0.5
)*(-A); % -A*0.5*Yi
K(r, idxY(i+1)) = K(r, idxY(i+1)) + (+0.5
)*(-A); % -A*0.5*Yi1

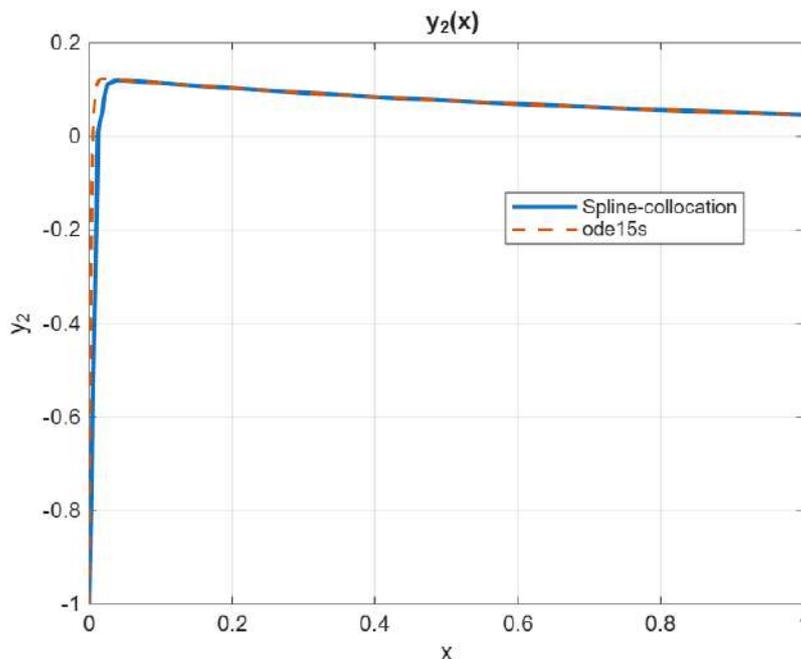
```

```
'VariableNames',
{'x','y1','y2','y1prime','y2prime'});
disp('--- САНДЫК ТАБЛИЦА (Spline-
collocation) ---');
disp(T);
% ===== Каталыкты баалоо (ode15s менен
салыштыруу) =====
% ode15s натыйжасын spline торуна
интерполяциялайбыз
yref1 = interp1(xs, ys(:,1), x, 'pchip');
yref2 = interp1(xs, ys(:,2), x, 'pchip');
err1 = max(abs(Y(1,:) - yref1));
err2 = max(abs(Y(2,:) - yref2));
fprintf('Max error vs ode15s: y1 = %.3e, y2 =
%.3e\n', err1, err2);
% Өлчөмдөр
m = length(y0);
if size(A,1) ~= m || size(A,2) ~= m
    error('A матрицасынын өлчөмү y0
менен шайкеш эмес.');
```

```
K(r, idxM(i)) = K(r, idxM(i)) + ((h/8)
)*(-A); % -A*(h/8)*Mi
K(r, idxM(i+1)) = K(r, idxM(i+1)) + (
(h/8))*(-A); % -A*(-h/8)*Mi1 =
+A*(h/8)*Mi1
% yrmid боюнча (eps*yrmid)
% eps*(3/(2h))*(Yi1 - Yi)
K(r, idxY(i)) = K(r, idxY(i)) + epsi * (
-3/(2*h))*speye(m);
K(r, idxY(i+1)) = K(r, idxY(i+1)) + epsi *
(+3/(2*h))*speye(m);
% eps*(-1/4)*(Mi + Mi1)
K(r, idxM(i)) = K(r, idxM(i)) + epsi * (
-1/4)*speye(m);
K(r, idxM(i+1)) = K(r, idxM(i+1)) + epsi
* (-1/4)*speye(m);
% Оң тарап
F(r) = g(xmid);
row = row + m;
end
% текшерүү
if row ~= nEq
    error('тендемелердин саны туура
түзүлгөн жок: row=%d, керек=%d', row,
nEq);
end
% Чечүү
U = K \ F;
% Натыйжаларды бөлүп алуу
Yvec = U(1:nY);
Mvec = U(nY+1:end);
Y = reshape(Yvec, [m, N+1]);
M = reshape(Mvec, [m, N+1]);
end
```

Коддун натыйжасында төмөнкүдөй графиктер жана сандык натыйжалар алынды (сүрөт 1).





Сүрөт 1. Маселенин чечиминин графикте сүрөттөлүшү

Сандык натыйжалары төмөнкүдөй чыгарылды.

--- САНДЫК НАТЫЙЖА (Spline-collocation) ---

x y1 y2 y1prime y2prime

| x | y1 | y2 | y1prime | y2prime |
|-----|---------|----------|----------|-----------|
| 0 | 1 | -1 | -150 | 450 |
| 0.1 | 0.472 | 0.11339 | 2.5146 | -0.11338 |
| 0.2 | 0.72268 | 0.1026 | 2.3579 | -0.1026 |
| 0.3 | 0.93281 | 0.092834 | 1.8092 | -0.092834 |
| 0.4 | 1.0785 | 0.084 | 1.0789 | -0.084 |
| 0.5 | 1.1448 | 0.076006 | 0.23524 | -0.076006 |
| 0.6 | 1.1243 | 0.068773 | -0.64485 | -0.068773 |
| 0.7 | 1.0173 | 0.062229 | -1.4813 | -0.062229 |
| 0.8 | 0.83204 | 0.056307 | -2.198 | -0.056307 |
| 0.9 | 0.58387 | 0.050949 | -2.7298 | -0.050949 |
| 1 | 0.29388 | 0.0461 | -3.0281 | -0.0461 |

Max error vs ode15s: y1 = 7.061e-01, y2 = 6.259e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 7.417e-01, y2 = 7.748e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 7.752e-01, y2 = 7.595e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 7.353e-01, y2 = 7.067e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 6.759e-01, y2 = 6.441e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 6.120e-01, y2 = 5.799e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 5.480e-01, y2 = 5.165e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 4.855e-01, y2 = 4.551e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 4.288e-01, y2 = 4.579e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 4.863e-01, y2 = 5.139e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 5.407e-01, y2 = 5.667e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 5.917e-01, y2 = 6.158e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 6.389e-01, y2 = 6.610e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 6.821e-01, y2 = 7.020e-01
 Max error vs ode15s: y1 = 7.209e-01, y2 = 7.386e-01

Max error vs ode15s: $y_1 = 7.551e-01$, $y_2 = 7.705e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.846e-01$, $y_2 = 7.974e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.090e-01$, $y_2 = 8.193e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.283e-01$, $y_2 = 8.360e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.423e-01$, $y_2 = 8.473e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.509e-01$, $y_2 = 8.532e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.541e-01$, $y_2 = 8.536e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.517e-01$, $y_2 = 8.484e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.438e-01$, $y_2 = 8.378e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.304e-01$, $y_2 = 8.217e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.116e-01$, $y_2 = 8.001e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.874e-01$, $y_2 = 7.733e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.579e-01$, $y_2 = 7.413e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.234e-01$, $y_2 = 7.043e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 6.839e-01$, $y_2 = 6.624e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 6.398e-01$, $y_2 = 6.160e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 5.911e-01$, $y_2 = 5.651e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 5.382e-01$, $y_2 = 5.102e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 4.813e-01$, $y_2 = 4.514e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 4.333e-01$, $y_2 = 4.649e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 4.972e-01$, $y_2 = 5.303e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 5.641e-01$, $y_2 = 5.985e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 6.336e-01$, $y_2 = 6.692e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.053e-01$, $y_2 = 7.419e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 7.790e-01$, $y_2 = 8.163e-01$
Max error vs ode15s: $y_1 = 8.541e-01$, $y_2 = 1.122e+00$
Max error vs ode15s: $y_1 = 1.006e+00$, $y_2 = 1.110e+00$
Max error vs ode15s: $y_1 = 1.119e+00$, $y_2 = 1.119e+00$
Max error vs ode15s: $y_1 = 1.118e+00$, $y_2 = 1.116e+00$
Max error vs ode15s: $y_1 = 1.115e+00$, $y_2 = 1.113e+00$
Max error vs ode15s: $y_1 = 1.112e+00$, $y_2 = 1.111e+00$

Изилдөнүнү жыйынтыгы. Изилдөөнүн жүрүшүндө төмөнкү негизги жыйынтыктар алынды:

Ар кандай өздүк маанилерге ээ болгон учурда сингулярдуу козголгон Коши маселеси үчүн кубдук сплайн-коллокация ыкмасына негизделген сандык чечүүнүн компьютердик алгоритми иштелип чыгып, маселени чечүү үчүн колдонулду.

Кубдук сплайн аппроксимациясын түйүндөрдө жана аралык чекиттерде колдонуу аркылуу сингулярдуу козголгон дифференциалдык тендемелер үчүн туруктуу жана так сандык чечимдер алынары көрсөтүлдү.

Иштелип чыккан алгоритм MATLAB программалык чөйрөсүндө ишке ашырылып, матрицалык операциялар, интерполяциялык функциялар, графиктерди тургузуу жана сандык маалыматтарды таблица түрүндө берүү мүмкүнчүлүктөрү натыйжалуу пайдаланылды.

Сандык эксперименттердин жыйынтыктары ϵ параметринин кичине маанилеринде да алгоритмдин туруктуу иштей тургандыгын жана ар кандай өздүк маанилерге ээ болгон сингулярдуу козголгон Коши маселелерин натыйжалуу чечүүгө мүмкүндүк берерин көрсөттү.

Жалпысынан, жүргүзүлгөн изилдөөнүн жыйынтыгында сингулярдуу козголгон Коши маселелерин кубдук сплайн ыкмасынын негизинде сандык чечүү үчүн эффективдүү компьютердик алгоритм сунушталып, анын MATLAB программалык чөйрөсүндө ийгиликтүү ишке ашырылышы көрсөтүлдү.

АДАБИЯТТАР:

1. Тихонов А.Н. О зависимости решений дифференциальных уравнений от малого параметра. *Математический сборник*, 1948, т. 22(64), №2, с. 193–204.
2. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. *Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений*. Москва: Высшая школа, 1990. – 208 с.
3. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф., Нефёдов Н.Н. *Контрастные структуры в сингулярно возмущённых задачах*. Москва: Физматлит, 2003. – 480 с.
4. Каранджулов Л.И., Стоянова Я.П. Problem of Cauchy for linear singularly perturbed impulsive systems. *Miskolc Mathematical Notes*, 2002, Vol. 3, No. 1, pp. 25–39. <https://doi.org/10.17810/mmn.2002.3.1.25>
5. Ратникова Т.А. Singularly perturbed Cauchy problem for a parabolic equation with a rational “simple” turning point. *Axioms*, 2020, Vol. 9(3), Article 90. <https://doi.org/10.3390/axioms9030090>
6. Левашова Н.Т. Задача Коши для сингулярно возмущённого уравнения с запаздывающим аргументом. *Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия*, 2023, т. 29, №1, с. 45–58.
7. Rashidinia J., Mohammadi R., Jalilian R. Cubic spline solution of singularly perturbed boundary value problems. *Applied Mathematics and Computation*, 2007, Vol. 192, Issue 2, pp. 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2007.03.033>
8. Al-Salman H.J. A cubic spline numerical method for singularly perturbed differential equations. *Mathematics*, 2021, Vol. 9(4), 392. <https://doi.org/10.3390/math9040392>
9. Эрматали Уулу, Б. Описание линий уровня гармонических функций в пакете прикладных программ MATLAB [Текст]/ Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков // Вестник Ошского государственного педагогического университета имени А. Мырсабекова. – 2022. – № 1-1(19). – С. 183-190. – EDN BHMKGМ.
10. Эрматали Уулу, Б. Сингулярдуу козголгон дифференциалдык теңдемелердин Maple15 колдонмо пакетинде чыгарылышы [Текст]/ Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков, А. Ибрагим Кызы // Интернаука. – 2022. – №. 14-5(237). – Р. 50-53. – EDN НТХУЈК.
11. Пирматов, А. З. MATLAB колдонмо пакетинде эки жана үч өлчөмдүү графиктердин тургузулушу / А. З. Пирматов, Б. Эрматали Уулу, А. Анарбеков // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – 2021. – №. 4(49). – Р. 38-45. – EDN JСІOJF.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442839>
УДК 658.1(075)

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

КАДИРАЛИЕВ АБЫЛАЙ КАБИБУЛЛАЕВИЧ

магистр технических наук,
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан

ТЕМИРХАНОВ ИСЛАМБЕК АСЫЛАНБЕКОВИЧ

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан

***Аннотация.** В работе рассматривается производственный процесс как объект системного анализа, представленный в виде совокупности взаимосвязанных подсистем (блоков). Формализованное описание условий функционирования производственного процесса включает требования технологической и конструктивной согласованности операций, непрерывности элементарных и составных работ, а также устойчивости и надежности всего производственного цикла. Завершающим этапом формализации является построение графических и математических моделей, позволяющих получить несколько альтернативных вариантов организации процесса и выбрать наиболее эффективный либо разработать новые решения.*

***Ключевые слова:** производственный процесс, подсистема, формализация, графическая модель, математическая модель, альтернатива.*

Введение

Концепция бережливого производства предполагает достижение максимального результата при минимальных затратах ресурсов, что требует декомпозиции общей задачи на ряд частных проблем. Ключевое место среди них занимает совершенствование производственного процесса, направленное на повышение качества продукции, сокращение сроков изготовления и снижение трудоёмкости работ.

Совершенствование производственного процесса осуществляется по различным направлениям, которые условно можно объединить в две основные группы. Первая группа включает мероприятия по развитию и оптимизации технологии производства. Вторая группа охватывает вопросы рационального проектирования производственного процесса, улучшения его организации и системы управления. Общим для указанных направлений является аналитический, суммативный подход к проектированию, при котором на основе заданной производственной программы подбираются и проектируются элементы системы: оборудование, оснастка, рабочие места, производственные участки, технологии, транспортные и вспомогательные средства. Их взаимное расположение и взаимодействие осуществляется с учётом принципов пропорциональности, ритмичности, параллельности и непрерывности. При этом предполагается детерминированность основных параметров производственного процесса.

Цели и задачи исследования

В рамках настоящего исследования поставлены следующие задачи:

1. Разработка методики анализа и синтеза производственного процесса;
2. Исследование структуры и свойств производственного процесса с построением его структурной модели;
3. Определение факторов, влияющих на функционирование процесса, и оценка их значимости с целью обеспечения устойчивости и адаптивности системы;

4. Проектирование производственного процесса, обеспечивающего оптимальное соответствие между трудом, средствами труда и трудовой деятельностью.

Теоретические исследования

Для проведения исследования производственный процесс представлен в виде совокупности автономных подсистем (блоков), функционирование которых может быть описано с использованием известных аналитических методов. Каждый блок отождествляется с отдельным рабочим местом, выполняющим конкретную операцию.

Функционирование блоков и их взаимодействие описываются логическими зависимостями и параметрами при условии, что выполнение очередной операции возможно только после завершения всех предшествующих работ согласно технологической последовательности. Такое представление позволяет применять математические методы анализа, включая детерминированные и вероятностные модели. Формализованные условия существования производственного процесса включают требования технологической и конструктивной совместимости операций, непрерывности элементарных и составных работ, согласованности производственного цикла, а также ритмичности и надежности системы в целом. Формализация процесса завершается построением графических и математических моделей, анализ которых позволяет сформировать несколько альтернативных вариантов организации производства. В качестве критериев выбора альтернатив используются:

- экономические показатели (минимум приведённых затрат);
- технические показатели (минимальная длительность производственного цикла);
- организационные показатели (уровень энтропии системы).

Методика исследования

Методика анализа и синтеза производственного процесса включает восемнадцать последовательных этапов, охватывающих все стадии проектирования — от анализа конструкции изделия до построения оптимизационной математической модели системы. (Далее перечень шагов сохранён по смыслу, но может быть при необходимости дополнительно переформулирован или сокращён для журнала.)

Экспериментальные исследования

На основе экспериментальных данных, полученных в ходе реализации предложенной методики, выполнен системный анализ и синтез производственного процесса изготовления изделия машиностроительного предприятия. Полученные результаты позволили обосновать рациональную структуру процесса и выявить резервы повышения его эффективности.

Рекомендации

Для повышения устойчивости производственного процесса, чёткого распределения ответственности и улучшения качества продукции рекомендуется придерживаться следующих организационных принципов:

1. Операция считается завершённой только после её приёмки на последующем рабочем месте;
2. Поддержание минимально допустимого запаса деталей на рабочих местах с использованием сигнальных карточек;
3. Применение выборочного контроля качества с первого предъявления;
4. Загрузка рабочих в соответствии с расчётным тактом производства;
5. Разработка блок-схемы информационных потоков и системы оперативного управления производственным процессом.

Выводы

Традиционные методы проектирования производственных процессов характеризуются недостаточной системностью и фрагментарностью. Применение системного подхода к анализу и синтезу производственного процесса позволяет учитывать его вероятностный характер и обеспечить согласование технологических операций во времени. Предложенный алгоритм обеспечивает возможность аналитического и графического обоснования рациональной структуры производственного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.И. Емельянов, О.В. Капник. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 460с.
2. И.А. Данилушкин. Аппаратные средства и программное обеспечение систем промышленной автоматизации. Учебное пособие – Самара. Самар.гос.техн.ун-т, 2007-204с.
3. Новицкий Н.И. Организация производства. — М.: Юрайт, 2021. — 368 с.
4. Клейнер Г.Б. Системная экономика: методология и практика. — М.: ЦЭМИ РАН, 2016. — 744 с.
5. Голубков Е.П. Методы принятия управленческих решений. — М.: Юрайт, 2020. — 344 с.
6. Шеннон К. Математическая теория связи. — М.: Иностранная литература, 1963. — 328

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442863>
УДК 622.245.54

АНАЛИЗ ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ТУРНЕЙСКОЙ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

ТУЛЕМИСОВА САМАЛ СЕРІКҚЫЗЫ

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск

СИСАЛИЕВА МАНАР БЕЙБИТАЛИЕВНА

Высший аграрно-технический колледж

Аннотация: *Обоснование потребности в проведении промысловых исследований при эксплуатации скважин с забойным давлением ниже давления насыщения для условий Северо-Восточной турнейской нефтяной залежей.*

Ключевые слова: *Пластовое давление, давление насыщения, фильтрационно-емкостные свойства, призабойная зона скважин, повышение нефтеотдачи пластов, снижение продуктивности, коэффициента продуктивности.*

Под коэффициентом продуктивности добывающей скважины понимается отношение ее дебита к перепаду между пластовым и забойным давлением, соответствующий этому дебиту.

В процессе бурения, освоения и эксплуатация добывающих скважин происходит снижение продуктивности вследствие ухудшения фильтрационно-емкостных свойств ФЭС в околоскважинной или призабойной зоне скважин ПЗС [2].

Под ПЗС понимается определенный объем пласта, вскрытый данной скважиной и примыкающий к ней, в котором потери энергии на движение флюида существенны. Размер этой зоны определяются радиусом, отсчитываемым от оси скважины, а ее физические характеристики, такие как коэффициент проницаемости, подвижности, проводимости, пьезопроводимости и др., обусловлены не только фильтрационно-емкостными параметрами коллектора, но и процессами, протекающими в ней, начиная от первичного вскрытия. При эксплуатации скважины состояние призабойной зоны постоянно изменяется не только вследствие природных явлений, но и за счет целенаправленной деятельности человека, предусматривающей увеличение дебитов добывающих скважин или приемистости нагнетательных, что связано с решением сложных задач интенсификации выработки запасов.

Состояние ПЗС оказывает существенное влияние на гидродинамику всего пласта и продуктивность скважин и имеет определяющее значение, так как ее физические свойства иногда существенно изменены по сравнению с удаленной зоной пласта

Исследованиями техногенных процессов, протекающих в пласте, занимались многие ученые: Горбунов А.Т., Кондратюк А.Т., Ибрагимов Л.Х., Михайлов Н.Н., Мищенко И.Т. и другие.

При большом многообразии прискважинных процессов, имеется определенная общность механизма ухудшения фильтрационных свойств пласта. Основным механизмом поражения пласта в прискважинной области – это блокировка части внутривискозного пространства твердыми частицами и флюидами и деформация скелета пористой среды под действием депрессии в призабойной зоне добывающих скважин. Указанный механизм ухудшения фильтрационных свойств пласта лежит в основе снижения проницаемости системы и оказывает существенное влияние на добычные возможности скважин.

Снижение продуктивности при эксплуатации добывающих скважин со снижением давления обусловлено следующими причинами:

- изменение проницаемости и пористости при изменении эффективного напряжения;

- снижение фазовых проницаемостей по жидкости (нефти) при снижении забойного давления ниже давления насыщения.

В условиях эксплуатации скважин при снижении давления, параметры призабойной зоны можно оценить на основе лабораторных, гидродинамических и геофизических исследований.

Достаточный полный учет техногенных процессов позволит повысить надежность оценки показателей разработки при прогнозировании извлекаемых запасов и обосновании технологий интенсификации добычи нефти и повышении нефтеотдачи пластов.

О промысловых исследованиях, проведенных на добывающих скважинах при снижении забойного давления ниже давления насыщения

В.Д. Лысенко в работе [3] кратко изложена суть научных публикаций, посвященных зависимости коэффициента продуктивности скважин от забойного давления, установленной по результатам промысловых исследований.

По данным исследований методом установившихся отборов (МУО) многих добывающих скважин на Ромашкинском нефтяном месторождении и других месторождений в Татарии, на нефтяных месторождениях в Башкирии, и на нефтяном месторождении Узень в Казахстане была выявлена четкая зависимость снижения коэффициента продуктивности по нефти от снижения забойного давления ниже давления насыщения, причем степень снижения коэффициента продуктивности, наблюдавшаяся по скважинам месторождения Узень, оказалась в пять раз выше, чем по скважинам Ромашкинского месторождения.

Снижение коэффициента продуктивности по нефти происходило за недели и месяцы, поэтому для обнаружения этого явления необходимо проводить исследования добывающих скважин по методу установившихся отборов в течение довольно продолжительного времени, и необходимо учесть в технологии проведения исследований.

По аналогии со временем восстановления (установления) давления на забое скважины существует время восстановления (у становления) коэффициента продуктивности скважины при заданном забойном давлении, причем время восстановления продуктивности превышает время восстановления давления.

Снижение продуктивности по нефти связано с ее разгазированием – с выделением из жидкости (из нефти) газообразных и твердых частиц, с нарушением первоначальных пластовых условий и выпадением из пластовой воды солей. На месторождении Узень (Г.Р. Требиным и другими) в период широкого распространения режима истощения было установлено, что при разгазировании нефти происходило незначительное снижение ее парафиносодержания, однако постепенно осадок парафина накапливался в пластах вблизи забоев добывающих скважин и резко снижал их продуктивность.

С энергетической точки зрения существует вполне определенное забойное давление ниже давления насыщения, при котором достигается максимальный дебит нефти. Отклонение забойного давления в ту или иную сторону от его рациональной величины приводит к снижению дебита нефти [4].

Величина рационального забойного давления прямо связана с конкретной величиной α - коэффициентом снижения продуктивности.

При забойном давлении ниже давления насыщения $P_{заб} < P_{нас}$ коэффициент продуктивности ниже той величины $\eta_0 < \eta$, что существует при забойном давлении, равном или выше давления насыщения. Эта зависимость коэффициента продуктивности от забойного давления представляет следующей формулой:

$$\eta = \eta_0 * e^{-\alpha * (P_{нас} - P_{заб})} \quad \text{при } P_{нас} > P_{заб},$$

$$\text{где } \eta_0 \text{ и } \eta \text{ в } \frac{T}{\text{сут} * \text{ат}}, \quad P_{нас} \text{ и } P_{заб} \text{ в ат}, \quad \alpha \text{ в } 1/\text{ат}$$

Отсюда получается формула коэффициента снижения продуктивности:

$$\alpha = \frac{1}{P_{нас} - P_{заб}} * \text{Ln} \frac{\eta^0}{\eta}.$$

Для девонских пластов Ромашкинского нефтяного месторождения этот коэффициент оказался равным $\alpha = 0,007$ 1/ат, а для продуктивных пластов месторождения Узень равным 0,035 1/ат, т.е. в пять раз больше или в пять раз хуже.

По фактическим данным по большому числу скважин месторождения Узень было установлено очень важное обстоятельство: процесс изменения коэффициента продуктивности скважины при изменении ее забойного давления является обратимым – идет как в прямом, так и в обратном направлении – после снижения коэффициента продуктивности при снижении забойного давления может быть его повышение при соответствующем повышении забойного давления. Отличие (несовпадение) прямого и обратного ходов процесса (явление гистерезиса) не наблюдалось, что, вероятно было обусловлено тем, что рассмотренные факты были, в основном, не из первого цикла снижения-повышения, а из последующих циклов снижения-повышения. [4]

По фактическим данным по многим скважинам месторождения Узень были выявлены экстремальные точки с максимальным дебитом нефти и последующее их снижение, несмотря на снижение забойного давления ниже давления насыщения и увеличение депрессии. Это происходило потому, что для увеличения дебита нефти увеличивали расчетную производительность глубинных насосов, однако происходило не увеличение, а наоборот, уменьшение дебита нефти. Глубинные насосы работают очень жестко, и в первое время их дебит нефти действительно увеличивался, но затем постепенно коэффициент продуктивности снижался и снижался дебит нефти. Процесс катастрофического падения дебита нефти только потому не доходил до своего предела, что ухудшалась работа самих глубинных насосов (выделившийся из нефти газ снижает их коэффициент наполнения) и увеличивалась обводненность отбираемой жидкости.

При обводнении добывающих скважин по мере увеличения обводненности отбираемой жидкости затруднялось определение снижения коэффициентов продуктивности по нефти. Это было связано с неточностью определения обводненности жидкости. Чем выше обводненность жидкости, тем меньше коэффициент продуктивности по нефти влияет на коэффициент продуктивности по жидкости, тем труднее по изменению дебита жидкости судить об изменении дебита по нефти. При определенной (обычно очень большой) обводненности жидкости экстремальная точка максимального дебита жидкости оказывалась недостижимой, поскольку экстремальная величина забойного давления снижалась до нуля и ниже.

По обводняющимся добывающим скважинам при снижении забойного давления ниже давления насыщения происходило снижение коэффициента продуктивности по нефти, но коэффициент продуктивности по воде оставался неизменным, соответственно происходило искусственное (не связанное с выработкой запасов нефти) увеличение обводненности добываемой нефти.

Поэтому с увеличением обводненности при определении рационального снижения забойного давления добывающих скважин необходимо точно определять обводненность жидкости и судить по дебиту нефти, искать экстремальную точку с максимальным дебитом нефти.

Исходя из вышеизложенного, следует, что по добывающим скважинам для установления рациональных дебитов нефти и рациональных забойных давлений необходимо учитывать закономерность снижения коэффициента продуктивности при снижении забойного давления ниже давления насыщения в условиях данного месторождения.

При эксплуатации скважин с падением пластового давления забойные давления снижались ниже давления насыщения, что не предусматривалось в [1] из-за возможного снижения продуктивности. Для оценки изменения коэффициентов продуктивности в

добывающих скважинах при снижении забойных давлений ниже давления насыщения были использованы результаты исследований МУО (не менее трех режимов), приведенных в Приложении А (таблица А2). Из таблицы А2 видно, что наиболее полный и информативный комплекс исследований МУО проводился в скважине 30, по результатам которых было оценено изменение коэффициента продуктивности в условиях реальной скважины при снижении забойного давления. В таблице 1.3 приведены расчетные значения коэффициента продуктивности по скважине 30, определенные по результатам исследований МУО, проведенных в августе и сентябре 2018гг. соответственно. Из таблицы 1.3 видно, что в скважине 30, в ходе исследований МУО, проведенных в августе 2008г., при последовательном увеличении диаметра штуцеров и снижении забойного давления ниже средней проектной величины давления насыщения (18.33 МПа) происходило возрастание дебита нефти, но, при этом снижался коэффициент продуктивности. При исследованиях МУО, проведенных через 25.5 сут после предыдущих исследований, дебит нефти и коэффициент продуктивности варьировали на сравнительно меньших отметках, и наблюдалось снижение коэффициента продуктивности с уменьшением диаметра штуцеров и повышении забойного давления. В соответствии с заключением, компании, проводившей исследования МУО и обработку результатов, определить причину снижения коэффициента продуктивности не удалось из-за нарушения технологии исследований.

Оценка значения давления насыщения, проведенная на основании данных по PVT анализам пластового флюида Северо-Восточной турнейской нефтяной залежи, предоставленных Заказчиком, показывает, что среднее значение, утвержденное в Проекте, не совсем достоверное, т.к. часть проб по скважинам 12, 13, 20, 24, 30 были отобраны из интервалов, включающих газоконденсатную залежь Т1г, что могло сказаться результатах исследований. Поэтому, в дальнейшем, необходимо откорректировать величину среднего значения давления насыщения для Северо-Восточной турнейской нефтяной залежи.

Таблица 1. Значения коэффициентов продуктивности по скважине 30, рассчитанные на основании результатов исследований МУО

| № скв. | Дата замера | Рпл, МПа | Дата замера | Рзаб, МПа | Дшт, мм | Qн, м3/сут | ΔР, МПа | Кпрод, м3/(сут*МПа) |
|--------|-------------|----------|----------------|-----------|---------|------------|---------|---------------------|
| 30 | Август 14г. | 22.9* | Август 18г. | 18.4 | 8 | 74 | 4.5 | 16.4 |
| | | | Август 18г. | 15 | 12 | 114.5 | 7.9 | 14.5 |
| | | | Август 18г. | 12.9 | 14 | 128.3 | 10 | 12.8 |
| | | | Август 18г. | 11.4 | 16 | 143.4 | 11,5 | 12.5 |
| | | | Август 18г. | 10.8 | 18 | 150.5 | 12.1 | 12.4 |
| | | | Сентябрь 18г** | 10.7 | 18 | 141.1 | 12.2 | 11.6 |
| | | | Сентябрь 18г | 11.3 | 16 | 132.3 | 11.6 | 11.4 |
| | | | Сентябрь 18г | 12.0 | 14 | 125.5 | 10.9 | 11.5 |
| | | | Сентябрь 18г | 13 | 12 | 101 | 9.9 | 10.2 |
| | | | Сентябрь 18г | 15.9 | 8 | 58.6 | 7 | 8.4 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологическая схема разработки нефтяных залежей месторождения Чинаревское // АО «НИПИнефтегаз», Актау, Уральск. - 2019.
2. Мищенко, И.Т. Выбор способа эксплуатации скважин нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Мищенко, И.Т, Т.Б. Бравичева, А.И. Ермолаев. - М. : ФГУП Из-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005г.
3. Лысенко. В.Д. Разработка нефтяных месторождений (теория и практика) / Лысенко. В.Д. М. :, «Недра», 1996г.;
4. РД 153-39.0-109-01: «Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений».

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442875>
УДК 664.788:66.047:66.011

ТАРЫ ДӘНДЕРІН КЕПТІРУ

АЙБЕКҚЫЗЫ АЯУЛЫМ

Алматы технологиялық университетінің студенті,
Алматы, Қазақстан

КҮЗЕМБАЕВА ГАУХАР ҚАНАШҚЫЗЫ

Алматы технологиялық университетінің қауымд.профессоры,
Алматы, Қазақстан

КҮЗЕМБАЕВ ҚАНАШ

Алматы технологиялық университетінің қауымд.профессоры,
Алматы, Қазақстан

ОРАЛБАЕВ САРСЕМБЕК

Алматы технологиялық университетінің қауымд.профессоры,
Алматы, Қазақстан

Аннотация: Бұл жұмыста тары дәндерін сөк өндіру технологиясында инфрақызыл сәулемен кептіру процесінің кинетикасы зерттелді. Кептіру гидротермиялық өңдеуден кейін дәннің құрылымдық және физика-химиялық қасиеттерін тұрақтандыратын негізгі операция болып табылады. Ылғалдың дән ішіндегі миграциясы диффузиялық механизмдер арқылы жүріп, Фик заңдары негізінде сипатталды. Кептіру кинетикасын аппроксимациялау үшін Page моделі қолданылды. Модель параметрлері эксперименттік деректер негізінде анықталды. Алынған нәтижелер Page моделінің тары дәндерін кептіру процесін дәл сипаттайтынын көрсетті. Кептіру жылдамдығының өзгеруі процесс кезеңдерінің айқындалуына мүмкіндік берді. Ұсынылған тәсіл кептіру режимдерін оңтайландыруға және энергия шығынын азайтуға бағытталған.

Кілт сөздер: тары дәні, сөк, кептіру процесі, инфрақызыл сәуле, Page моделі, диффузия

Тары сөгін алу кезінде кептіру операциясы ерекше орын алады, себебі ол қайнатылған тары дәнінің гидротермиялық өңдеуден кейінгі қасиеттерін тұрақтандырып, өнімнің соңғы сапасына шешуші әсер етеді[1,2].

Кептіру процесінің ғылыми негіздері:

Кептіру процесінде тары дәніндегі ылғалдың ішкі миграциясы негізінен диффузиялық механизм арқылы жүзеге асады, ал оны сипаттау үшін классикалық Фик теңдеулері қолданылады [3]:

$$J = -D \frac{dW}{dx}, \quad (1)$$

мұнда J- диффузиялық ағынның тығыздығы, кг/(м²·с) немесе моль/(м²·с); D - диффузия коэффициенті, м²/с; C - диффузияланатын компоненттің концентрациясы; x - диффузия бағыты бойынша координата.

Теңдеудегі теріс таңба ылғал ағынының концентрация градиентіне қарсы бағытталатынын, яғни жоғары концентрация аймағынан төмен концентрация аймағына қарай өтетінін білдіреді. Бұл заң ішкі массаалмасу кедергісі басым болатын кептіру, ылғалдандыру және экстракциялау үдерістерін сипаттауда кеңінен қолданылады.

Температураның жоғарылауы диффузия коэффициентінің өсуіне және ылғал миграциясының қарқындылануына ықпал етеді, алайда шамадан тыс қыздыру дән бетінде тығыз қабықша түзіп, ішкі ылғалдың сыртқа шығуын шектеуі мүмкін. Кептіру кинетикасын шартты түрде үш негізгі кезеңге бөлуге болады: бастапқы кезеңде дән бетінде орналасқан еркін ылғалдың қарқынды булануы байқалады; келесі кезеңде ішкі қабаттардан ылғалдың диффузиялық жолмен жылжуы басым болады; соңғы кезеңде материалдың ылғалдылығы тепе-теңдік мәніне біртіндеп жақындайды.

Алынған тәжірибелік нәтижелер кептіру процесін сипаттау үшін Page моделін қолданудың орындылығын дәлелдейді [4]:

$$W(t) = W_{\infty} + (W_0 - W_{\infty}) \exp(-kt^n), \quad (2)$$

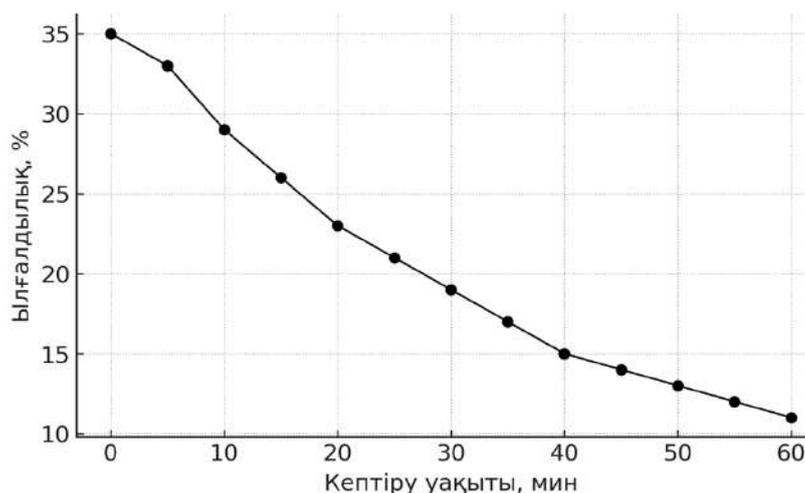
мұндағы W_0 – бастапқы ылғалдылық, W_{∞} – соңғы ылғалдылық, k , n – эксперименттік коэффициенттер.

Page моделі тәжірибелік деректермен жақсы сәйкестік көрсете отырып, кептіру процесінің нақты кинетикалық заңдылықтарын сипаттауға мүмкіндік береді. А

Энергетикалық көрсеткіштерді анықтау үшін тарыны қыздыру динамикасын зерттеуге арналған эксперименттер сериясы өткізілді. Тары дәнінің әртүрлі нүктелеріндегі (жоғары, төмен, орталық) температура өзгерісін зерттеу мақсатында арнайы мини-датчиктер қолданылды. Бір датчиктер (терможұптар) тары дәнінің ортасына орналастырылды.

Теориялық болжамдар бойынша, екі жақты жылыту кезінде дәннің әртүрлі нүктелеріндегі температура айырмашылығы минималды болуы тиіс.

Төмендегі 1 суретте центрифугадан шыққан тары дәнін инфрақызыл кептіргіште кептіру графигі көрсетілген.



1 сурет- Центрифугадан шыққан тары дәндерінің ИҚ сәулемен кептіру сызығы көрсетілген (кептіру камерасындағы температура (60°C))

Графикте екі қатар бар:

Нүктелер – эксперименттік деректерден алынған сандық туынды (орталық айырмалар бойынша), %/мин.

Үздіксіз сызық – Page моделінің аналитикалық туындысы бойынша есептелген кептіру жылдамдығы.

Мұнда: Басында ($t \rightarrow 0$) кептіру жылдамдығы жоғары – ылғал тез шығады;

Уақыт өткен сайын $R(t)$ монотонды азаяды – диффузиялық кезең басым; 50–60 мин аймағында жылдамдық нөлге жуық – тепе-теңдік ылғалдылыққа жақындайды.

Кептіру операциясы сөк өндіру технологиясында өнім сапасын қалыптастыратын негізгі кезеңдердің бірі болып табылады. Дұрыс таңдалған режим тары дәнінің құрылымдық, химиялық және органолептикалық қасиеттерін оңтайландырып, қуыру сапасын, уату тиімділігін және соңғы өнімнің дәмдік-жиынтық көрсеткіштерін жақсартады.

Кептірудің ғылыми негізделген тәсілдерін қолдану жент өндірісін энергия үнемдейтін, өнім сапасы тұрақты, технологиялық ауытқуларға төзімді процесс деңгейіне көтереді.

Дифференциалдық теңдеу және кептіру жылдамдығы. Page моделі үшін туынды:

$$\frac{dW}{dt} = (W_0 - W_\infty)e^{-kt^n} \cdot (-knt^{n-1}) \quad (3)$$

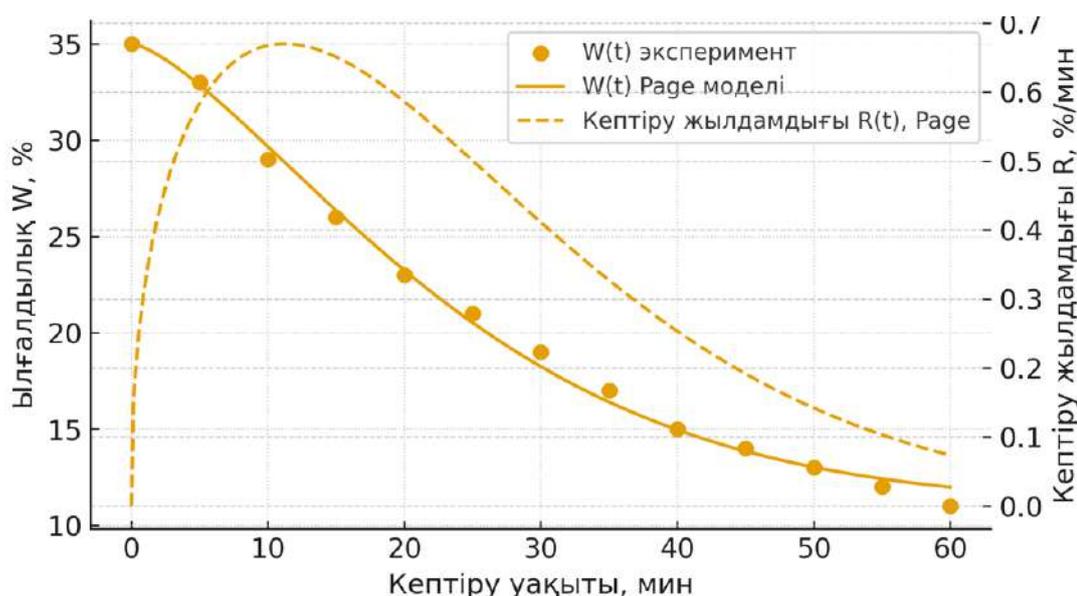
Кептіру жылдамдығы ретінде:

$$R(t) = -dW/dt \quad (4)$$

яғни графикте $R(t)$ – оң мәндер (%/мин).

Инфрақызыл сәулемен дәндерді кептіру және кептіру жылдамдығы 2- сурет.

Кептіру процесінің кинетикалық табиғатын сипаттайтын негізгі көрсеткіштердің бірі – материалдың ылғал жоғалту жылдамдығы, яғни $-dW/dt$. Эксперименттік деректерді сандық дифференциалдау нәтижесінде және Page моделінің аналитикалық туындысын қолдана отырып алынған кептіру жылдамдығының графигі ($R(t)$) материалдың әртүрлі кезеңдерде әртүрлі механизмдермен кебетінін айқын көрсетеді. Кептірудің бастапқы кезеңінде ($t = 0-10$ мин) дәннің беткі қабатында еркін және сәл байланысқан судың булануы басым болғандықтан ылғалдың шығу жылдамдығы ең жоғары мәнге ие. Бұл кезеңде температураның өсуі мен беттік масса алмасудың қарқындылығы ылғалдың ауа ағынына тез өтуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде кептіру жылдамдығы шамамен 1,5–2,0 %/мин деңгейінде қалыптасады.



2 сурет- Дәндерді кептіру және кептіру жылдамдығы

Ортаңғы кезеңде ($t = 15-40$ мин) кептіру жылдамдығының айқын төмендеуі байқалады. Бұл кезеңнің сипаттамасы – ішкі диффузиялық кедергілердің артуы және капиллярлық аймақтың әлсіреуі. Дән эндосперміндегі ылғалдың бетке қарай жылжуы енді диффузия заңдарына бағынады, ал Page моделінің туындысы көрсеткендей, экспоненциалдық бәсеңдеу орын алады. Нәтижесінде кептіру жылдамдығы 0,5–1,0 %/мин деңгейіне дейін төмендейді, бұл материалдың құрылымдық тығыздануы мен ішкі ылғал өткізгіштігінің азаюымен

түсіндіріледі. Дәл осы кезеңде кептірудің технологиялық тиімділігін арттыру үшін температура мен ауа жылдамдығын динамикалық реттеу маңызды рөл атқаруы мүмкін.

Кептірудің соңғы кезеңінде ($t = 45-60$ мин) процесс ең баяу жүреді, себебі материал тепе-теңдікке жақындап, ылғалдың басым бөлігі байланысқан күйге өтеді. Бұл кезеңдегі жылдамдық $0,1-0,2$ %/мин шамасында ғана, яғни жалпы кептіру уақытының энергия шығыны жоғары, бірақ кинетикалық тиімділігі төмен бөлігі болып табылады. Page моделінің туындысы да осы құбылысты дәл растайды: экспоненциалдық азаю функциясы ішкі ылғалдың қалдықтарын шығару өте баяу жүретінін көрсетеді. Бұл нәтижелер кептіру процесін оптимизациялау үшін соңғы кезеңде температураны төмендету немесе рециркуляциялық режимге көшу сияқты энергия үнемдеу шараларын қолданудың тиімді екенін көрсетеді.

Кептіру процесінің терең физика-химиялық мәнін түсіну үшін ылғалдылықтың уақыт бойынша өзгеруін ғана емес, сонымен қатар кептіру жылдамдығының $-dW/dt$ динамикасын талдау маңызды. Бұл көрсеткіш материалдағы ылғалдың миграция механизмін, ішкі және сыртқы кедергілердің өзгеруін, сондай-ақ технологиялық параметрлердің (температура, ауа жылдамдығы, қабат қалыңдығы) процеске әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Эксперименттік деректер негізінде алынған дифференциалдық қисықтар және Page моделі бойынша есептелген аналитикалық кептіру жылдамдығының графигі осы құбылыстарды сандық дәлдікпен сипаттайды.

Page моделі мынадай түрге ие:

$$W(t) = W_{\infty} + (W_0 - W_{\infty}) \exp(-kt^n), \quad (5)$$

мұндағы W_0 – бастапқы ылғалдылық; W_{∞} – тепе-теңдік ылғал; k, n – кептіру кинетикасын сипаттайтын модель параметрлері.

Бұл модельдің уақыт бойынша туындысы кептіру жылдамдығын береді:

$$\frac{dW}{dt} = -(W_0 - W_{\infty}) k n t^{n-1} \exp(-kt^n). \quad (6)$$

Кептіру жылдамдығын оң мән ретінде көрсету үшін:

$$R(t) = -\frac{dW}{dt}. \quad (7)$$

2 суретте Page моделі бойынша алынған $R(t)$ қисығы эксперименттік деректерден сандық дифференциалау арқылы алынған кептіру жылдамдықтарымен салыстырылып көрсетілген. Алынған нәтиже екі қисықтың да уақыт бойынша біртіндеп бәсеңдеу заңдылығын дәл қайталайтынын анық көрсетеді.

Кептірудің бастапқы кезеңінде ($t = 0-10$ мин) ылғал жоғалту жылдамдығы ең жоғары мәнге жетеді. Эксперименттік деректер бойынша кептіру жылдамдығы шамамен $1.5-2.0\%$ ·мин⁻¹ диапазонында болды. Бұл кезеңде дәннің қабықшасында орналасқан еркін су буланып, беттік масса алмасу негізгі механизм болып табылады. Мұндай қарқынды булану беттік температураның тез көтерілуімен түсіндіріледі. Page моделінің аналитикалық туындысы да осы аймақта айқын максимумға ие, бұл бастапқы кезеңнің жылу-ылғал алмасудың ең қарқынды фазасы екенін дәлелдейді.

Ортаңғы кезең ($t = 10-40$ мин) кептіру кинетикасының диффузиялық режимге өтетін кезеңі болып табылады. Бұл уақытта кептіру жылдамдығы айтарлықтай бәсеңдейді ($0.5-1.0\%$ мин⁻¹). Дән эндосперміндегі ылғал енді бет жағынан берілетін жылу әсерінен ішкі аймақтардан капиллярлық-диффузиялық жолмен қозғалады. Ішкі массаның тығыздалуы

диффузия коэффициентінің төмендеуіне әкеледі, сондықтан кептірудің бұл кезеңі материалдың құрылымдық қасиеттерімен шектеледі. Henderson моделі бойынша алынған қисық та осы кезеңде диффузиялық бәсеңдеудің анық байқалатынын көрсетеді.

Соңғы кезеңде ($t = 45-60$ мин) кептіру жылдамдығы ең төмен мәндерге ($0.1-0.2\%$ мин⁻¹) жетеді. Бұл аймақта материал тепе-теңдік ылғалдылығы W_∞ маңына жақындайды және байланысқан суды бөліп шығару үшін қажетті энергия шығыны айтарлықтай артады. Page моделінің экспоненциалды мүшесі $\exp(-ktn)$ шамамен нөлге ұмтылатындықтан, осы кезеңде кептіру жылдамдығы аналитикалық түрде де бәсеңдейді. Бұл нәтиже практикалық тұрғыдан соңғы кептіру кезеңінде температураны төмендету немесе рециркуляциялық ауа режимін пайдалану арқылы энергия үнемдеудің тиімді екендігін көрсетеді.

Жалпы алғанда, дифференциалдық талдау дәнді кептіру процесінің үш негізгі кинетикалық кезеңнен тұратындығын растайды:

1. беттік булану фазасы – жылдам кептіру;
2. диффузиялық фаза – ылғалдың ішкі миграциясы;
3. байланысқан ылғал фазасы – баяу кептіру.

Бұл нәтижелер сөк өндірісіндегі кептіру режимдерін ғылыми тұрғыдан оңтайландыруға, энергия шығынын азайтуға және өнім сапасын арттыруға негіз болады.

Page моделіндегі коэффициенттерді анықтау мвна сатылармен жүргізіледі:

1-қадам. Белгілі шамалар: W_0 – бастапқы ылғалдылық. Графикте $t=0$ кезіндегі $W(0)$ мәнін аламыз (мысалы, 35 %). W_∞ – тепе-теңдік ылғалдылық. Графиктің соңындағы ылғалдылық (үлкен $t \rightarrow$ соңғы нүктелер). Практикада соңғы 2–3 нүктенің орташа мәнін алады (мысалы, 11–12 % $\rightarrow W_\infty \approx 11.5\%$). Содан кейін барлық нүктелер үшін нормаланған ылғал үлесі есептеледі:

$$\theta(t) = \frac{W(t) - W_\infty}{W_0 - W_\infty}. \quad (8)$$

1. Page теңдеуін былай жазамыз:
- 2.

$$\theta(t) = e^{-kt^n}. \quad (9)$$

2-қадам. Бірінші логарифмдеу. Теңдеудің екі жағынан да натурал логарифм аламыз:

$$\ln \theta(t) = -kt^n. \quad (10)$$

Бірақ бізге k да, n де белгісіз, сондықтан екінші логарифм енгіземіз.

3-қадам. Екі еселік логарифмдеу ($\ln - \ln$ сызықтандыру). (10) теңдеуді қайта жазамыз:

$$-\ln \theta(t) = kt^n. \quad (11)$$

Осыдан тағы да логарифм аламыз:

$$\ln(-\ln \theta(t)) = \ln k + n \ln t. \quad (12)$$

Бұл – кәдімгі тура сызық теңдеуі: $Y=A+nX$, мұндағы $X=\ln t$; $Y=\ln(-\ln \theta(t))$; $A=\ln k$ – қиылысу, n – түзу сызықтың көлбеулік бұрышы.

4-қадам. Есептеу алгоритмі. Графиктен 6–10 уақыт нүктесін таңдаймыз: t_i және сәйкес ылғалдылық W_i .

Маңызды: $\theta_i < 1$ және $\theta_i > 0$ болуы керек, әйтпесе \ln анықталмайды. Сондықтан бастапқы және соңғы нүктелерде аса абай болу керек.

Сызықтық регрессия орындаймыз:

$$X_i = \ln t_i, \quad Y_i = \ln(-\ln \theta_i). \quad (13)$$

Кәдімгі ең кіші квадраттар әдісі бойынша:

$$n = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2},$$

$$A = \bar{Y} - n\bar{X}, \quad (14)$$

мұндағы \bar{X} , \bar{Y} – орташа мәндер.

Содан кейін:

$$k=e^A. \quad (15)$$

Осылайша, график бойынша Page моделінің екі параметрі анықталады: k және n. Табылған k және n мәндерін Page формуласына қойып, есептік қисық аламыз. Төменде нақты k, n мәндерімен, формуласы мен графигіне сілтемесі бар толық рәсімделген Page моделі берілді.

Бастапқы деректер. Берілген кептіру графигі бойынша эксперименттік деректер (тары дәні):

Бастапқы ылғалдылық: $W_0=35\%$. Тепе-теңдік ылғал (соңғы нүкте): $W_\infty=11\%$. Page моделі: $W(t)=W_\infty+(W_0-W_\infty)\exp(-kt^n)$. Нормаланған ылғал үлесі:

$$\theta(t) = \frac{W(t) - W_\infty}{W_0 - W_\infty}. \quad (16)$$

Сонда:

$$\theta(t) = \exp(-kt^n). \quad (17)$$

теңдеудің екі жағын логарифмдейміз:

Одан әрі:

$$-\ln \theta(t) = kt^n, \quad \ln(-\ln \theta(t)) = \ln k + n \ln t. \quad (18)$$

Енді:

$$X_i=\ln t_i, \quad Y_i=\ln(-\ln \theta_i), \quad (19)$$

болғанда сызықтық байланыс:

$$Y_i=A+nX_i, \quad A=\ln k. \quad (20)$$

Эксперименттік нүктелер үшін ($t = 5-50$ мин, шеткі $t=0$ және $t=60$ нүктелері $\theta=1$ және $\theta=0$ болғандықтан диаграммаға енгізілмейді) келесі кесте алынды:

1 кесте- Эксперименттік нүктелер

| i | t, мин | W, % | $\theta_i=(W-1)/(35-11)$ | $\ln t_i$ | $\ln(-\ln \theta_i)$ |
|---|--------|------|--------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | 5.0 | 33.0 | 0.9167 | 1.6094 | -2.4417 |
| 2 | 10.0 | 29.0 | 0.7500 | 2.3026 | -1.2459 |
| 3 | 15.0 | 26.0 | 0.6250 | 2.7081 | -0.7550 |
| 4 | 20.0 | 23.0 | 0.5000 | 2.9957 | -0.3665 |

| | | | | | |
|----|------|------|--------|--------|---------|
| 5 | 25.0 | 21.0 | 0.4167 | 3.2189 | -0.1330 |
| 6 | 30.0 | 19.0 | 0.3333 | 3.4012 | 0.0940 |
| 7 | 35.0 | 17.0 | 0.2500 | 3.5553 | 0.3266 |
| 8 | 40.0 | 15.0 | 0.1667 | 3.6889 | 0.5832 |
| 9 | 45.0 | 14.0 | 0.1250 | 3.8067 | 0.7321 |
| 10 | 50.0 | 13.0 | 0.0833 | 3.9120 | 0.9102 |

Ең кіші квадраттар әдісімен n және k табу. Ең кіші квадраттар формулалары:

$$n = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2},$$

$$A = \bar{Y} - n\bar{X}, \quad k = e^A. \quad (21)$$

Есептеу нәтижелері (Python): $n \approx 1,42$, $k \approx 0,00953$. Сонда:

$$A = \ln k \approx \ln(0,00953) \approx -4,653.$$

Нақты Page моделі (сөк өндірісіндегі кептіру үшін)

Табылған параметрлерді (5) формуласына қойсақ:

$$W(t) = 11 + (35 - 11) \exp(-0,00953 \cdot t^{1,42}). \quad (22)$$

немесе:

$$W(t) = 11 + 24 \exp(-0,00953 \cdot t^{1,42}). \quad (23)$$

Бұл теңдеу тары дәнін сөк технологиясында кептіру процесінің нақты кинетикасын сипаттайды және жоғарыдағы суреттегі эксперименттік деректермен өте жақсы сәйкестік көрсетеді Эксперименттік нүктелер мен есептік қисықтың жақындығы Page моделінің осы процесті сипаттаудағы адекваттылығын растайды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Page G.E. Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers: MSc Thesis. – West Lafayette: Purdue University, 1949. – 72 p.
2. Setareh, M., Assari, M. R., Basirat Tabrizi, H., & Maghamian Zadeh, A. (2024). Experimental and drying kinetics study on millet particles by a pulsating fluidized bed dryer. *Heliyon*, 10(13), e33680. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33680>
3. Кузембаева Г.К., Кузембаев К.К. Производство крупяного пищецентра. *Fundamentalis scientiam*, N 28/2019 VOL.1 , Scientific journal “Fundamentalis scientiam” (Madrid, Spain)
4. Ojediran, J. O., & Raji, A. O. (2010). Thin layer drying of millet and effect of temperature on drying characteristics. *International Food Research Journal*, 17(4), 1095–1106.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442888>
УДК 669.168

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЦИНКА И ФЕРРОСИЛИЦИЯ В СИСТЕМЕ $ZnS - Fe_2O_3 - SiO_2 - C$

РЫСБЕК НҮРДӘУЛЕТ СМАҒҰЛҰЛЫ

Магистрант кафедры ТСиМ, Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова,
Шымкент, Казахстан

ШЕВКО ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ

Профессор кафедры ТСиМ, Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова,
Шымкент, Казахстан

КАРАТАЕВА ГУЛЬНАРА ЕРГЕШОВНА

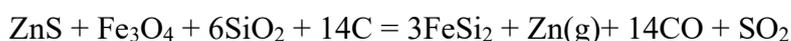
Доцент кафедры ТСиМ, Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Шымкент,
Казахстан

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований равновесного взаимодействия в смеси ZnS , Fe_2O_3 , SiO_2 , с совместным образованием цинка и силицидов железа. Исследования проведены с использованием комплекса HSC-6.0 с привлечением модулей Reaction Equations и Equilibrium Compositions. Приведен расчет ΔG^0 девяти реакций совместного получения газообразного цинка и силицидов железа (от Fe_2Si до $FeSi_2$) и их смесей. Установлено, что начальная температура совместного образования $Zn(g)$ и силицидов увеличивается от 1056 до 1531 $^{\circ}C$. Марка образующегося ферросилиция зависит от начальной температуры совместного образования $Zn(g)$ и силицидов железа; для марки $FeSi15$ эта температура составляет 1050-1140 $^{\circ}C$, а для марки $FeSi50$ – 1520 -1531 $^{\circ}C$. Полный термодинамический анализ показал, что взаимодействие в системе происходит с образованием Fe_3Si , $FeSi$, Fe_5Si_3 , $FeSi_2$, $FeSi_{2,33}$, $FeSi_{2,43}$, Fe , $SiO(g)$, $Si(g)$, $FeSiO_3$, FeO , Fe_3O_4 , FeS , Zn , $Zn(g)$, $ZnS(g)$, $ZnSiO_3$, $CO(g)$, $CO_2(g)$, $SO_2(g)$, $CS_2(g)$, $COS(g)$, $CS(g)$. Причем высокий (>99%) переход цинка в газообразное состояние происходит при температуре $\geq 1800^{\circ}C$.

Ключевые слова: энергия Гиббса, энтальпия, термодинамическое моделирование, температура, степень извлечения, цинк, силициды железа, ферросилиций.

Технология переработки сульфидных цинксодержащих руд состоит из нескольких переделов: руда → дробление → измельчение → обогащение → обжиг концентрата → выщелачивание огарка → очистка раствора → электролиз → катодный цинк [1]. Схема, как видно, многостадийная и характеризуется образованием хвостов обогащения, которые хранятся в отвалах загрязняют окружающую среду. В ЮКУ предложена новая технология переработки сульфидной цинксодержащей руды с повышенным (40-50%) содержанием кремнезема. Технология исключает из классической схемы измельчение руды, обогащение и обжиг её. Она состоит из переделов: руда → дробление → электроплавка → переработка возгонов [2-4]. Продуктами технологии являются ферросилиций и возгоны, содержащие цинк и свинец.

Основой способа является реакция:

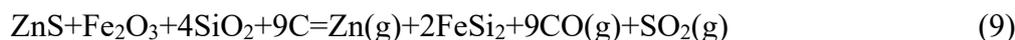
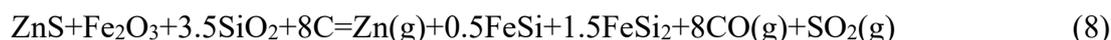
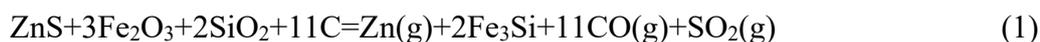


Fe_3O_4 в этом случае является донором кислорода для окисления сульфида цинка. Мольная доля кислорода в Fe_3O_4 составляет 57,1%. Большая мольная доля (60%) кислорода у Fe_2O_3 . Поэтому донорная кислородная способность Fe_2O_3 больше, чем у Fe_3O_4 .

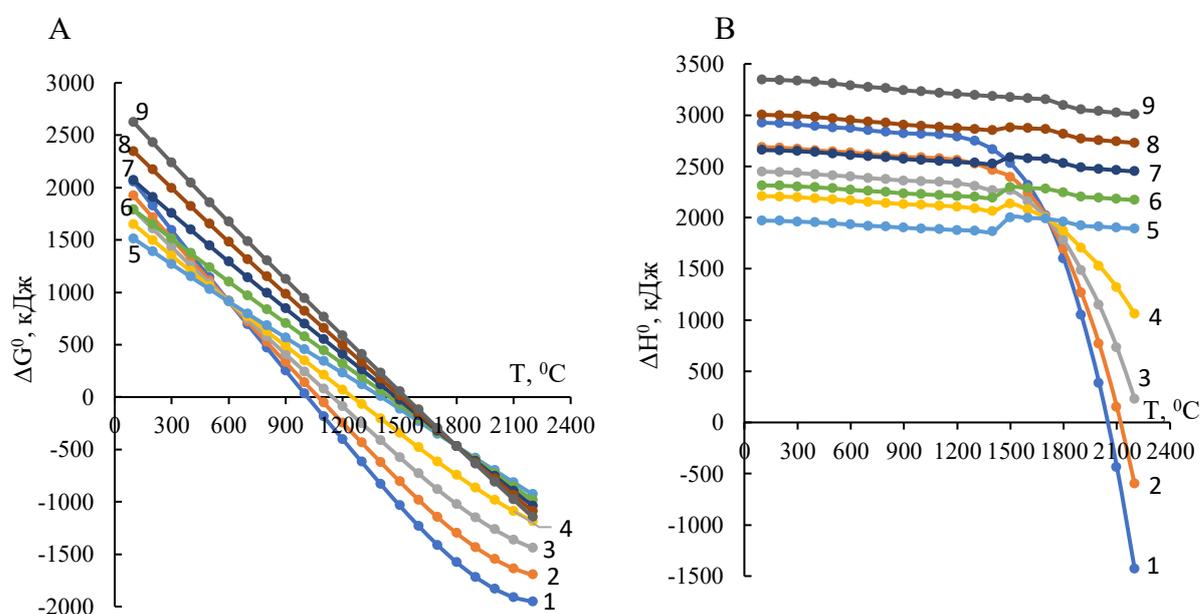
В статье приводятся результаты исследований по взаимодействию в системах ZnS – Fe₂O₃ – SiO₂–C с извлечением цинка в газовую фазу и перевода кремния из SiO₂ в силициды железа с образованием кремнийсодержащего ферросплава.

Методика исследований. Исследования проводились методом компьютерного термодинамического моделирования программным комплексом HSC-6.0 с использованием модуля Reaction Equations для режима ΔG^0 , ΔH^0 и модуля Equilibrium Compositions для определения равновесного количественного распределения элементов [5]. Равновесная степень распределения элементов (α , %) рассчитывалась по алгоритму опубликованному [6].

Результаты исследований. На первом этапе исследований определялось влияние температуры на изменение свободной энергии Гиббса и энтальпии образования газообразного цинка и силицидов железа (Fe₃Si, FeSi, FeSi₂) реакций:



На рисунке 1 показано влияние температуры на ΔG^0 и ΔH^0 реакций.



Цифры у линии соответствуют номерам реакций
 Рисунок 1-Влияние температуры на ΔG^0 (А) и ΔH^0 (В) взаимодействия

в системах $ZnS - nFe_2O_3 - mSiO_2 - fC$

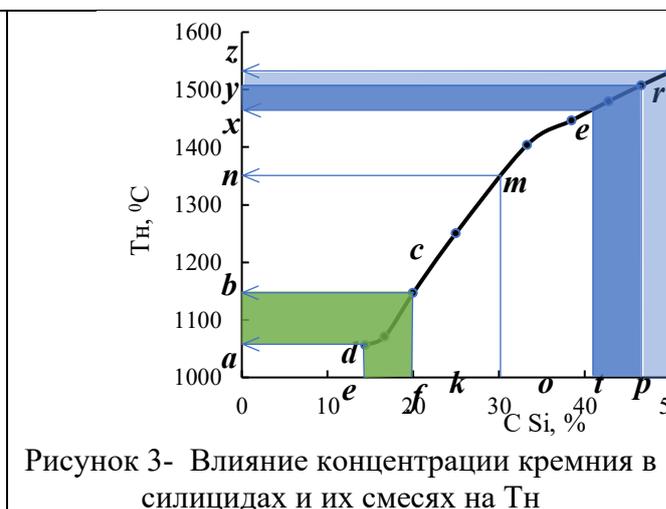
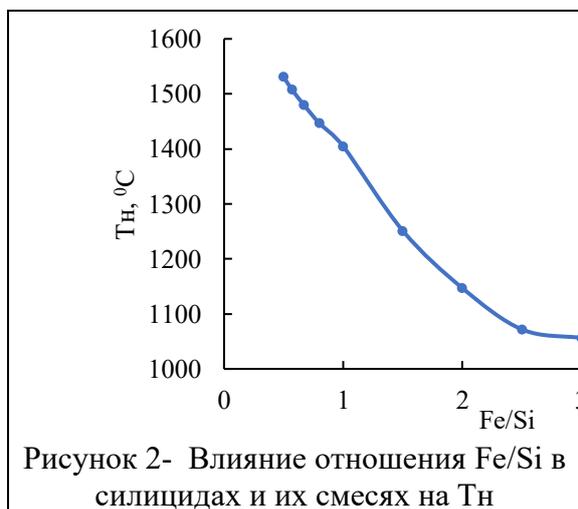
Из рисунка 1 следует, что все рассматриваемые реакции за исключением реакций 1 и 2 при 2000-2200⁰С относятся к группе эндотермических, вероятность которых возрастает при увеличении температуры. Процесс образования газообразного цинка и силицидов железа начинается в температурном интервале 1056,1-1530,8⁰С и с повышением температуры наблюдается увеличение отрицательного значения ΔG^0 , т.е. равновесие сдвигается направо. Максимальное значение энергии Гиббса во всех реакциях наблюдается при температуре 2200⁰С.

Для определения закономерностей совместного формирования газообразного цинка и силицидов железа была определена температура начального образования (T_H) силицидов железа и их смесей в соответствии с реакциями 1 - 9. T_H была определена по $\Delta G^0 = 0$. В таблице 1 и рисунках 2 и 3 показана зависимость $T_{Hот}$ мольного отношения Fe/Si (γ), концентрации кремния (C_{Si}) в силицидах и их смесях.

Таблица 1 – Влияние мольного отношения железа и концентрации кремния (C_{Si}) в силицидах и их смесях (γ) на температуру начала их совместного образования с Zn(g)

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| γ | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 0,8 | 0,67 | 0,57 | 0,5 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| $C_{Si}(\%)$ | 14,4 | 16,7 | 20,0 | 25,0 | 33,3 | 38,5 | 42,8 | 46,6 | 50,0 |
| $T_H, ^\circ C$ | 1056,1 | 1071,7 | 1146,8 | 1251,0 | 1404,4 | 1446,6 | 1479,9 | 1507,6 | 1530,8 |

*) в скобках номера реакций



Видно (рис.2), что при увеличении γ равновесная температура совместного их начала образования с газообразным цинком понижается от 1530,8⁰С (для FeSi₂ и Zn(g)) до 1056,1⁰С (для Fe₃Si и Zn(g)). Причем при γ от 0,5 до 1,0 зависимость $T_H=f(\gamma)$ описывается уравнением:

$$T_{H(0,5-1)} = 1726,4 - 462,54 \cdot \gamma + 140,67 \cdot \gamma^2; \tag{10}$$

а при γ от 1 до 3,0 эта зависимость имеет вид:

$$T_{H(1-3)} = 1842,8 - 525,45 \cdot \gamma + 87,543 \cdot \gamma^2. \tag{11}$$

Напротив, из рисунка 3 следует, что при увеличении концентрации кремния в силицидах T_H повышается. По рисунку 3 можно определить начальные температурные области и марку предполагаемого ферросилиция [7]. Так, в области abcdef при 1050-1140⁰С

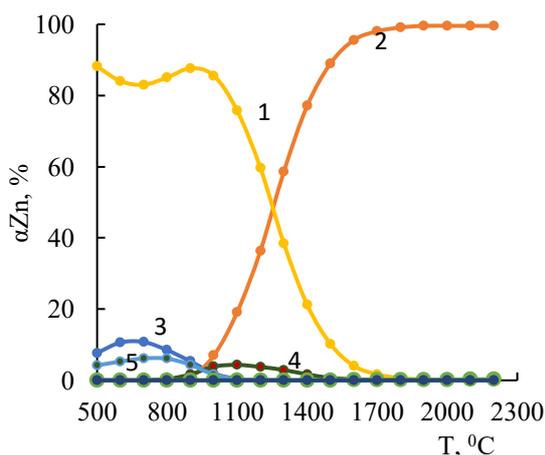
образуется ферросилиций марки FeSi15 (14-20% Si), в области fcbnmk при 1140-1350⁰C - ферросилиций марки FeSi25 (20-30% Si). В более узких температурных областях в равновесных условиях происходит образование ферросилиция марок FeSi45 и FeSi50. Для получения ферросилиция марки FeSi45 с содержанием 41-47% Si (область хуртое) необходима температура 1460-1320⁰C, а для FeSi50 с 47-50% кремния в области yzbpnr необходима температура 1520-1550⁰C. Вторая стадия исследований была проведена с модулем Equilibrium Compositions комплекса HSC-6.0. Определялась равновесная степень распределения цинка, в том числе и в газообразный цинк. Исходная система содержала: ZnS-97,44 кг; Fe₂O₃-159,7 кг; SiO₂-120,16 кг; C-60,05 кг. Такое соотношение компонентов отвечало левой части реакции 5.

Первичный материал, полученный комплексом HSC-6.0 позволил установить, что взаимодействие в рассматриваемой системе происходит с образованием следующих веществ: ZnO, ZnSiO₃, Zn, Zn(g), ZnS(g), FeSi, FeSi₂, Fe₅Si₃, FeSi₂, FeSi_{2,33}, FeSi_{2,43}, Fe, SiO(g), Si, FeO, FeSiO₃, Fe₃O₄, FeS, FeS(g), CO, CO₂, CS₂(g), COS(g), CS(g), SO₂.

В таблице 2 и рисунке 4 показано влияние температуры на равновесную степень распределения цинка.

Таблица 2- Влияние температуры на равновесную степень распределения цинка, %

| T, °C | ZnO | Zn(g) | Zn | ZnS | ZnSiO ₃ | ZnS(g) | ZnO(g) |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| 500 | 7,6924 | 0 | 0 | 88,157 | 4,1919 | 0 | 0 |
| 600 | 10,617 | 0 | 0,0004 | 84,052 | 5,2876 | 0 | 0 |
| 700 | 10,752 | 0,001 | 0,0442 | 83,025 | 6,157 | 0 | 0 |
| 800 | 8,4788 | 0,052 | 0,3426 | 85,078 | 6,0864 | 0 | 0 |
| 900 | 5,3331 | 0,974 | 1,6825 | 87,644 | 4,3545 | 0 | 0 |
| 1000 | 1,9415 | 6,959 | 3,8544 | 85,591 | 1,6329 | 0 | 0 |
| 1100 | 0,4203 | 19,12 | 4,3285 | 75,739 | 0,3457 | 0 | 0 |
| 1200 | 0,085 | 36,4 | 3,7626 | 59,626 | 0,0671 | 0,0008 | 0 |
| 1300 | 0,0182 | 58,58 | 2,9061 | 38,485 | 0,0139 | 0,0044 | 0 |
| 1400 | 0,0038 | 77,09 | 1,6672 | 21,244 | 0,0028 | 0,0172 | 0 |
| 1500 | 0 | 89,02 | 0,6669 | 10,181 | 0,0006 | 0,0547 | 0 |
| 1600 | 0 | 95,59 | 0,3044 | 4,0538 | 0,0003 | 0,118 | 0 |
| 1700 | 0 | 98,04 | 0,1682 | 1,6728 | 0,0002 | 0,1817 | 0 |
| 1800 | 0 | 99,11 | 0,1043 | 0,624 | 0,0001 | 0,2104 | 0 |
| 1900 | 0 | 99,57 | 0,0746 | 0,2176 | 0,0001 | 0,2032 | 0 |
| 2000 | 0 | 99,57 | 0,0567 | 0,0901 | 0 | 0,2165 | 0,0001 |
| 2100 | 0 | 99,57 | 0,0436 | 0,0472 | 0 | 0,2648 | 0,0006 |
| 2200 | 0 | 99,57 | 0,035 | 0,0294 | 0 | 0,3561 | 0,0015 |



1-ZnS, 2-Zn(g), 3-ZnO, 4- Zn, 5- ZnSiO₃

Рисунок 4 - Влияние температуры на равновесную степень распределения цинка

Из таблицы 2 и рисунка 4 следует, что в температурном интервале 500-1000⁰С часть ZnS (12-17%) окисляется до ZnO и ZnSiO₃. Начало восстановления цинка происходит при ($\geq 0,01\%$) 625⁰С. При этой температуре происходит начало образование газообразного цинка. Практически весь цинк ($\geq 99,9\%$) восстанавливается и переходит в газ при температуре $\geq 1800^0$ С.

Заключение.

На основании результатов исследований равновесного образования цинка и ферросилиция из смеси ZnS, Fe₂O₃, SiO₂, С можно сделать следующие выводы:

1. по расчету ΔG^0 ;

- температура начала совместного образования газообразного цинка и силицидов железа зависит от мольного отношения Fe / Si в индивидуальном силициде железа и их смесей; уменьшение отношения Fe / Si от 3,0(Fe₃Si) до 0,5(FeSi₂) увеличивает начальную температуру образования Zn(g) и силицидов железа от 1056 до 1530,8⁰С;

- начальная температура совместного образования Zn(g) и силицидов железа зависит от концентрации кремния в ферросплаве повышаясь от 1056 до 1530,8⁰С с увеличением концентрации кремния в ферросплаве от 14,4 до 50%;

- марка образующегося ферросилиция увеличивается при повышении начальной температуры образования Zn(g) и силицидов железа; так образование ферросилиция марки FeSi15 (14-20% Si) происходит при 1050-1140⁰С и FeSi50 (47-50%Si) – при 1520-1531⁰С.

2. исходя из полного термодинамического анализа отмеченной смеси, следует, что взаимодействие в ней происходит с образованием силицидов железа FeSi_{2,43}, FeSi_{2,33}, FeSi₂, FeSi, Fe₅Si₃, Fe₃Si, кремния, железа, цинка; причем высокая ($\geq 99,9\%$) степень извлечения цинка в газовую фазу происходит при температуре более 1800⁰С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. –М.: Интермет инжиниринг. 2004. -442с.
2. Makhanbetova B., Shevko V., Aitkylov D. Producing A Ferroalloy And Zinc Concentrate From The Shalkiya Deposit Sulfide And Oxidized Ores' Mixture. Journal of Applied Science and Engineering. 2024. Vol. 28, No 1, Page 175-182.
3. Shevko V., Makhanbetova B., Aitkylov D., Badikova A., Amanov D. Thermodynamic and Experimental Substantiation of Comprehensive Processing of Zinc Sulfide Ore and Its Concentration Tailings to Extract Non-Ferrous Metals and Produce a Silicon Ferroalloy. Minerals 2024, 14, 819. <https://doi.org/10.3390/min14080819>
4. Shevko V., Makhanbetova B., Aitkylov D., Badikova A. Optimization of joint electric smelting of the Shalkiya sulfide ore and its beneficiation tailings with medium-silicon ferrosilicon production. Complex Use of Mineral Resources. 2024, 334(3), 91-98. DOI: [10.31643/2025/6445.31](https://doi.org/10.31643/2025/6445.31)
5. Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ. -СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2012. – 147 с.
6. Шевко В.М., Сержанов Г.М., Каратаева Г.Е., Аманов Д.Д. Расчет равновесного распределения элементов применительно к программному комплексу HSC-5.1. Программа для ЭВМ. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. РК №1501; опубл. 29.01.2019.
7. ГОСТ 1415-93 (ИСО 5445-80). Межгосударственный стандарт. Ферросилиций. Технические требования и условия поставки. - Минск, 1993.-14с. (изм. №1, 2011).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18442904>

ОСНОВНИ ПРАВИЛА ЗА СТРУКТУРИРАНЕ НА МАСОВО ПРОИЗВОДСТВО НА ФАМИЛНИ ДЪРВЕНИ КЪЩИ ОТ МАСИВНА ДЪРВЕСИНА

ВАСИЛ ЧАКЪРОВ

Институт за гората, Българска академия на науките
Бул. „Св. Климент Охридски“ 132, София

Ключови думи: качество, ефективност, бригади, складиране, дефекти

BASIC RULES FOR STRUCTURING MASS PRODUCTION OF FAMILY WOODEN HOUSES MADE OF SOLID WOOD

VASIL CHAKAROV

Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences
132 St. Kliment Ohridski Blvd., Sofia 1797

The article deals with the main rules applied during building wooden homes from solid wood. They include round logs processing, activities related to the quality and profit, qualification of the builders and possible errors reducing. It also presents the standartising repeating elements, organising the installation crews with analysis of their advantages and disadvantages. Presentation of working with subcontractors and control of the whole process is shortly presented.

Key words: quality, efectiveness, brigades, warehousing, defects

Въведение

Строителството на къщи от цилиндрични дървени трупи е екологично чисто, издръжливи са, сранително евтини и отговарят на съвременните естетически изисквания. Подобно строителство се използва от много дълго време - още от древността и е доказало своята ефективност. Освен това дървената конструкция е по-лека и поддържа постоянна температура. Строителството на дървени къщи, както всяко строителство, има нужда от норми. Те са необходими за постигане на високо качество и безопасност при строителството и ползването им. Проектирането и строителството на сгради и помещения за промишлени предприятия за поризводство на трупи, както и на съмите къщи, трябва да се съобразява с изискванията на противопожарните строително-технически норми (Норми за..., 1982; Техническите требования..., 2014). Сградите също така трябва да са в съответствие с технологичните изисквания и хигиенните норми (Норми за..., 1988). Трябва да има прилагане на природосъобразни практики, ресурсоспестяващи решения в бизнеса (Мебелна индустрия 4.0, 2022).

В света съществуват три типа технологии за обработка на кръгли трупи за изграждане на къщи (Standberg et al., 2023). При едната трупите се окръгляват без предварително сушене. Тази технология е най-евтина, но поради естеството на материала, има съществен недостатък. При сглобките се отварят големи пукнатини и фуги. При втората те са със замазани чела и с кора и се подсушават предварително. Подсушаването става чрез замразяване - основно в северните страни или чрез водно оросяване. Този метод е приложим в наши условия, но е скъп - изисква големи площи, инвестиции и задържане на големи количества дървен материал (поне 4 месеца). За да е ефективен складът с оросяване трябва да се съхраняват около 1200 м², за да се създаде микроклимат. При изкарване на трупи от склада, трябва да се заместват веднага с прясно отсечени. Методът има предимства - трупите са с малко пукнатини, след обработка каналите и чашките са със сравнително стабилни размери и не отварят големи фуги при сглобките. Недостатък е, че има замразяване на големи средства за сравнително дълъг период, изисква се механизация, плац с дренажи, покритие,

непропускащо вода и наклон за оттичането ѝ. Третият метод за обработка е заместване на водата с химикал - в автоклав.

Целта на настоящата статия е да представи основни правила за масово производство на дървени къщи с постоянно високо качество, като същевременно се повиши печалбата на строителното предприятие и се осигури ефективна работа с подизпълнители.

Дейности, свързани с качеството и печалбата

Стандартизиране на повтарящи се елементи

Поради наличието на много и еднообразни повтарящи се елементи е необходимо във всички къщи да се поставят по еднакъв начин и да имат еднакъв вид. Това ускорява времето за монтаж и непряко повишава качеството. От друга страна се намаляват загубите (и увеличават печалбите), поради факта, че останалите от един обект могат да се употребят при следващ. Предимство е и намаляване на времето за решения за всеки обект. Учеснява се и контролът, който следи само за правилното монтиране. Примери са гайки за притягане на шпилките, первази за под и таван, и др.

При избирането на елементи трябва да се следи за технологичната им изработка и монтаж. Например плоските первази се монтират значително по-бързо от трапецовидните. Те се шлайфат на калибриращ шлайф. Тези две обстоятелства повишават качеството и намаляват разходите. Монтажникът може да е с по-носка квалификация и съответно по-ниско заплащане.

Използването на монтажните чертежи е друга мярка за повишаване на качеството. Всеки детайл трябва да се монтира според начина, показан на чертежа, от прекия изпълнител. Така се ограничават инициативата на изпълнителите, което може да доведе до недоразумения с инвеститора. Всяка промяна по искане на инвеститора, трябва да бъде отразена на ексекутива и подписана от него.

Трябва да се намалят конструкторските грешки. Монтажните чертежи трябва да са съобразени с емпиричните данни за строителните елементи (напримар греди). Така се избягва деформирането и провисването им, и допълнителните разходи за труд и транспорт. Строителният материал най-често или в най-добрия случай е същият. Ако не може да се използва, се увеличават разходите за сметка на строителя.

Най-големият проблем при използваната технология за строителство на къщи от дървени трупи е отварянето на фуги при връзката на греда с греда и пукнатините в гредите. Запълване на фугите с кит от дървесен прах и лепило е неефективно, защото е нееластичен и се напуква. Силиконът се разкъсва еи също не е подходящ. Изкърпването с дървен клин и лепило е добро решение от естетическа гледна точка, но е трудоемка и бавна операция.

Предлагаме следните варианти за решения. Да се използва еластичен полимер с голяма еластичност и фиксирана цветова гама. Друго решение може да е еластичен кит на водна основа, с голямо обемно разширение и с пълнител дървесен прах.

При повърхностните обработки (шлайфания, байцвания, лакиране с фино китване и междинни шлайфания) не трябва да се допускат пропуски. Ако се допускат, то изделията стават трудно продаваеми, с недобър външен вид, налага се репарирание, което ги оскъпява с влагането на допълнителен труд и време. Недостътък може да е появата на петна, които влошават външния вид.

Качеството на детайлите е свързано и с транспортването. Товаренето и разтоварването им трябва да се извършва по спецификация, за да се избегнат пропуски. Лицевите повърхности трябва да са разделени с картон, за да няма надраскване. Укрепването трябва да е много добро за избягване на драскотини и подбивания. При появата на такива се налага репарирание, което оскъпява процеса.

Всички тези операции трябва да бъдат проследени от отговорника на съответното поризводство. Така се гарантира дългосрочно постоянно високо качество.

Организация на монтажните бригади

Вариант 1. При по-голям обем работа се налага използването на до три бригади. Едната бригада се състои от двама майстори (да разбират от нива и чертежи) и двама помощници. Те поставят основния венец, два реда греди, анкерират и поставят шпилките, задават отворите на инсталациите. Бригадата отива на следващия обект или почива.

Втората бригада довършва грубия строеж до ниво първи етаж. Оформя отворите за дограмите и инсталациите. Състои се от един майстор (да разчита разгъвките, да работи с верижен трион и с организационни умения) и 4-6 помощници. След достигане на съответното ниво, се мести на друго място или почива. Връща се първата бригада и поставя завършващите греди и тези на пода. Редуват се до изработване на покривната конструкция.

Третата бригада шлайфа, лакира, поставя дюшеме и ламперия, первази, капаци на шпилките, китва и др. дребни неща, които дават външния вид. Необходим е един майстор, който да е запазват с монтажа на дограма и 4-10 помощници с усет към детайла и да могат да работят с ръчни ел. инструменти. Този вариант има някои предимства и недостатъци (Таблица 1).

Таблица 1. Предимства и недостатъци на организационен вариант 1.

| Предимства | Недостатъци |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Бригадите се контролират взаимно - Създава се тясна специализация, което намалява грешките - Има възможност да се почива равномерно, което намалява грешките - За някои опорации се използват хора с по-ниска квалификация, което намалява разходите и улеснява набирането на хора - При добро управление може да се компенсира отсъствието на човек | <ul style="list-style-type: none"> - Има известно увеличаване на разходите за транспорт при местенето на бригадите - При недобро управление може да се загуби логиката на специализирането и да стане обща бригада |

Вариант 2. Комплексна бригада, която извършва строежа от начало до край. Този вариант също има предимства и недостатъци. Предимствата са, че членовете на бригадата са взаимозаменяеми и всеки може да извършва всички действия. Така, при малък обем работа, има по-добра организация и контрол. Недостатъците са, че се предполага по-висока квалификация на участниците, което затруднява намирането на хора и оскъпява. Няма и добър контрол на качеството. Едновременната работа на много хора на едно място може да доведе до взаимно пречене. Човекът, който ръководи подобна бригада, трябва да е много добре запознат с възможностите на хората и да може да създава нужната организация, като реагира адекватно при всяка промяна.

Вариант 3. Той съчетава предимствата на двата по-горни варианта. Оборудва се микробус с ел. инструменти, заготовки, байцове, лакове, китове и др., необходими за крайното завършване на обекта, инструменти. Съставът е майстор с много добра квалификация и 2-4 помощници.

Работа с подизпълнители

Свързана е с изготвяне на стандартни елементи, подходяща документация и еталони. Трябва да се изготвят и анализи на всеки конкретен случай.

Контрол

Извършва се на две степени: в цеха и на обекта. Предлагаме примерен протокол (Таблица 2).

Протоколите трябва да водят до финансови санкции. Преди да се прилагат те, обаче, е необходимо прецизиране на технологията и организацията, и поне еднократно устно предупреждение.

Таблица 2

Примерен протокол за констатирани отклонения и нарушения на качеството, за месец

| Номер по ред | Наименование на детайла | Констатиран дефект/отклонение | Проверил, дата, подпис | Ремонт, дата, подпис |
|--------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

Приел:

Утвърдил:

В заключение от изложеното е ясно, че мероприятията за повишаване на качеството стоят в основата на повишаване на производителността и печалбата - пряка и непряка. Предложените дейности са резултат от дългогодишна работа на обекти из цялата страна, с различни бригади.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мебелна индустрия 4.0, проект BG05M2OP001-2.016-0022 „Модернизация на висшето образование по устойчиво използване на природните ресурси в България“, 2022, 1-3.
2. Норми за проектиране на общслужващи сгради и помещения към промишлени предприятия. 1982. Строителна библиотека - Том 2, 1-24.
3. Норми за проектиране на производствени сгради на промишлени предприятия, 1988. Строителна библиотека - Том 2, 1-23
4. Технические требования на стеновой профилированный брус, 2014, Царь дерево. 1-2.
5. Sandberg, Dick; Fink, Gerhard; Hasener, Jorg; Kairi, Matti; Marhenke, Torben; Ross, Robert J.; Steiger, Rene; Wang, Xiping. 2023. Process Control and Grading in Primary Wood Processing. Chapter 20 In: Niemz, P.; Teischinger, A.; Sandberg, D., eds. Springer Handbook of Wood Science and Technology. Cham, Switzerland: Springer Nature: 1019-1073. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81315-4_20

СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ TECHNICAL SCIENCES

| | |
|---|-----------|
| АХМЕДОВА ДЖАЛА, НАСИРОВ САНАН, ОСМАНОВ ГОРХМАЗ [АЗЕРБАЙДЖАН] ПРИМЕНЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИММЕТРИЧНЫХ И АСИММЕТРИЧНЫХ МЕТОДОВ ШИФРОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ..... | 3 |
| МЕЙРБЕКОВА АКЕРКЕ СЕРИКБАЙКЫЗЫ, МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ СЕННИКОВ [ТАРАЗ, КАЗАХСТАН] ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ В БАССЕЙНЕ СЫРДАРЬИ..... | 10 |
| D.R. KALYBEK, A.S. TOLEGENOVA, A.A. KONYRKHANOVA, ZHARKIMBEKOVA AIZHAN [ASTANA, KAZAKHSTAN] USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PREVENT SOCIAL ENGINEERING ATTACKS.... | 16 |
| ЕРБОЛСЫН АСАНАЛИ ЖАНАТҰЛЫ, МЕРЕЙҰЛЫ ЖАНТЕЛІ, БЕККОЖИНА Ж.А. [АСТАНА, КАЗАХСТАН] ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ДАННЫХ В ЗНАНИЯ И РОЛЬ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ..... | 22 |
| ЛОСКУТОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА, НОҒАЙБЕКОВА М.Т. [ТАРАЗ, КАЗАХСТАН] ТИШИНА СРЕДИ УЗОРОВ: КАК ИНТЕРЬЕР ЮРТЫ ПИТАЛ ТВОРЧЕСТВО АБАЯ КУНАНБАЕВА..... | 26 |
| ЛОСКУТОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА, НОҒАЙБЕКОВА М.Т. [ТАРАЗ, КАЗАХСТАН] ВИНСЕНТ ВАН ГОГ: ПОСТИМПРЕССИОНИЗМ КАК ИСПОВЕДЬ. КАК МАЗКИ КИСТИ И ЦВЕТА СТАЛИ ЯЗЫКОМ ДУШИ..... | 30 |
| СОЛТЫБАЕВА ЛЯЗЗАТ САКЕНОВНА [АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН] МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР..... | 34 |
| КИКБАЕВ МАНАС ҚАЙРАТҰЛЫ, КИКБАЙ МИРАС БЕРІКҰЛЫ, КИКБАЕВ М.Қ. [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] ТЕРЕҢДЕ ЖАТҚАН МҰНАЙ-ГАЗ ГОРИЗОНТТАРЫН ИГЕРУДЕГІ ИННОВАЦИЯЛЫҚ СТРАТЕГИЯЛАР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫН-ҚАТЕРЛЕР..... | 40 |
| СЛАМКУЛОВА МАРХАБАТ БАКБЕРГЕНОВНА [ТАРАЗ, КАЗАХСТАН], ШЫРЫНХАНОВА ДИНАРА ЖАКСЫЛЫКОВНА [СЕМЕЙ, КАЗАХСТАН] JAVA SCRIPT ТІЛІНДЕ СӨЙЛЕУ МҰМКІНДІГІ ШЕКТЕУЛІ АДАМДАРДЫ АНЫҚ ЖӘНЕ ДҰРЫС СӨЙЛЕУДІ ҮЙРЕТЕТІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕН ЖАСАУ..... | 43 |
| ХАМЗИНА БАЯН ЕЛЕМЕСОВНА, КУПЕШОВА АЛТЫНАЙ САКИПКЕРЕЕВНА, ИЗМУХАН ҰЛЫҚБЕК ЕРЛАНҰЛЫ, ХУДАЙБЕРГЕН ЕРАСЫЛ ИННАҒАТҰЛЫ [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] АСФАЛЬТТЫ-ШАЙЫРЛЫ-ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРМЕН КҮРЕСУДЕ МҰНАЙДЫ ҚЫЗДЫРУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ..... | 48 |
| ЭРМАТАЛИ УУЛУ БАЯМАН, ЖОРОВА НАЗГУЛ, САМАТОВА УМУТАЙ ТОРОБЕКОВНА, АБИДЖАНОВА ШАХЗОДА, КУБАНЫЧБЕК КЫЗЫ ЭЛМИРА [ЖАЛАЛ-АБАД, КЫРГЫЗСТАН] АР ҚАНДАЙ ӨЗДҮК МААНИЛЕРИ БОЛГОН УЧУРДА СИНГУЛЯРДУУ КОЗГОЛГОН КОШИ МАСЕЛЕСИН КУБДУК СПЛАЙН ЫКМАСЫ МЕНЕН ЧЕЧҮҮНҮН КОМПЬЮТЕРДИК АЛГОРИТМИ (МАТЛАВ ПРОГРАММАСЫНЫН МИСАЛЫНДА)..... | 54 |

| | |
|--|----|
| КАДИРАЛИЕВ АБЫЛАЙ КАБИБУЛЛАЕВИЧ, ТЕМИРХАНОВ ИСЛАМБЕК АСЫЛАНБЕКОВИЧ [УРАЛЬСК, КАЗАХСТАН] ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 61 |
| ТУЛЕМИСОВА САМАЛ СЕРІКҚЫЗЫ, СИСАЛИЕВА МАНАР БЕЙБИТАЛИЕВНА [УРАЛЬСК, КАЗАХСТАН] АНАЛИЗ ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ТУРНЕЙСКОЙ НЕФТЯНОЙ ЗАЛЕЖИ..... | 64 |
| АЙБЕКҚЫЗЫ АЯУЛЫМ, КҮЗЕМБАЕВА ГАУХАР ҚАНАШҚЫЗЫ, КҮЗЕМБАЕВ ҚАНАШ, ОРАЛБАЕВ САРСЕМБЕК [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] ТАРЫ ДӘНДЕРІН КЕПТІРУ..... | 69 |
| РЫСБЕК НҮРДӘУЛЕТ СМАҒҰЛҰЛЫ, ШЕВКО ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ, КАРАТАЕВА ГУЛЬНАРА ЕРГЕШОВНА [ШЫМКЕНТ, КАЗАХСТАН] ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЦИНКА И ФЕРРОСИЛИЦИЯ В СИСТЕМЕ $ZnS - Fe_2O_3 - SiO_2 - C$ | 76 |
| ВАСИЛ ЧАКЪРОВ [СОФИЯ] ОСНОВНИ ПРАВИЛА ЗА СТРУКТУРИРАНЕ НА МАСОВО ПРОИЗВОДСТВО НА ФАМИЛНИ ДЪРВЕНИ КЪЩИ ОТ МАСИВНА ДЪРВЕСИНА..... | 81 |



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

Контакт

els.education23@mail.ru

Наш сайт

irc-els.com