

ISSN 2524-0986



iScienceTM

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ЖУРНАЛ

Выпуск 11(43)
Часть 2

Переяслав-Хмельницкий
2018



**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

ВЫПУСК 11(43)
Часть 2

Ноябрь 2018 г.

ЖУРНАЛ

Выходит – 12 раз в год (ежемесячно)
Издается с июня 2015 года

Включен в наукометрические базы:

РИНЦ http://elibrary.ru/title_about.asp?id=58411

Google Scholar

<https://scholar.google.com.ua/citations?user=JP57y1kAAAAJ&hl=uk>

Бібліометрика української науки

http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php?page_sites=journals

Index Copernicus

<http://journals.indexcopernicus.com/++++,p24785301,3.html>

Переяслав-Хмельницький

УДК 001.891(100) «20»

ББК 72.4

A43

Главный редактор:

Кокур В.П., доктор исторических наук, профессор, академик Национальной академии педагогических наук Украины

Редколлегия:

Базалук О.А.	д-р филос. наук, профессор (Украина)
Доброскок И.И.	д-р пед. наук, профессор (Украина)
Кабакбаев С.Ж.	д-р физ.-мат. наук, профессор (Казахстан)
Мусабекова Г.Т.	д-р пед. наук, профессор (Казахстан)
Смырнов И.Г.	д-р геогр. наук, профессор (Украина)
Исак О.В.	д-р социол. наук (Молдова)
Лю Бинцянь	д-р искусствоведения (КНР)
Тамулет В.Н.	д-р ист. наук (Молдова)
Брынза С.М.	д-р юрид. наук, профессор (Молдова)
Мартынюк Т.В.	д-р искусствоведения (Украина)
Тихон А.С.	д-р мед. наук, доцент (Молдова)
Горашенко А.Ю.	д-р пед. наук, доцент (Молдова)
Алиева-Кенгерли Г.Т.	д-р филол. наук, профессор (Азербайджан)
Айдосов А.А.	д-р техн. наук, профессор (Казахстан)
Лозова Т.М.	д-р техн. наук, профессор (Украина)
Сидоренко О.В.	д-р техн. наук, профессор (Украина)
Егизарян А.К.	д-р пед. наук, профессор (Армения)
Алиев З.Г.	д-р аграрных наук, профессор, академик (Азербайджан)
Партоев К.	д-р с.-х. наук, профессор (Таджикистан)
Цибулько Л.Г.	д-р пед. наук, доцент, профессор (Украина)
Баймухамедов М.Ф.	д-р техн. наук, профессор (Казахстан)
Мусабаева М.Н.	д-р геогр. наук, профессор (Казахстан)
Хеладзе Н.Д.	канд. хим. наук (Грузия)
Таласпаева Ж.С.	канд. филол. наук, профессор (Казахстан)
Чернов Б.О.	канд. пед. наук, профессор (Украина)
Мартынюк А.К.	канд. искусствоведения (Украина)
Воловык Л.М.	канд. геогр. наук (Украина)
Ковальська К.В.	канд. ист. наук (Украина)
Амрахов В.Т.	канд. экон. наук, доцент (Азербайджан)
Мкртчян К.Г.	канд. техн. наук, доцент (Армения)
Стати В.А.	канд. юрид. наук, доцент (Молдова)
Бугаевский К.А.	канд. мед. наук, доцент (Украина)
Цибулько Г.Я.	канд. пед. наук, доцент (Украина)

Актуальные научные исследования в современном мире // Журнал - Переяслав-Хмельницкий, 2018. - Вып. 11(43), ч. 2 – 150 с.

Языки издания: українська, русский, english, polski, беларуская, казакша, o'zbek, limba română, кыргыз тили, Հայերէն

Сборник предназначен для научных работников и преподавателей высших учебных заведений. Может использоваться в учебном процессе, в том числе в процессе обучения аспирантов, подготовки магистров и бакалавров в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем. Все статьи сборника прошли рецензирование, сохраняют авторскую редакцию, всю ответственность за содержание несут авторы.

УДК 001.891(100) «20»

ББК 72.4

A43

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Кульмамиров Серик Алгожаевич, Ашимжан Абылай Айтқожаұлы (Алматы, Казахстан) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ DDOS-АТАКИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	6
Кульмамиров Серик Алгожаевич, Тастанбек Ақжан Бекболатқызы (Алматы, Казахстан) СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ТИПОВОЙ КАФЕДРЫ УНИВЕР-СИТЕТА...	18
Кульмамиров Серик Алгожаевич, Искендірова Дана Бақытқызы (Алматы, Казахстан) ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА.....	24
Жұмабек Айдана Аманбайқызы, Омаров Абдыхаби Мухитович (Караганда, Казахстан) КОРПОРАТИВТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІК МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ.....	32
Лобанов Иван Александрович, Жураковский Богдан Юрьевич (Киев, Украина) МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА К ФАЙЛАМ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ.....	38
Юхименко Бируте Ионовна, Красюк Александр Юрьевич (Одесса, Украина) АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОНЛАЙН-ТЕСТИРОВАНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	44
Генаш Максим Геннадійович, Олійник Володимир Валентинович (Київ, Україна) ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОВНІШНОСТІ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ОБЛИЧЧЯ.....	50
Коваленко Станіслав Вікторович (Київ, Україна) РОЗРОБКА КРОССБРАУЗЕРНОГО РОЗШИРЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ВІДТВОРЕННЯ ВІДЕО	55
Мошенченко Никита Сергеевич, Жураковский Богдан Юрьевич (Киев, Украина) ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЬЮ.....	60
Сороченко Руслан Андрійович, Крилов Євген Володимирович, Анікін Володимир Костянтинович (Київ, Україна) ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІТИ CRON ДЛЯ ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ ТА ТРУДОМІСТКИХ ЗАДАЧ ВЕБ-ДОДАТКІВ.....	66
Абильмажинов Ермек Төлегенович, Умирбаева Сания Тусуповна, Рысжанова Айжан Сайлаухановна, Болсынбекова Шынар Жумагалиевна (Семей, Казахстан) БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	71

СЕКЦИЯ: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абиров Аққабыл, Бағытов Ақжол (Атырау, Қазақстан) БИКОМПЛЕКС САНДАР АЛГЕБРАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	75
Абиров Аққабыл, Қарипова Іңкәр, Алдигулова Айгерим (Атырау, Қазақстан) ГИПЕРБОЛАЛЫҚ САНДАР АЛГЕБРАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	81
Ныгметова Мадина Аяновна, Шевчук Евгения Петровна, Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Смаилханова Айнур Ержанқызы (Усть-Каменогорск, Казахстан) О РОЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ.....	86
Трофимова Лариса Евгеньевна (Одесса, Украина) ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В КОМПОЗИТАХ.....	94
Баймеш Әйгерім Уәлиханқызы, Шевчук Евгения Петровна Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Құтыбай Нұргүл Әлібекқызы (Усть-Каменогорск, Республика Казахстан) УРАНОВОЕ ТОПЛИВО: ОТ РУДЫ ДО УТИЛИЗАЦИИ.....	98
Абиров Аққабыл, Калиманов Амангелді, Иманбаева Гүлсім (Атырау, Қазақстан) ПІКІРЛІК ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ АЛГЕБРАНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	104
Құмарқанова Айсұлу Абрекқызы, Шевчук Евгения Петровна, Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Болатбекқызы Акмарал (Усть-Каменогорск, Республика Казахстан) РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	110
Нұрсұлтанова Арайлым Жұлдызқызы, Шевчук Евгения Петровна, Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Қабдыкенова Еркежан Мұратқызы (Усть-Каменогорск, Республика Казахстан) СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.....	117
Утеулиева К.Н., Хайруллина З.А. (Атырау, Казахстан) ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ МИНКОВСКОГО: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТЕОРЕМЫ ЛАГРАНЖА О ЧЕТЫРЕХ КВАДРАТАХ	123

СЕКЦИЯ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Підлозний Ілля Володимирович (Мелітополь, Україна) ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ДНІПРО.....	127
Непша Олександр Вікторович, Прохорова Лариса Анатоліївна Сапун Тетяна Олександрівна (Мелітополь, Україна) ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД м. БЕРДЯНСЬК.....	137

Сапун Тетяна Олександрівна, Іванова Валентина Михайлівна

Тамбовцев Геннадій Вілійович

(Мелітополь, Україна)

ГІДРОГЕОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ВОД

м. БЕРДЯНСЬК..... 140

Сапун Тетяна Олександрівна (Мелітополь, Україна)

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОРІЗЬКОГО

КРАЮ ДО 1917 РОКУ..... 145

ИНФОРМАЦИЯ О СЛЕДУЮЩЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ..... 149

СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004

Кульмамиров Серик Алгожаевич, Ашимжан Абылай Айтқожаұлы
Казахский национальный университет имени аль-Фараби
(Алматы, Казахстан)

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ DDoS-АТАКИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты выполненных исследований для выработки методики для раннего обнаружения распределенных атак, направленных на отказ в обслуживании, и последующего обнаружения вредоносного трафика на стороне атакуемого ресурса. Выявлена тенденция к развитию атак заметной мощности, направленных на региональные ресурсы в Интернете. Результаты исследований позволят принять решение администраторам сетей отказать пользователям в обслуживании и выделить вредоносные трафики наличия DDoS-атак.

Ключевые слова: DDoS-атака, распределенная атака, сетевые ресурсы, транзакция, хост, вредоносная трафик, раннее обнаружение атак, мониторинг атак.

*Kulmamirov Serik Algozhaevich, Ashimzhan Abylay Aitkhozhauly
Al-Farabi Kazakh National University
(Almaty, Kazakhstan)*

METHOD OF DETECTING DDoS ATTACKS BY STATISTICAL METHODS

Abstract. The article discusses the results of studies performed to develop a technique for the early detection of distributed attacks aimed at denial of service and the subsequent detection of malicious traffic on the side of the attacked resource. A tendency has been revealed towards the development of attacks of noticeable power directed at regional resources on the Internet. The results of the research will make it possible for network administrators to make a decision to deny service to users and to isolate malicious traffic from the presence of DDoS attacks.

Keywords: DDoS attack, distributed attack, network resources, transaction, host, malicious traffic, early detection of attacks, attack monitoring.

Для фиксации факта DDoS-атаки необходимо устанавливать границу по количеству запросов к серверу, при нарушении которой однозначно будет фиксироваться нештатная ситуация. Такой границей может быть сумма чисел запросов к серверу и запас возможных запросов [5-6]. Этот подход установки предельной границы определяется оповещением администраторов и активацией необходимых модулей [1-2].

Подход имеет следующие минусы [1]:

1 Для предотвращения случайных срабатываний, устанавливаемая граница должна определяться максимальным уровнем количества запросов. Это приводит к возникновению погрешности при обнаружении атаки.

2 Сетевой ресурс может испытывать разную нагрузку в зависимости от времени суток и дней недели. В этом случае DDoS-атака, например, в выходной день или ночью, будет зафиксирована с опозданием. Если в системе предотвращения вторжений предусмотрено использование классификаторов и обучение фильтров на основании входящего трафика, то появится вероятность в их негативном обучении.

В случаях появления этих минусов следует использовать скользящую оценку, характеризующую текущую сетевую активность. Далее будет возможно устанавливать динамическую границу, актуальную для периода возможного начала атаки [3]. В качестве скользящей оценки удобно использовать среднеквадратичное отклонение (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение; n – количество рассматриваемых временных периодов; x_i – количество запросов за i -период; x – среднее арифметическое запросов по всем периодам.

Серии экспериментов, проведенные авторами данной статьи, позволили определить оптимальное значение верхней границы в диапазоне от 2.2 - 2.9 σ . Поэтому для обнаружения начала DDoS-атаки значение верхней границы может варьироваться. Но есть возможность изменять это значение оператором обнаруживаемой DDoS-атаки [7-8].

Такой подход также имеет потенциальную уязвимость - злоумышленник может постепенно наращивать мощность атаки, сдвигая при этом границу СКО. Устранить данную уязвимость возможно путем учета сезонных колебаний проводимых атак [2].

Например, пусть сетевой ресурс испытывает сезонную суточную нагрузку. В таком случае параметр x_i представляет количество запросов к сетевому ресурсу за один час. Количество суточных периодов обозначим как n . Тогда запросы к сетевому ресурсу можно выписать в виде следующей матрицы:

$$\begin{array}{cccc} x_{11}, & x_{12}, & x_{13} & \dots & x_{124} \\ x_{21}, & x_{22}, & x_{23} & \dots & x_{224} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1}, & x_{n2}, & x_{n3} & \dots & x_{n24}. \end{array} \quad (2)$$

Строка матрицы включает суточные данные о количестве запросов. Первая строка отражает данные текущих суток, она может быть заполнена не до конца. Тогда расчет СКО производится 2 способами:

1) обычным способом, т.е. с учетом определенного числа последних значений, например, так: $x_{21}, x_{22}, x_{23} \dots x_{224}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{114}$. Значения берутся из строк матрицы;

2) с учетом сезонности расчет проводится по столбцам $x_{n1}, \dots, x_{n1}, x_{11}$.

Если наблюдатель находится в i -периоде, можно рассчитать границу для $i+1$ периода, используя значение $i+1$ столбца.

Если сетевой ресурс испытывает нагрузку, связанную с недельными или суточными нагрузками трафиков, то необходимо исключить строки,

которые соответствуют праздничным и выходным дням. Лучше использовать только каждую седьмую строку, т.е. сравнивать, например, только период с 13:00 до 14:00 для каждого вторника.

Такой подход позволяет формировать верхнюю границу, нарушение которой может быть истолковано как наличие сетевой аномалии. Увеличение точности верхней границы позволяет уменьшить время обнаружения атаки, и зафиксировать время ее начала (рисунок 1).



Рисунок 1. Стандартное начало атаки



Рисунок 2. Постепенное наращивание мощности атаки

Описанный выше подход исключает необходимость негативного обучения фильтров и срабатывания системы обнаружения с запозданием (рисунок 2). В этом случае граница будет строиться по сходным сезонным периодам [9-10]. Например, постепенное наращивание мощности атаки в течение дня будет зафиксировано при сравнении количеств запросов и актуальных сезонных периодов за прошлые сутки.

Для формирования методики раннего обнаружения начала атаки авторами начато еще одно исследование по изучению сезонных колебаний количества запросов к сетевым ресурсам Интернет. Результаты исследования смогли бы подтвердить перспективность подхода учета сезонных колебаний.

Задачей такого исследования является регистрация фактов существования сезонных периодов в работе веб-сайтов и определить, может ли быть случайный всплеск в посещаемости ресурсов Интернет. Такая

посещаемость будет вызывать публикацию ссылки на часто посещаемый ресурс, или вызвать нарушение сезонности, подтверждая ложное срабатывание.

Для проведения исследования выбраны статистические данные крупнейших сервисов статистики liveinternet.ru [4]. Сервис, описанный в источнике [4] обслуживает более 1,5 миллионов сайтов, а также регистрирует ежедневно около 10 млрд. просмотров.

Сервис собирает и обрабатывает разнообразные статистические данные, характеризующие [12-14]:

- посещаемость сайта, источники переходов;
- посещаемость по времени суток, страны и регионы пользователей, их операционные системы и браузеры.

В сервисе проводится сбор данных путем размещения на всех страницах сайта, чью статистику необходимо отслеживать, специального кода, который отправляет данные о посетителях, загружающих страницу сайта, в сервис статистики.

Просмотр отчётов, сгенерированных сервисом liveinternet.ru, доступен непосредственно владельцу сайта, а также может быть, по решению владельца, предоставлен и другим пользователям [3-4]. Сайтов, которые в рамках данного сервиса по сбору и обработке статистики предоставляют открытый доступ к своим отчетам, достаточно много. Именно эти сайты, с публичным доступом к статистике, и стали источником данных для проведения исследования.

В рамках исследования проанализирована статистика 60 сайтов. Анализ показал, что установлено наличие сезонных периодов в работе веб-сайтов. Если в анализе рассмотреть месячную посещаемость одного из крупнейших новостных порталов, например, Алтайского края (ИА «Амител», <http://amic.ru>), то в его деятельности заметны недельные сезонные периоды (рисунок 3). Также можно увидеть всплеск просмотра страниц:

- в начале рабочей недели;
- спад просмотров в течение всей недели;
- низкая активность пользователей на выходных.

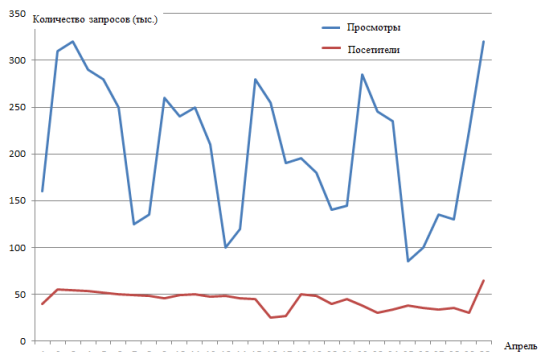


Рисунок 3. Месячный график посещаемости и просмотра страниц, сайта ИА «Амител»

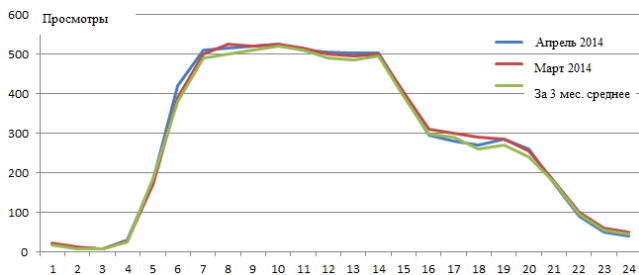


Рисунок 4. Почасовые просмотры страниц сайта ИА «Амител»

Анализ внутри суточного количества просмотров показывает, что видно наличие сезонных периодов (рисунок 4). Минимальное количество просмотров ночью возрастает с началом рабочего дня (график построен для московского времени, значит в Алтае начало активности в 8 часов утра) и уменьшается к вечеру.

Такая же картина наблюдается на графике суточной активности пользователей за последние два месяца и в среднем за три месяца. Наличие выраженных внутри суточных сезонных периодов связано с тем, что основной группой пользователей сайта, являются пользователи, проживающие в одном регионе. Действительно, анализ рисунков 5 и 6 показывает, что основными пользователями сайта являются посетители из всех регионов России. Среди них преобладают посетители из Барнаула и Новосибирска, проживающие в одном часовом поясе.

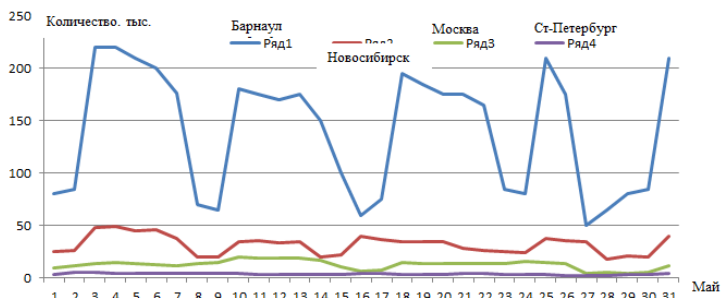


Рисунок 5. Количество просмотров страниц сайта ИА «Амител» по городам и регионам России

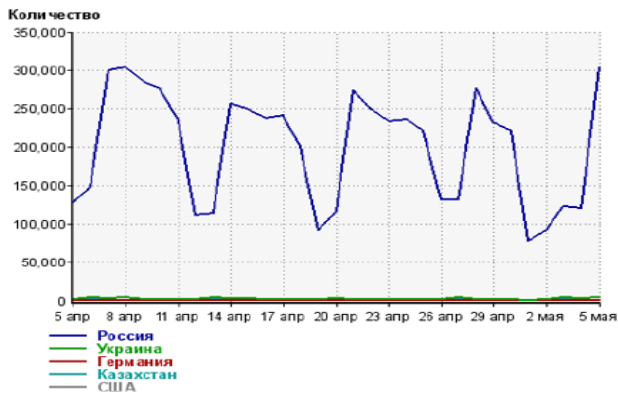


Рисунок 6. Количество просмотров страниц сайта ИА «Амител» по странам

Ярким примером популярности сайта может быть наличие развлекательного портала «Я плакаль» (<http://www.yaplakal.com/>), имеющего большую популярность в странах СНГ. Анализ графика, характеризующего его посещаемость, показывает, что основными посетителями являются пользователи не только России, но и пользователи из Украины, Беларуси и Казахстана (рисунки 7 и 8). Если рассматривать только Россию, то среди её посетителей также присутствуют пользователи из различных её регионов.

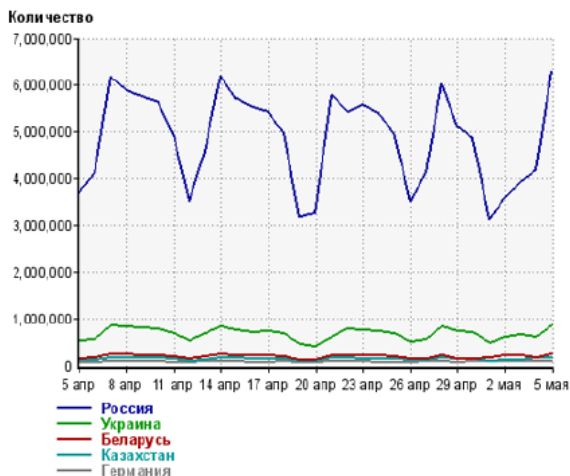


Рисунок 7. Месячный график просмотра страниц сайта «Я плакаль» по странам мира

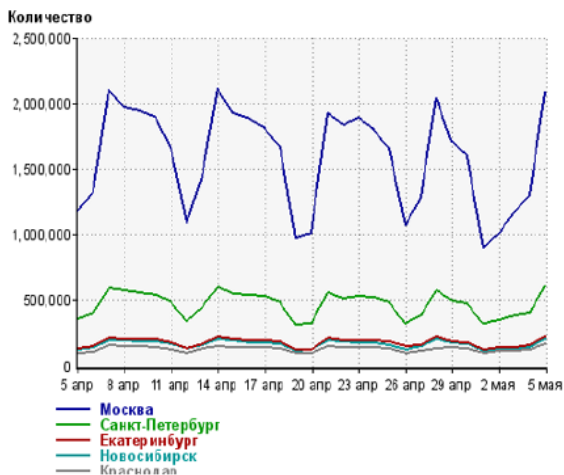


Рисунок 8. Месячный график просмотра страниц сайта «Я плакаль» по городам и регионам России

Анализ данных из графиков подтверждает наличие недельной сезонности, который присущ всем посетителям независимо от их региона. Если наблюдать рисунок 9, то также заметно наличие недельной сезонности.

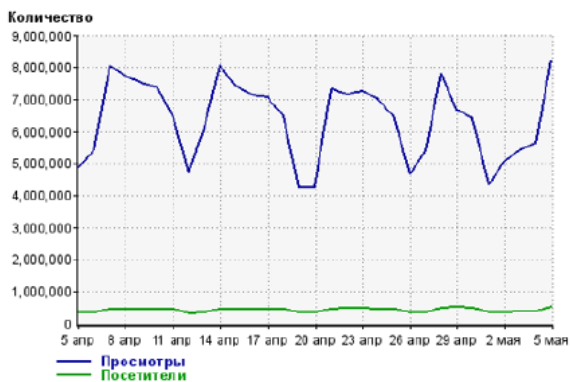


Рисунок 9. Месячный график количества посетителей и просмотра страниц сайта «Я плакаль»

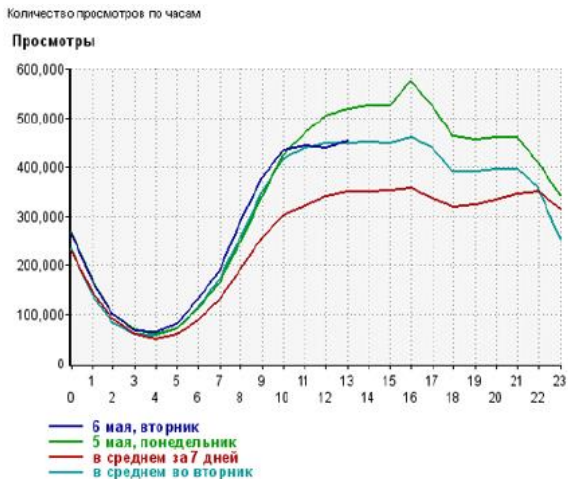


Рисунок 10. Количество просмотров страниц сайта «Я плакаль» по часам

Также последовал вывод, что разброс пользователей по различным часовым поясам не повлиял на наличие внутри суточной сезонности. На графиках рисунка 10 и 11 также заметны внутри суточных сезонные периоды. Видимо они являются сложными сезонными периодами, складывающимися из более простых сезонных периодов, т.е. из времени рабочего дня определенного региона пользователей. Это показывает небольшой спад количества просмотров в 18 часов и их рост к 21 часу.

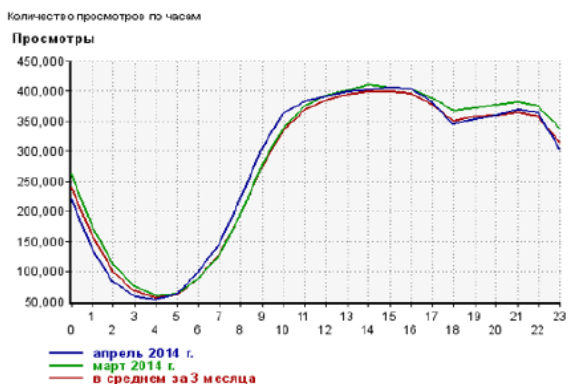


Рисунок 11. Количество просмотров страниц сайта «Я плакаль» по часам

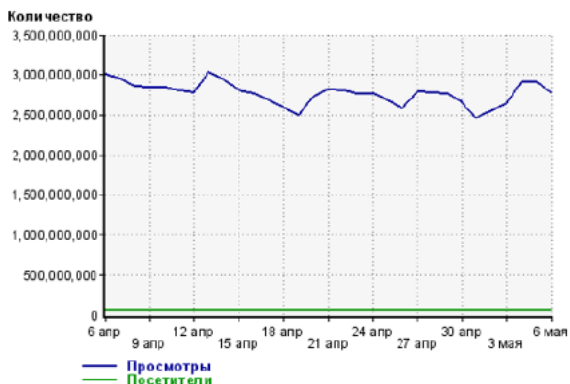


Рисунок 12. Количество посетителей и просмотров страниц социальной сети «В Контакте» за месяц

Эти сезонные периоды образуются благодаря спросу, который проявляют пользователи того или иного сетевого ресурса. Если ресурс предоставляет новую информацию для пользователей только во время рабочей недели, периодическое снижение просмотров на выходных будет вполне очевидным. Эта ситуация будет возникать, если в какой-то из дней у пользователей ограничен доступ к ресурсам.

Приведем пример регистрации результатов исследования: были обнаружены сайты, публикующие новую информацию круглосуточно 7 дней в неделю. Также имелись и сезонные периоды, соответствующие неделям. При подробном рассмотрении данной ситуации установлено, что основными посетителями таких сайтов являются сотрудники офисов, получающие к ним доступ с рабочих мест. Могут существовать сайты, пользователи которых проявляют активность всю неделю, независимо от будних и выходных дней.

Это могут быть сайты социальных сетей или сервисы обмена сообщениями. Самый популярный ресурс, по версии сервиса статистики liveinternet.ru, – это социальная сеть «В контакте», где не наблюдается ярко выраженные недельные периоды (рисунок 12).

Анализ периодов показывает (рисунок 13) наличие внутри суточной сезонности в данном ресурсе. Природа возникновения наблюдаемых периодов объясняется временами сна и бодрствования пользователей.

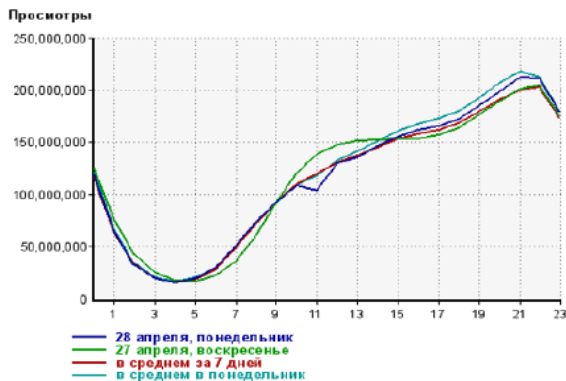


Рисунок 13. Количество просмотров страниц социальной сети «В Контакте» по часам

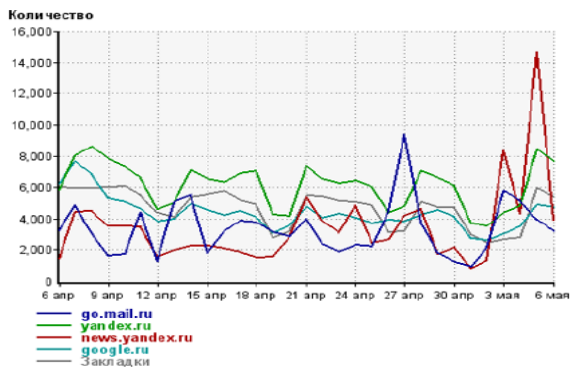


Рисунок 14. Количество переходов на сайт ИА «Амител» с сайтов, основных источников трафика

Резюмируя полученные результаты исследований с достаточной достоверностью можно заключать о существовании сезонности в работе различных веб-сайтов. Но результаты исследований показывает отсутствие всплесков обращений к сайтам, которые нарушили бы существующие сезонные периоды [15-16]. Например, если проанализировать график перехода посетителей с других сайтов (рисунок 164, можно увидеть, что 5 мая с сайта news.yandex.ru на целевой сайт перешло около 15 тыс. посетителей.

Такой всплеск вызвал публикации ссылки на целевой сайт с сайта news.yandex.ru. Эта ситуация расценивается как начавшаяся DDoS-атака. Как показывает данные исследований (просмотр месячной и суточной посещаемости) такой мощный всплеск DDoS-атаки не нарушили верхнюю границу актуального сезонного периода.

Еще одно заключение можно формулировать как наличия зависимости между авторитетом и посещаемостью сайта донора и целевого сайта. Крупные сайты доноры не будут рекомендовать просмотреть небольшие

менее популярные сайты. Те сайты, которые они будут рекомендовать, имеют такое количество посещений, где вновь поступивший трафик не будет являться значительным. Такая ситуация возникнет, если на веб-сайте появится трафик из других источников.

В этом случае обсуждаемая в статье методика зафиксирует начавшуюся DDoS-атаку. Как показывает результаты исследований, такая ситуация почти не будет возникать, а также может быть обработана системным администратором или оператором, отвечающим за информационную безопасность, в ручном режиме.

1 Таким образом, обсужденная в статье методика обнаружения DDoS-атак и вредоносного трафика позволит разработать алгоритм обнаружения точки начала атаки на ранних стадиях. Это будет обнаруживаться наличием отказов в обслуживании.

2 Такой алгоритм мог бы учесть сезонные отклонения в нагрузке трафиков. Это позволит определить точку начала атаки на ранних стадиях с большей вероятностью.

3 Авторами статьи проведено исследование для подтверждения фактов существования сезонности и выявления типичных сезонных периодов. Результаты исследований позволили выявить недельную, суточную и не определенную сезонность, а также причины её возникновения.

4 Выработанная в ходе исследований методика позволит составить выборки и классифицирует поступающие трафики на группы вредоносных и благонадежных запросов. Для разделения смешанного трафика возможно применение алгоритма кластеризации k-means. Это потребует дальнейшего продолжения начатых исследований.

5 Описанную в статье методику рекомендуется проверить на фактических данных смешанных трафиков из набора KDD99 для выявления полноты обнаружения вредоносных запросов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cisco Guard DDoS Mitigation Appliances.
<http://www.cisco.com/web/RU/products/ps5888/index.html>.
2. Модуль ngx_http_limit_zone_module.
http://nginx.org/ru/docs/http/ngx_http_limit_zone_module.html.
3. Терновой О. С. Использование байесовского классификатора для получения обучающих выборок при определении вредоносного трафика на коротких интервалах // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. №1/2(74) – С.104 – 108.
4. Сервис статистики LiveInternet. <http://www.liveinternet.ru/corp/about.html>.
5. DDoS-атаки <http://localname.ru/soft/ataki-tipa-otkaz-v-obslyuzhivanii-dos-i-raspredeennyiy-otkaz-v-obslyuzhivanii-ddos.html>.
6. Предотвращение атак с распределенным отказом в обслуживании (DDoS): Официальный сайт компании Cisco.
http://www.cisco.com/web/RU/products/ps5887/products_white_paper0900aecd8011e927_.html.
7. DDoS-атаки 2 полугодия 2011 г.
http://www.securelist.com/ru/analysis/208050745/DDoS_ataki_vtorogo_polugodiya_2011_goda.

8. DDoS-атаки 1 полугодия 2013 года.
http://www.securelist.com/ru/analysis/208050810/DDoS_ataki_pervogo_polugodiya_2013_goda.
9. Prolexic о II квартале: DDoS становятся все более мощными.
http://threatpost.ru/2013/07/23/prolexic_o_ii_kvartale_ddos_stanovjatsa_vse_boleje_moshchnymi/.
10. Диаграмма мощности DDoS-атак. http://www.securelist.com/ru/images/vlill/ddos_sept2013_pic08.png.
11. DDoS-весна в Рунете. http://www.securelist.com/ru/blog/207768876/DDoS_vesna_v_Runete
12. Хакеры атаковали сайт биржи Nasdaq <http://lenta.ru/news/2012/02/15/block/>.
13. Одна из самых больших DDoS-атак в истории
<http://habrahabr.ru/post/174483/>.
14. Россия - главный источник всех кибератак.
<http://www.amic.ru/news/211097/>.
15. В день выборов в Рунете бесчинствовали хакеры. <http://lenta.ru/articles/2011/12/05/upalo/>.
16. Сайт телекомпании НТВ вновь подвергается DDoS-атаке.
<http://www.amic.ru/news/175831/>.

УДК 004

Кульмамиров Серик Алгожаевич, Тастанбек Ақжан Бекболатқызы
Казахский национальный университет имени аль-Фараби
(Алматы, Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ТИПОВОЙ КАФЕДРЫ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. В статье рассматривается состояние информационной безопасности типовой кафедры университетского уровня по обеспечению персональных данных (ПСД) для соблюдения требований стандартов РК в области информационной безопасности. Такой системный подход определяет основные требования и базовые показатели к реализации и достижению требуемого уровня безопасности информации в нашем университете. Проводимые университетские мероприятия могут быть оправданы и гармонизированы с проведением в нашей стране комплекса мероприятий, включающих выполнение исследовательских работ выявления угроз информационной безопасности (ИБ) и разработку университетской системы защиты ПСД с позиции комплексного применения технических и организационных мер и средств защиты информации (ЗИ). Рассмотрен современный подход разработки инновационной Концепции по ИБ для кафедры «Информационные системы» КазНУ им. аль-Фараби. Определена структура и стадии создания кафедральной СЗГД. Определены объекты защиты данных и контроля утечки кафедральной информации по 15 направлениям деятельности кафедры ИС.

Ключевые слова: информационная безопасность (ИБ), персональные данные (ПСД), угрозы ИБ, защита ПСД, защита информации (ЗИ), концепция ИБ.

Kulmamirov Serik Algozhaevich, Tastanbek Akzhan Bekbolatkyzy
Al-Farabi Kazakh National University
(Almaty, Kazakhstan)

MODERN SAFETY APPROACH PERSONAL DATA OF THE TYPICAL DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY

Abstract. The article discusses the state of information security of a typical university-level department for the provision of personal data (DED) to comply with the requirements of RK standards in the field of information security. Such a systematic approach determines the basic requirements and basic indicators for the implementation and achievement of the required level of information security in our university. University events can be justified and harmonized with a set of activities in our country, including the implementation of hazard identification research information security (IS) and the development of the university system for the protection of design and estimate documentation from the standpoint of the integrated application of technical and organizational measures and means of

protecting information. A modern approach to the development of an innovative concept on information security for the department "Information Systems" KazNU. al-Farabi. The structure and stages of creation of the Cathedral FFPD are defined. The objects of data protection and control of the leakage of departmental information in 15 areas of activity of the IP department were determined.

Keywords: *information security (IS), personal data (PD), IS threats, PD protection, information protection (IP), IS concept.*

Востребованность разработки концепции по обеспечению безопасности персональных данных (ПСД) обусловлено соблюдением действующих в Республике Казахстан законодательных и нормативных документов на реализацию Стратегии построения системы защиты ПСД на территории страны. Такой вид документа определяет основные требования и базовые подходы к реализации и достижению требуемого уровня безопасности информации в стране. Осуществлением системного подхода оправдывается проведение в нашей стране комплекса мероприятий, включающих исследование угроз информационной безопасности (ИБ) и разработку системы защиты ПСД с позиции комплексного применения технических и организационных мер и средств защиты информации (ЗИ).

Под информационной безопасностью ПСД понимается защищенность персональных данных и обрабатываемой их инфраструктуре от любых случайных или злонамеренных воздействий, результатом которых может явиться нанесение ущерба самой информации, ее владельцам (субъектам ПСД) или инфраструктуре ресурсов страны [1]. Задачи ИБ сводятся к минимизации ущерба от возможной реализации угроз безопасности ПСД, а также к прогнозированию и предотвращению таких воздействий.

Мероприятия по разработке Концепция такого уровня служат основой для разработки комплекса организационных и технических мер по обеспечению ИБ конкретного предприятия, а также нормативных и методических документов, обеспечивающих ее реализацию. Изложение таких мероприятий не предполагает подмены функций государственных органов РК, отвечающих за обеспечение ИБ и ЗИ.

В данной статье рассмотрим более современный подход разработки Концепции по ИБ для кафедры «Информационные системы» КазНУ им. аль-Фараби.

Разрабатываемая Концепция может стать методологической основой для:

- формирования и проведения единой Политики в области обеспечения безопасности ПСД для информационной системы персональных данных (ИСПД) кафедры ИС нашего университета;

- принятия управленческих решений и разработки практических мер по воплощению Политики безопасности ПСД и выработки комплекса согласованных мер нормативно-правового, технологического и организационно-технического характера, направленных на выявление, отражение и ликвидацию последствий реализации различных видов угроз ПСД;

- разработки предложений по совершенствованию нормативного и методического обеспечения безопасности ПСД в ИСПД кафедры.

Область применения Концепции будет распространена на все направления деятельности кафедры по реализации образовательной программы (ОП) специальности «Системы информационной безопасности» и реализации учебного процесса обучающихся кафедры.

Структура, состав и основные функции СЗПД необходимо определить исходя из уровня защищенности ИСПД кафедры.

СЗПД включает в себя:

- организационные меры и технические средства ЗИ;
- шифровальные (криптографические) средства;
- средства предотвращения несанкционированного доступа (НСД);
- утечки информации по техническим каналам (ТК) утечки информации;
- программно-технические воздействия на технические средства

обработки ПСД.

Такие меры должны быть призваны обеспечить:

– конфиденциальность информации (защита от несанкционированного ознакомления);

– целостность информации (актуальность и непротиворечивость информации, ее защищенность от разрушения и несанкционированного изменения);

– доступность информации (возможность за приемлемое время получить требуемую информационную услугу).

Стадии создания СЗПД включают в себя:

– проектная стадия, включающая обследование ИСПД, разработку Технического задания (ТЗ) на ее создание;

– стадия проектирования эскизного проекта (ЭП) и реализации ИСПД, включающая разработку СЗПД внутри состава ИСПД;

Перечень необходимых мер ЗИ определяется по результатам «Отчета об обследовании ИСПД» на кафедре ИС.

Основной целью СЗПД является минимизация ущерба от возможной реализации угроз безопасности ПСД. Для достижения основной цели система безопасности ПСД должна обеспечивать эффективное решение следующих задач:

– защиту от вмешательства посторонних лиц в процесс функционирования кафедральной ИСПД (возможность использования действующей кафедральной системы и доступ к ее ресурсам должны иметь только зарегистрированные в установленном порядке пользователи);

– разграничение доступа зарегистрированных пользователей к аппаратным, программным и информационным ресурсам ИСПД (возможность доступа только к тем ресурсам и выполнения только тех операций с ними, которые необходимы конкретным пользователям ИСПД для выполнения своих служебных обязанностей), т. е. защиту от НСД к кафедральной информации, циркулирующей в ИСПД;

– разграничение доступа к средствам вычислительной техники ИСПД;

– разграничение доступа к аппаратным, программным и криптографическим средствам защиты, используемым в ИСПД;

– регистрацию действий пользователей кафедры при использовании защищаемых ресурсов ИСПД в системных журналах и периодический

контроль корректности действий пользователей путем анализа содержимого этих журналов;

– контроль целостности (обеспечение неизменности) среды исполнения программ и ее восстановление в случае нарушения;

– защиту ПСД, хранимой, обрабатываемой и передаваемой по каналам связи, от несанкционированного разглашения или искажения;

– создание условий для минимизации и локализации наносимого ущерба неправомерными действиями физических и юридических лиц, ослабление негативного влияния и ликвидация последствий нарушения безопасности ПСД.

Объектами защиты данных и контроля утечки информации могут быть следующие 15 направления деятельности кафедры ИС:

1. Перечень информационных систем. На кафедре производится обработка персональных данных только в составе ИСПД. Перечень ИСПД будет определен на основании «Отчета об обследовании ИСПД».

2. Перечень объектов защиты данных. Объектами защиты могут быть информация, обрабатываемая в составе ИСПД и технические средства ее обработки и защиты. Перечень персональных данных, подлежащих защите, определяется документе «Перечень ПСД кафедры, подлежащих защите в составе ИСПД».

3. Объекты защиты включают:

– обрабатываемую информацию;

– технологическую информацию;

– программно-технические средства обработки;

– объекты и помещения, в которых размещены компоненты ИСПД.

4. Классификация пользователей ИСПД. Пользователем ИСПД является сотрудник кафедры, участвующий в функционировании ИС ПСД или использующее результаты ее функционирования. Пользователем ИСПД может быть любой сотрудник кафедры, имеющий доступ к ИСПД и ее ресурсам в соответствии с установленным порядком и в соответствии с его функциональными обязанностями.

Пользователи ИСПД делятся на 3 основные категории:

1) Администратор ИСПД. Сотрудники кафедры, которые занимаются настройкой, внедрением и сопровождением кафедральной ИС. Администратор ИСПД обладает следующим уровнем доступа:

– обладает полной информацией о системном и прикладном программном обеспечении ИСПД;

– обладает полной информацией о технических средствах и конфигурации ИСПД;

– имеет доступ ко всем техническим средствам обработки информации и данным ИСПД;

– обладает правами конфигурирования и административной настройки технических средств ИСПД.

2) Программист-разработчик ИСПД. Сотрудники кафедры или сторонних лиц других кафедр университета, которые занимаются разработкой программного обеспечения.

3) Оператор ИСПД. Сотрудники кафедры, участвующие в процессе эксплуатации ИСПД. Оператор ИСПД обладает следующим уровнем доступа:

– обладает всеми необходимыми атрибутами (например, паролем), обеспечивающими доступ к некоторому подмножеству ПД;

– располагает конфиденциальными данными, к которым имеет доступ.

4) На кафедре должны быть определены 3 категории пользователей ИСПД: администраторы ИСПД, администратор безопасности и операторы ИСПД с правами записи.

На основании этих категорий будут определены права доступа к составу ИСПД для всех пользователей и отражены в «Матрице доступа», входящее в «Положение о разграничении прав доступа к обрабатываемым ПСД».

5. Основные принципы построения системы комплексной ЗИ.

Построение системы обеспечения безопасности ПСД в составе ИСПД кафедры и ее функционирование должны осуществляться в соответствии со следующими основными принципами:

- законность;
- системность;
- комплексность;
- непрерывность;
- своевременность;
- преемственность и непрерывность совершенствования;
- персональная ответственность;
- обязательность контроля.

Законность предполагает осуществление защитных мероприятий и разработку СЗПД кафедры в соответствии с действующим законодательством в области защиты ПСД и других нормативных актов РК по безопасности информации, утвержденных государственными органами страны и управления в пределах их компетенции.

Пользователи и обслуживающий персонал ИСПД кафедры должны быть осведомлены о порядке работы с защищаемой информацией и об ответственности за защиту ПСД.

В заключении можно сформулировать следующие выводы по реализации Концепции безопасности в составе ИСПД кафедры:

– оценено состояние безопасности информации кафедральной ИСПД, выявлены источники внутренних и внешних угроз ИБ, определены приоритетные направления предотвращения, отражения и нейтрализации этих угроз;

– сформированы предложения по внесению изменений в распорядительные и нормативно-методические документы университета применительно к ИСПД кафедры «Информационные системы»;

– определены уровни защищенности кафедральной ИСПД;

– на кафедре ИС запланированы организационно-режимные и технические мероприятия по обеспечению безопасности ПСД в составе действующей ИСПД;

– выработан и сформулирован необходимый уровень безопасности объектов защиты кафедры ИС от утечки информации.

Реализация описанных мероприятий обеспечит создание единой, целостной и скоординированной системы ИБ ИСПД кафедры ИС и создаст условия для ее дальнейшего совершенствования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон РК «О персональных данных», устанавливающий основные принципы и условия обработки ПСД, права, обязанности и ответственность участников отношений, связанных с обработкой ПСД.
2. Внутреннее положение кафедры «Информационные системы» КазНУ «Требования к материальным носителям биометрических ПСД и технологиям хранения персональных данных кафедры ИС».

УДК 004

Кульмамиров Серик Алгожаевич, Искендірова Дана Бақытқызы
Казахский национальный университет имени аль-Фараби
(Алматы, Казахстан)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА

Аннотация. В статье рассматривается процедура создания SSL сертификата самому средствами свободно распространяемого пакета IIS 6 Resource Kit Tools. Описан пошаговый алгоритм реализации процедуры. Реализована комбинация алгоритмов смены ключей, хэширования и алгоритм шифрования определяют набор шифров для каждого сеанса.

Ключевые слова: атака, алгоритм криптографического преобразования, ключ, защита данных.

Kulmamirov Serik Algozhaevich, Iskendirova Dana Bakytkyzy
Al-Farabi Kazakh National University
(Almaty, Kazakhstan)

PROGRAM IMPLEMENTATION OF NETWORK PROTOCOL

Abstract. The article discusses the procedure for creating an SSL certificate by the means of the freely distributed IIS 6 Resource Kit Tools package. A step-by-step algorithm for the implementation of the procedure is described. A combination of key-change, hashing, and encryption algorithms is used to determine the cipher suite for each session.

Keywords: attack, cryptographic conversion algorithm, key, data protection.

Для создания защищенного соединения сети требуется получить сертификат. Альтернативным вариантом получения сертификата является создание сертификата самому. Рассмотрим процедуру создания SSL сертификата самому средствами свободно распространяемого пакета IIS 6 Resource Kit Tools. Для этого потребуется установка соответствующих служб. Последовательность действий можно описать в следующем порядке:

1. В «Панели управления» необходимо выбрать раздел «Программы и компоненты».
2. В открывшемся окне в меню слева нажать на ссылку «Включение или отключение компонентов Windows».
3. Далее в открывшемся окне нужно включить компонент «Службы IIS» (рисунок 1).
4. Теперь выбрать службу ISS (рисунок 2).
5. В открывшемся окне жмем на позицию «Сертификаты сервера» (рисунок 3).

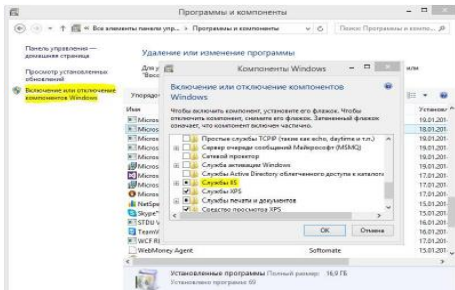


Рисунок 1. Активация службы ISS

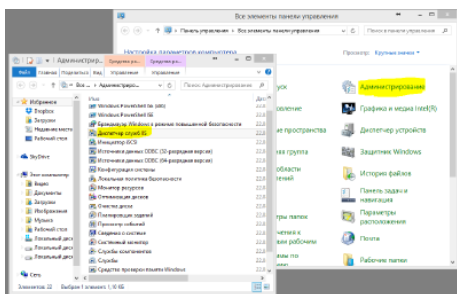


Рисунок 2. Выбор службы ISS

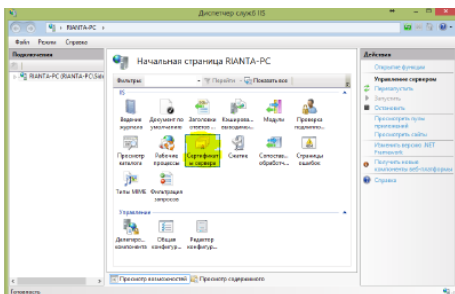


Рисунок 3. Создание сертификата

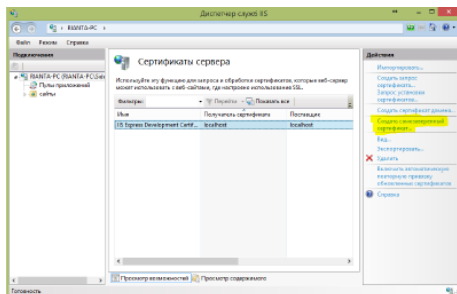


Рисунок 4. Создание самостоятельно заверенного сертификата

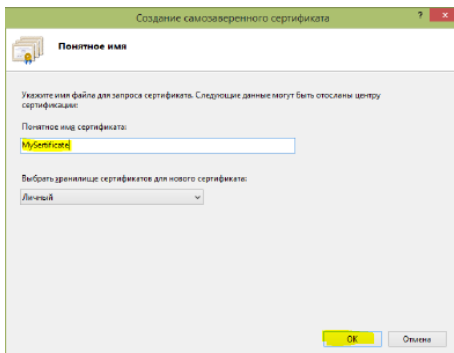


Рисунок 5. Ввод имени сертификата

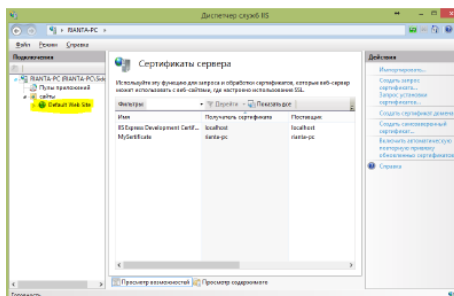


Рисунок 6. Отображение сертификата

6. Создаем самостоятельно заверенный сертификат (рисунок 4).
7. Привязываем сертификат к нужному IP адресу (рисунок 5).
8. Затем с помощью программы «THEGREENBOW» устанавливаем защищенное SSL – соединение.
9. Указываем путь к сертификату (рисунок 8).
10. Вводим пароль для доступа к сертификату (рисунок 12).

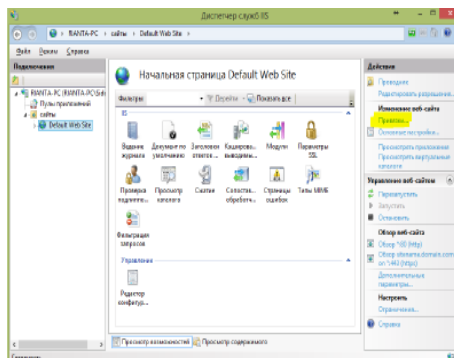


Рисунок 7. Привязка сертификата к сайту (компьютеру)

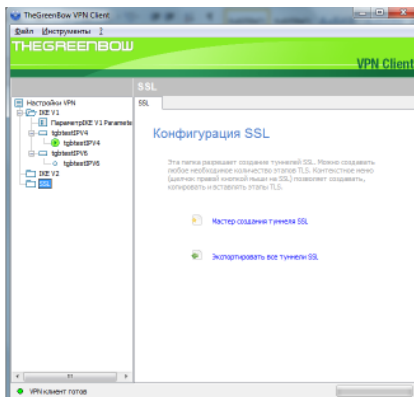


Рисунок 8. Окно раздела SSL

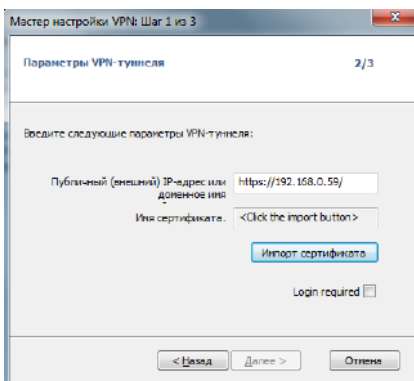


Рисунок 9. Окно мастера настройки VPN-туннеля

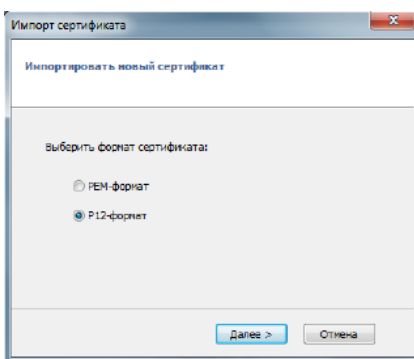


Рисунок 10. Импорт сертификата

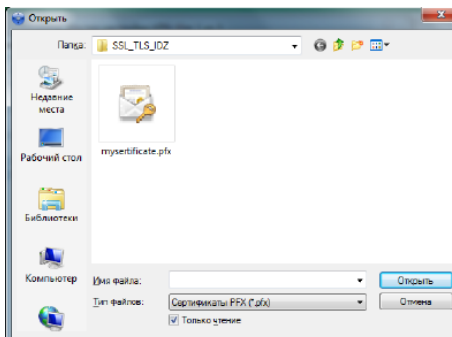


Рисунок 11. Выбор созданного сертификата

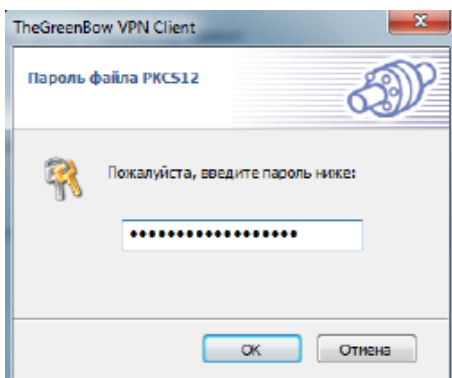


Рисунок 12. Окно ввода пароля для доступа к сертификату

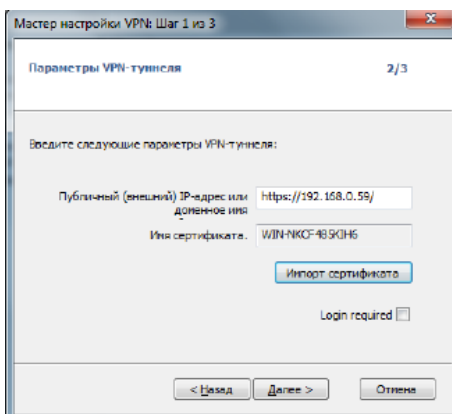


Рисунок 13. Окно мастера настройки VPN-туннеля

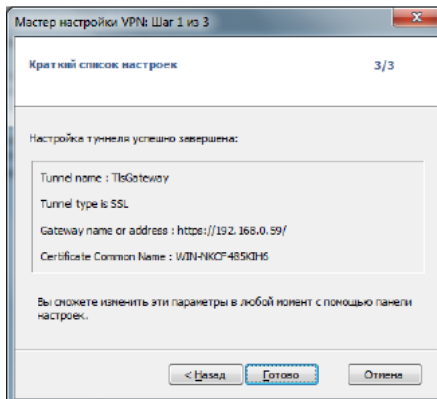


Рисунок 14. Подтверждение об успешно созданном туннеле

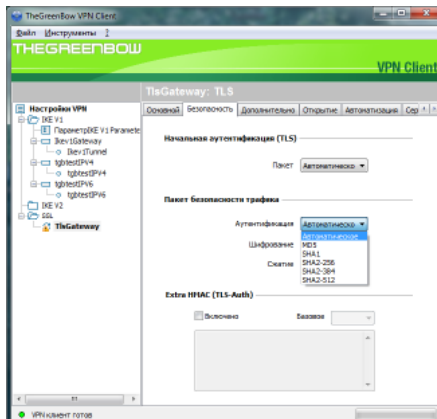


Рисунок 15. Параметры аутентификации трафика

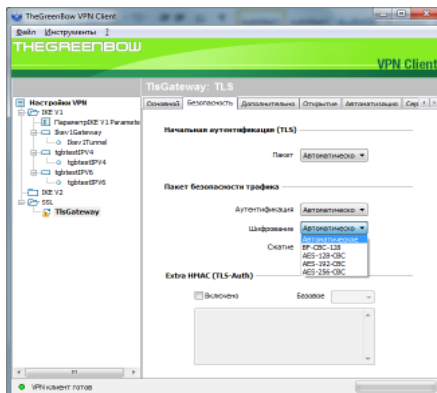


Рисунок 16. Параметры шифрования

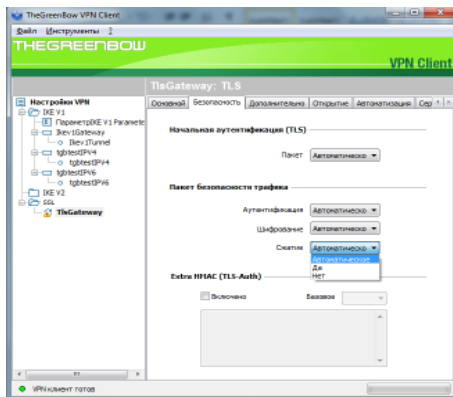


Рисунок 17. Параметры сжатия



Рисунок 18. Окно в браузере об успешном соединении

Сформулируем следующие выводы по соединению через транспортные протоколы:

1. Протокол безопасности транспортного уровня обеспечивает услуги безопасности из конца в конец для приложений, которые пользуются этими протоколами, например, TCP. Преобладает применение 2 протоколов: «Уровень Безопасных Розеток» (SSL - Secure Sockets Layer) и «Безопасность Транспортного уровня» (TLS - Transport Layer Security).

2. Протоколы SSL или TLS обеспечивают такие услуги, как фрагментация, сжатие, целостность сообщения, конфиденциальность и создание кадра данных, полученных от прикладного уровня. Протокол SSL (или TLS) может получить прикладные данные от любого протокола прикладного уровня, но работает протокол обычно с HTTP.

3. Реализуется комбинация алгоритмов смены ключей, хэширования и алгоритм шифрования определяют набор шифров для каждого сеанса.

4. Для того чтобы обмениваться заверенными и конфиденциальными сообщениями, клиенту и серверу необходимо иметь 6 единиц криптографической секретности (4 ключа и 2 вектора инициализации).

5. В протоколе SSL (или TLS) отличают: подключение и сеанс. В сеансе одна сторона играет роль клиента, а другая - роль сервера. При подключении обе стороны играют одинаковые роли, на равном подуровне.

6. Протокол SSL (или TLS) определяет 4 протокола на 2 уровнях:

- протокол установления соединения;
- протокол изменения параметров шифрования;
- аварийный протокол;
- протокол передачи записей.

Протокол установления соединения использует несколько сообщений, чтобы договориться о наборе шифров, подтвердить подлинность сервера для клиента и клиента для сервера, если это необходимо, и обмениваться информацией для организации криптографической секретности.

Протокол изменения параметров шифрования определяет процесс перемещения информации между состоянием ожидания и активным состоянием. Аварийный протокол передает извещения об ошибках и ситуациях, отклоняющихся от нормальных состояний.

Протокол передачи записей доставляет сообщения от верхнего уровня (протокол установления соединения, аварийный протокол, ChangeCipherSpec-протокол) или прикладного уровня.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко В.А., Малюк А.А. Основы защиты информации. Москва: МИФИ, 1997, 537 с.
2. Петраков А. В. Основы защиты информации. Москва: Радио и связь, 1999, 368 с.
3. В. М. Сидельников - Криптография и теория кодирования.
4. С. Г. Баричев, Р. Е. Серов. Основы Современной Криптографии. Москва, 2001.- 98 с.
5. Ярочкин В. И. Информационная безопасность. Учебной пособие для студентов непрофильных вузов. - Москва: Международные отношения, 2000. - 400 с.
6. Кульмамиров С. А., Искендинова Д. Б. Основы работы с OpenSSL при реализации криптоалгоритмов. Сборник трудов. Украина. 2018. 79 с.

УДК 004.056

Жұмабек Айдана Аманбайқызы, Омаров Абдыхаби Мухитович
Карагандинский государственный университет
имени академика Е.А.Букетова
(Караганда, Казахстан)

КОРПОРАТИВТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІК МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ

Аннотация. Мақалада қазіргі кездегі корпоративтік желілердегі ақпараттық қауіпсіздіктің өзекті мәселелері қарастырылған. Корпоративтік ортадағы қауіпсіздіктің бұзылу себептері және оларды жоюдың қазіргі жолдары зерттелген.

Кілт сөздер: корпоративтік желілер, ақпарат, қауіпсіздік, технологиялар.

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И БАЗОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация: В статье рассмотрены актуальные вопросы информационной безопасности в корпоративных сетях. Исследованы причины нарушений безопасности в корпоративной среде и некоторые существующие способы их устранения.

Ключевые слова: корпоративные сети, информация, безопасность, технология.

Zhumabek Aidana, Omarov Abdyhabi
Karagandy State University named after E. A. Buketov
(Karagandy, Kazakhstan)

SECURITY ISSUES AND MAIN IMPLEMENTATION OF CORPORATE INFORMATION SYSTEMS

Abstraction. The article is devoted to the currently relevant problem of information security in corporate networks. The causes of the security breach were examined corporate environment and current solutions.

Keywords: corporate networks, information, security, technology.

Жаңа ақпараттық технологиялар халық шаруашылығының барлық салаларына белсенді түрде енгізілуде. Жергілікті және ғаламдық ақпаратты жіберу желілерінің пайда болуы компьютерлерді пайдаланушыларға ақпаратпен шұғыл алмасу мүмкіндіктерін ұсынды. Егер осы уақытқа дейін мұндай желілер тек арнайы және тар бағыттағы мақсаттарда (академиялық желілер, жергілікті соғыс ведомстваларының желілері және т.б.) құрылған болса, онда Internet-ң және осыған ұқсат жүйелердің дамуы әрбір адамның күнделікті өмірде деректерді жіберудің ғаламдық желілерін (WAN) пайдалануына алып келді.

Ақпаратты өңдеу үрдістерін автоматтандыру құралдарының, әдістерінің және формаларының даму және күрделену шамасына қарай қоғамның оларды пайдаланатын ақпараттық технологиялардың қауіпсіздік дәрежесінен тәуелділігі артады. Ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету өзектілігі мен маңыздылығы келесі факторларға байланысты болады:

– әр түрлі қызмет салаларында қолданылатын дербес компьютерлер паркінің жоғары өсу қарқыны;

– есептеуіш ресурстарға және деректер массивтеріне тікелей қолжетімді пайдаланушылар шеңберінің бірден кеңеюі;

– компьютерлердің және басқа да автоматтандыру құралдарының көмегімен жинақталатын, сақталатын және өңделетін ақпарат көлемінің артуы;

– бірыңғай деректер базасында тағайындалуы әр түрлі және әр текті затқа қатысты ақпараттың шоғырлануы;

– қауіпсіздіктің тіпті минималды талаптарын қанағаттандырмайтын бағдарламалық құралдардың қызу дамуы;

– желілік технологиялардың барлық жерде таралуы және жергілікті желілердің ғаламдық желіге біріктірілуі;

– бүкіл әлемдегі ақпаратты өңдеу жүйелерінің қауіпсіздігінің бұзылуына мүлде кедергі келтірмейтін ғаламдық Internet желісінің дамуы.

Ақпаратты жинақтаудың, өңдеудің және жіберудің қазіргі әдістері ақырғы пайдаланушыларына жіберілген немесе соларға қатысты деректердің жоғалу, бұрмалану және ашылу мүмкіндігімен байланысты қауіптердің пайда болуына жәрдемдесті. Сондықтан компьютерлік жүйелер мен желілердің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету ақпараттық технологияларды дамытудың алдыңғы бағыттарының бірі болып табылады.

Компьютерлік жүйелер мен желілердің ақпараттық қауіпсіздігінің негізгі түсініктерін қарастырамыз [1].

Ақпараттық қауіпсіздік деп – өңделетін, сақталатын және жіберілетін деректердің заңсыз таныстырудан, түрлендіруден және жоюдан қорғалу күйін, сонымен қатар, ақпараттық ресурстарды олардың жұмыс қабілетін бұзуға бағытталған әсерлерден қорғау күйін айтады.

Осы әсерлерінің табиғаты әр түрлі болуы мүмкін. Мұнда қаскүнемдердің ену әрекеттері де, қызметкерлердің қателіктері де, аппаратты және бағдарламалық құралдардың істен шығу әрекеттері де, табиғи апаттар (жер сілкінісі, дауыл, өрт және т.б.) да бар. Компьютерлік желілер мен жүйелердің қауіпсіздігіне ақпараттың құпиялығын, тұтастығын, дұрыстығын, заңды маңыздылығын, оған деген қолжетімдіктің шұғылдығын қамтамасыз ету, сонымен қатар, ақпараттық ресурстардың және жүйенің немесе желінің құрамдастарының тұтастығы мен қолжетімдігін қамтамасыз ету шараларының кешенін қабылдау арқылы жетуге болады. Жоғарыда аталған ақпараттың базалық қасиеттері аса толық талқылауды қажет етеді.

Ақпараттың құпиялығы–бұл оның осы ақпарат пайдаланылатын ақпараттық жүйені пайдаланушыларының шектеулі шеңберіне ғана қолжетімді болу қасиеті. Болмысына қарай, ақпараттың құпиялығы – бұл оның тек жүйемен жұмыс істеуге жіберілген және тексерістен өткен субъектілеріне (пайдаланушыларына, үрдістеріне, бағдарламаларына) ғана белгілі болу қасиеті. Жүйенің қалған субъектілері үшін ақпарат белгісіз болуы тиіс.

Ақпараттың тұтастығы деп оның жіберілу және сақталу үрдісінде өзінің құрылымын және/немесе мазмұнын сақтау қасиетін айтады. Ақпараттың тұтастығы жүйедегі деректер семантикалық қатынаста ағымдағы деректерден ерекшеленбеген жағдайда, яғни, егер олар кездейсоқ немесе қасақана бұрмаланбаса немесе бұзылмаса қамтамасыз етіледі.

Ақпараттың дұрыстығы - ақпараттың өзінің қайнар көзіне, немесе оны шығарған субъектке қатыстылығымен белгіленетін қасиеті.

TCP/IP хаттамасының жиынтығы әр түрлі типті компьютерлердің арасындағы үйлесімді қамтамасыз ете отырып, біртекті емес желілік ортадағы коммуникацияны ұйымдастыру үшін қолданылады. Үйлесімдік – TCP/IP негізгі артықшылықтарының бірі, сондықтан жергілікті компьютерлік желілердің көпшілігі осы хаттамаларды қолдайды. Оған қоса, TCP/IP хаттамалары ғаламдық Internet желісінің ресурстарына қолжетімді болып табылады. Себебі, TCP/IP қаптамалардың маршрутталуын қолдайды, әдетте, ол желіаралық хаттама ретінде қолданылады. Өзінің белгілі болуының арқасында TCP/IP желіаралық өзара байланысуға арналған де-факто стандартына айналды.

Алайда, TCP/IP хаттамалар стегының барлық жерде таралуы оның әлсіз жақтарын да көрсетті. Өзінің тумасын жасай отырып, TCP/IP хаттамалар стегының архитекторлары оның негізінде құрылатын желілердің қорғанысы туралы алаңдау себептерін көрмеді. Олар қашан да болсын тиімді қорғау құралдарының, TCP/IP хаттамаларының қолданылуын тоқтататын негізгі факторға айналатынын тіпті болжамады.

TCP/IP хаттамаларының, IP-желілерінің және Internet қызметтерінің ақпараттық қауіпсіздігінің жеткіліксіздігінің маңызды мәселелерін аса толық қарастырайық. Бұл кемістіктері TCP/IP стегының барлық хаттамалары мен Internet қызметтерінде ашылған сәттен бастап пайда болады. Бұл мәселелердің көпшілігі Internet-ң UNIX операциялық жүйесінен тарихи тәуелділігімен байланысты. ARPAnet (Internet желісінің арғы тегі) АҚШ-ң зерттеу орталықтарын, ғылыми, әскери және үкіметтік мекемелерін, үлкен университеттерін байланыстырушы желі ретінде құрылды. Бұл құрылымдары UNIX операциялық жүйесін коммуникацияға және өзіндік мәселелерін шешуге қажетті платформа ретінде пайдаланды. Сондықтан UNIX ортасында бағдарламалау әдіснамасының мен оның архитектурасының ерекшеліктері TCP/IP алмасу хаттамаларын және желідегі қауіпсіздік саясатын жүзеге асыруына өз іздерін қалдырды. Ашықтығы мен кеңінен таралуына байланысты UNIX жүйесі хакерлердің сүйікті жемтігіне айналды.

Қолданбалы деңгейі (SMTP, Telnet, FTP,...)				Деректер
Көліктік деңгейі (SMTP, Telnet, FTP,...)			TCP тақырыбы	Деректер
Internet деңгейі (IP)		IP тақырыбы	TCP тақырыбы	Деректер
Желілік қолжетімдік деңгейі (Ethernet, FDDI, ATM,...)	Ethernet-тақырыбы	IP тақырыбы	TCP тақырыбы	Деректер

1 сурет – TCP/IP хаттамаларының деректердің инкапсуляция сызбасы

Сондықтан TCP/IP хаттамасының жиынтығында пайда болған кезден қорғанысында кемшіліктерінің болуы таңғаларлық зат емес.

Практикада IP-желілер деректермен алмасу үрдісіне рұқсатсыз ену амалдарының бірқатары үшін осал болып келеді. Компьютерлік және желілік технологиялардың дамуына қарай (мысалы, мобильді Java-қосымшалардың және ActiveX элементтерінің пайда болуымен IP желілерге желілік шабуылдардың мүмкін болатын типтерінің тізімі тұрақты түрде артып келеді [2]. Желілік шабуылдар да олардың қарсы бағытталған жүйелері секілді әр алуан. Кейбір шабуылдар үлкен қиындығымен ерекшеленеді. Басқаларын оның қызметінің қандай салдарға алып келетіндігін тіпті білмейтін, қарапайым оператор іске асыруға қабілетті. Бүгінгі күні ең таралғаны келесі шабуыл нұсқалары болып табылады [3].

Тыңдау. Көптеген деректер компьютерлік желілер бойынша қорғалмаған форматта (ашық мәтінмен) беріледі, бұл сіздің желіңізге ақпаратты жіберу желілерін пайдалануға мүмкіндік алған қаскүнемге трафикті тыңдауға немесе оқуға мүмкіндік береді. Компьютерлік желілерде тыңдауды аңду деп айтады (sniffing немесе snooping). Егер тұрақты шифрлеуді қамтамасыз ететін қызметтерді пайдаланбаса, желі бойынша берілетін деректер оқу үшін қолжетімді болады. Компьютерлік желілерде тыңдау үшін былайша аталатын қаптама снифферлерін пайдалануға болады. Қаптамалар сниффері белгілі домен арқылы берілетін барлық желілік қаптамаларды аулайтын қолданбалы бағдарлама болып табылады. Қазіргі уақытта снифферлер желілерде толық заңды негізде пайдаланылады. Олар трафиктің қателіктерін тексеру және талдау үшін пайдаланылады. Алайда, кейбір желілік қосымшалардың деректерді мәтіндік форматта (Telnet, FTP, SMTP, POP3 және т.б.) жіберетіндігіне байланысты, сниффердің көмегімен пайдалы, ал кейде құпия ақпаратты (мысалы, пайдаланушылардың аттары мен құпия сөздерін) білуге болады.

Құпия сөзге шабуылдар. Хакерлер IP-спуфинг және қаптамалардың сниффингі, толық асып кету (brute force attack), “троян аты” секілді бірқатар әдістердің көмегімен құпия сөздерге шабуылдар жасай алады. Каналды тыңдау жолымен желі бойынша шифрленбеген формада берілетін құпия сөздер мен пайдаланушылардың аттарын аулау каналды тыңдау (password sniffing) жолымен үлкен қауіп туғызады, себебі, пайдаланушылар көптеген қосымшалар мен жүйелер үшін бір логин мен құпия сөзді жиі пайдаланады. Көптеген пайдаланушылардың барлық ресурстар мен қосымшаларға қолжетімді болуы үшін бір ғана құпия сөздері бар. Егер қосымша “клиент-сервер” тәртібінде жұмыс істесе, ал сәйкестендіру деректері желі бойынша оқылатын мәтіндік форматта жіберілсе, бұл ақпаратты басқа корпоративтік немесе сыртқы ресурстар қолжетімді болуы үшін пайдалануға болады. Логин мен құпия сөзді жиі қаптамалардың IP-спуфингтің және сниффингінің көмегімен алуға болғанымен, хакерлер логин мен құпия сөзді ол үшін жиі көптеген пайдалану мүмкіндіктерін жасай отырып, келтіріп жазып, анықтауға тырысады. Жиі толық басып кету шабуылы үшін жалпы қолданыстағы ресурсты (мысалы, серверді) пайдалануға мүмкіндік беретін арнайы бағдарлама қолданылады. Нәтижесінде, хакер, паролін келтіріп, қарапайым пайдаланушының атымен ресурстарды пайдалануға мүмкіндік алады. Егер бұл пайдаланушының оны пайдалануына айтарлықтай басымдылықтары болса,

хакер өзіне келешекте тіпті пайдаланушы өзінің құпия сөзі мен логинін өзгерткенімен де, ашық болатындай мүмкіндік жасай алады.

Вирустар мен “троян аты” типті қосымшалар. Соңғы пайдаланушылардың жұмыс станциялары вирустар мен “троян аттары” үшін әлсіз болып келеді. Вирустар деп басқа бағдарламаларға соңғы пайдаланушының жұмыс станциясында белгілі қажет емес қызметтерін орындау үшін енгізіледі. Мысал ретінде command.com (Windows жүйелерінің басты түсіндірушісі) файлында жазылатын және басқа файлдарды өшіретін, сонымен қатар, тапқан барлық command.com нұсқаларын зақымдайтын вирусты айта кетуге болады. Типтік “троян атының” мысалы пайдаланушының жұмыс станциясы үшін қарапайым ойын болып көрінетін бағдарлама болады. Алайда, пайдаланушы бұл ойынды ойнағанша, зиянкес бағдарлама өзінің көшірмесін пайдаланушының мекенжай кітабына енгізілген әрбір абоненттер электронды поштасы арқылы жөнелтеді. Барлық абоненттер ойынды пошта арқылы алып, оның одан әрі таралуына жәрдемдеседі. Вирустармен және “троян аттарымен” күрес пайдаланушының немесе желінің деңгейінде жұмыс істейтін вирусқа қарсы тиімді бағдарламалық қамтамасыздандырудың көмегімен жүргізіледі. Вирусқа қарсы құралдар вирустардың және “троян аттарының” көпшілігін анықтап, олардың таралуына жол бермеуге қабілетті. Вирустар туралы ең жаңа ақпаратты күнделікті алу және пайдалану олармен тиімді күресуге көмектеседі. Кезекті вирустардың және “троян аттарының” пайда болуына қарай вирусқа қарсы құралдар мен қосымшалардың жаңа нұсқаларын орнату керек.

Желілік барлау. Желілік барлау деп жалпыға қолжетімді деректер мен қосымшалардың көмегімен желі туралы ақпаратты жинау болып табылады. Қандай да бір желіге қарсы шабуылды дайындау кезінде, хакер, әдеттегідей, ол туралы көбірек ақпарат алуға тырысады. Желілік барлау DNS сұраулары, эхо-тестілеу (ping sweeper) және порттарды сканерлеу формасында жасалады. DNS сұраулары қандай да бір доменнің иесінің кім екенін түсінуге және осы доменге қандай мекенжайлардың берілгенін түсінуге көмектеседі. DNS көмегімен ашылған мекенжайлардың эхо-тестіленуі осы ортада нақты қандай хосттардың жұмыс істейтіндігін көруге мүмкіндік береді. Хосттардың тізімін алып, хакер осы хосттардың ұстайтын қызметтерінің толық тізімін құру үшін порттарды сканерлеу құралдарын пайдаланады. Және сонымен, “барлаушы” хосттарда жұмыс істейтін қосымшалардың сипаттамаларын талдайды. Нәтижесінде, шабуыл жасауға болатын ақпарат алуға болады. Қазіргі уақытта басқа да шабуыл түрлері кездеседі.

Жоғарыда аталған шабуылдардың бірқатар себептерге байланысты мүмкін болатындығын көру қиын емес:

– біріншіден, жөнелтушіні тек оның IP-мекенжайы бойынша сәйкестендіреді;

– екіншіден, сәйкестендіру процедурасы тек байланысты орнату сатысында орындалады – одан кейін қабылданатын қаптамаларының түпнұсқалығы тексерілмейді;

– үшіншіден, жүйеге қатысы бар маңызды деректер желі бойынша шифрленбеген түрде жіберіледі.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Березин А.С., Перчиков В.И. Защита информации в открытых сетях //Корпоративные системы. – 2001. - № 1. – С. 65 – 69.
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 452 с.
3. Иванов П. IPsec: защита сетевого уровня // Сети. – 2000. – 320 с.

УДК 004

Лобанов Иван Александрович, Жураковский Богдан Юрьевич
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
(Киев, Украина)

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА К ФАЙЛАМ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ

Анотация. Рассматривается модель системы контроля доступа к файлам при работе с системой электронного документооборота. Построение такой модели позволит увеличить уровень безопасности доступа и защищенности файлов в системе, обеспечить высокий уровень конфиденциальности пользователей. Модель системы контроля доступа к файлам состоит из уровня представления модели в виде веб интерфейса, уровня бизнес логики работы с файлами и уровня данных.

Ключевые слова: Модель контроля доступа, система электронного документооборота, система управления базой данных, электронная цифровая подпись.

Lobanov Ivan O., Zhurakovskiy Bohdan Yu.
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
(Kyiv, Ukraine)

MODEL OF ACCESS CONTROL SYSTEM TO FILES IN WORKING WITH A SYSTEM OF ELECTRONIC WORKFLOWS

Abstraction. Model of access control system to files in working with system of electronic workflows is considered. Model of access control system to files consists of the level of representation of the model as a web interface, the business logic in working with the files and the level of data. Developing such a model will make it possible to increase the level of access security and file security in a system, will provide a higher level of privacy for all users.

Keywords: Access control model, system of electronic workflows, database management system (DMS), electronic seals/ digital signature.

Існує велика кількість систем електронного документообігу, усі вони надають користувачам величезний спектр програмного функціоналу для спрощення роботи, прискорення та переведення в цифровий вигляд усього документообігу. Організації які хочуть встановити подібну систему й автоматизувати документообіг зазвичай витрачають велику кількість грошей на апаратну частину та встановлюють системи які простіше для них, але далеко не всі з них здані надати високий рівень безпеки при роботі з документами. Яку складну систему захисту не було б реалізовано в системі, завжди будуть ризики зі сторони навколишнього середовища або необережності користувачів. В проектуванні власної системи документообігу, варто брати до уваги захист, орієнтуватися на користувача, враховувати усі потреби по обробці документів, тобто шаблони і норми. При проектуванні такої

системи важливо приділити велику увагу до реалізації системи контролю доступу до файлів.

Дуже важливим є захист файлів системи. Це програмні файли та файли бази даних, рівень між апаратними пристроями, логічними елементами та фізичними частинами. Якщо цього не врахувати, з'являється можливість впливу шахраїв або зовнішніх чинників на файли системи, не втручаючись в систему. Прикладом може слугувати пошкодження або втрата файлів бази даних в результаті помилки в роботі операційної системи або обладнання. Ніколи не можна нехтувати захистом документів та інформації, якими система оперує.

Системи електронного документообігу спіткають загрози які можна класифіковані таким чином. Загроза цілісності – втрата та пошкодження файлів та інформації, зміна структури файлу – випадково або в результаті певних збоїв, можливо й навмисна. Конфіденційність файлів – будь-яке втручання та отримання доступу до конфіденційної інформації, їх крадіжка, перехоплення файлів. Загроза правильному функціонуванню системи – велика кількість загроз, при яких порушується або зупиняється робота системи; Це умисні атаки й помилки користувачів системи, помилки при роботі з обладнанням та в програмній частині.

Будь-яка система електронного документообігу має захищати від даних загроз. Встановлюючи СЕД, працюючи з інформацію, утворюється велика кількість загроз, але коли впорядкується документообіг можна спроектувати більш захищену від шахраїв та збоїв систему.

Існує дуже велика кількість додаткових загроз які необхідно врахувати: це, як низький рівень освіти адміністраторів систем, так і техніка, яка часто дає збій, незвичайні ситуації які дуже важко прорахувати. Є певно встановлені користувачі системи: легальні, адміністративний ІТ-персонал, зовнішні зловмисники. Помилки які можуть зашкодити нормальній роботі можуть виникнути від зареєстрованих користувачів, їх дуже багато – це скріпки в апаратних частинах, викрадення інформації та файлів з корисними цілями. Користувач системи – це потенційний зловмисник, він може спеціально або навіть не взявши це до уваги порушити конфіденційність інформації.

Для проектування та розробки моделі контролю доступу слід використати трьохрівневу архітектуру, а саме – рівень представлення, рівень бізнес логіки та рівень даних.

Модель рівня представлення. На Рис. 1 можна побачити принцип роботи з інтерфейсом у вигляді діаграми використання. Рівень представлення в данній моделі виглядає як веб інтерфейс користувача в браузері, реалізований за допомогою JSP.

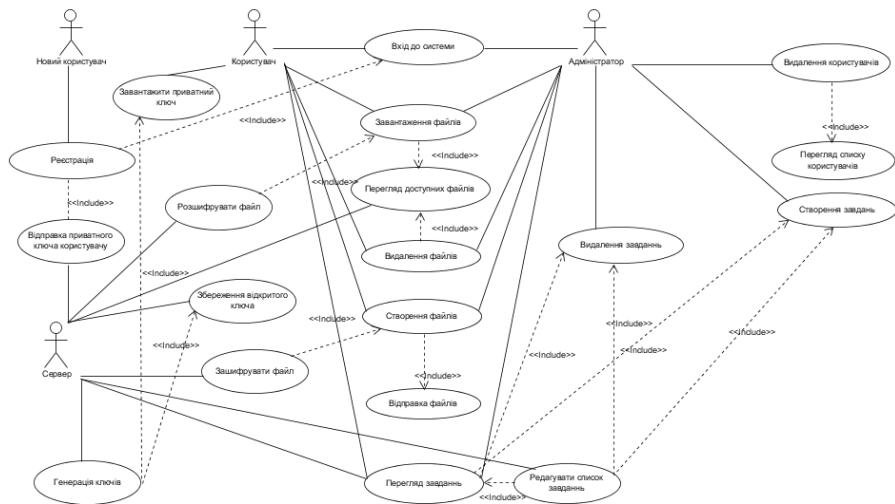


Рис.1. Діаграма використання

Рівень бізнес логіки. Рівень бізнес-логіки в спроектованій системі займає робота з файлами, а саме шифрування, розшифрування, прийом та відправка файлів, генерація ключів, реалізація алгоритму RSA та алгоритму генерації пари ключів, реєстрація користувачів. Так як нам необхідно зашифрувати та розшифрувати документи, ми зчитуємо файл побайтово. Для роботи з даними користувачів необхідно реалізувати клас з необхідним набором методів для обробки та збереження даних користувача. Для цього класу необхідні такі змінні як password, publicKey, home та username. В home розміщуємо шлях до директорії, яка створюється після реєстрації. В цій директорії зберігаються файли користувача та файли які йому надійшли для подальшої обробки. Одним з найосновніших класів має бути клас Server. В якому необхідно реалізувати методи аутентифікації, реєстрації нових користувачів, вибору файлів, логування, методи перевірки прав користувачів та зосереджений основний функціонал системи. Метод для створення нового користувача registerNewUser який надає всі необхідні для нього параметри. Authenticate, відповідає за аутентифікацію користувачів, зв'язуючи данні з базою. Методи getPublicKey отримують публічний ключ, того користувача який зареєструвався щойно аби зберегти його за ним, або для шифрування файлів для конкретного користувача. Для завантаження файлу та його подальшої обробки, шифрування, після отримання публічного ключа, реалізуємо метод takeFile. Аби файли не надсилалися користувачам яких не існує, наявність зареєстрованого в системі адресата перевіряє метод userExist. За вихід с системи відповідає метод logoff. Коли необхідно розшифрувати файл цей клас використовує метод getFile, який отримує захищений файл з приватним ключем, за допомогою якого далі, в результаті обробки, користувач зможе

отримати файл який йому надійшов, або який він сам зберігав в своїй директорії.

Безпека в системі реалізуємо в класі RSA. Він має набір методів для створення пар ключів, шифрування всієї інформації якою оперує система. Паролі в системі шифруються за зо допомогою MD5 алгоритму хешування. Цей клас є захищеним й оперує приватними та публічними ключами, паролями та інформацію яку зашифровують або розшифровують. Для генерації ключів в цьому класі реалізуємо метод generateKey, він створює пару ключів та віддає їх до класу Server в якому зберігається публічний ключ, а приватний тим часом надається користувачу й повністю видаляється з пам'яті системи. Для шифрування та розшифрування файлів використовуються encrypt та decrypt. Вони створені в двох варіантах, для обробки файлів та для роботи з ключами, так як їх також необхідно зберігати в захищеному вигляді. Ці методи отримують на вхід потік байтів та ключ, відкритий або закритий, дивлячись який процес вони мають виконати. Під час розшифрування, зчитується приватний ключ який отримується від користувача та файл, який розбивається на масив байтів методом splitByteArray та далі передається на розшифрування в таке разом з масивом байтів, ключем, та кількістю байтів. Далі данні повертаються до Server де продовжується подальша обробка.

Рівень бізнес логіки спроектовано таким чином аби користувач ніяким чином не контактував з нею. Для спрощення роботи з шифруванням та процесами генерації пар ключів можна використати бібліотеки javax.crypto та javax.security. Та бібліотеки apache.comons для роботи з сервером Apache Tomcat. Принцип роботи рівня бізнес логіки зображено на діаграмі послідовності Рис. 2.

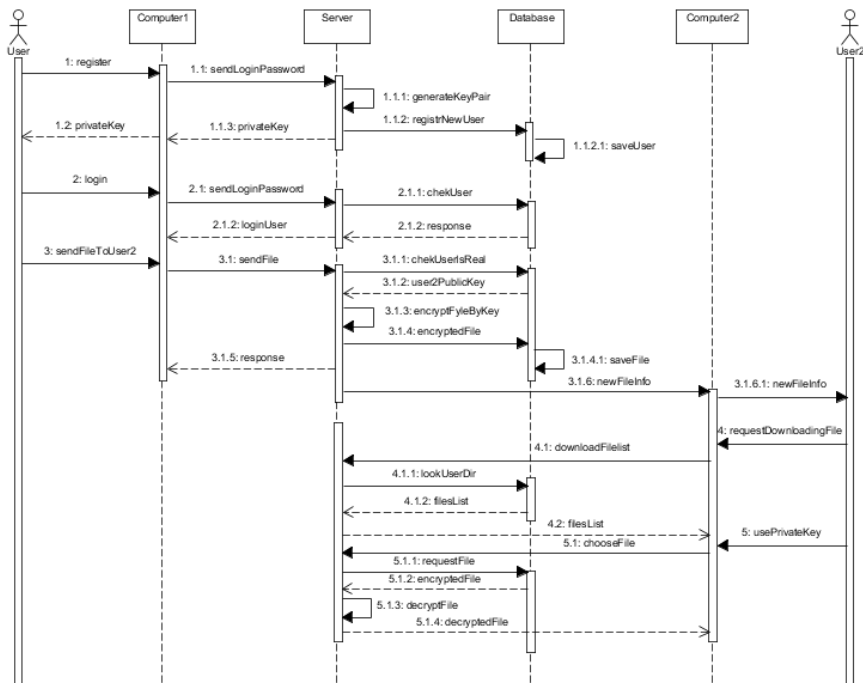


Рис.2. Діаграма послідовності

Рівень даних. Рівень даних в системі спроектовано таким чином, що всі данні зберігаються на сервері. В базі даних в таблицях зберігаються логіни, паролі та публічні ключі користувачів, за якими здійснюється шифрування даних для кожного конкретного користувача. Самі ж файли зберігаються в цій же базі але окремо, в під директоріях в яких зберігаються файли зашифровані одним приватним ключем які зможе прочитати та завантажити тільки той хто має приватний ключ до цих даних. Приватні ж ключі не зберігаються в базі для забезпечення більшої безпеки. Кожен користувач при реєстрації зберігає приватний ключ у себе на носії або локально, а з системи він видаляється. В кожного користувача своя директорія. Користувач в свою чергу бачить лише список власних файлів, тобто директорію яка була створена конкретно для нього. Рівень даних відображено на діаграмі розгортання Рис.3.

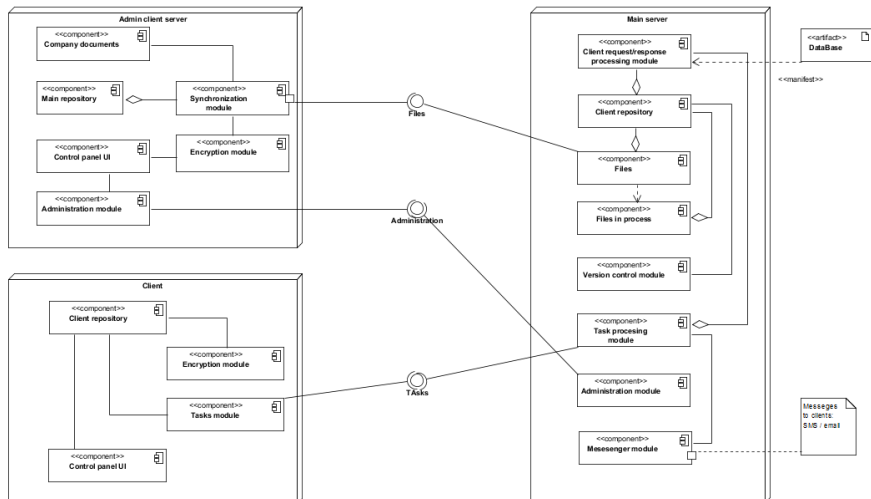


Рис.3. Діаграма розгортання

Таким чином, ми маємо модель безпечної системи доступу до файлів та роботи з ними, призначену для обміну документами на підприємстві. Модель основана на трьохрівневій архітектурі. На рівні представлення реалізовано веб інтерфейс, оснований на JSP. На рівні бізнес-логіки - серверний модуль шифрування для роботи з файловою системою та користувачами. На рівні даних ми маємо базу даних, в якій зберігаються файли користувачів в зашифрованому вигляді, їх реєстраційні данні та відкриті ключі. Такі системи в наш час є дуже необхідними, й попит на них стає тільки більшим. Їх встановлюють, або вже користуються, підприємства та організації всіх типів. Загалом такі системи мають бути захищеними, гнучкими, надійними, багатофункціональними та вести підтримку власної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Goldreich. O. Foundations of cryptography. Volume 1 (Basic tools). Volume 2 (Basic applications). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2001 (v. 1), 2004 (v. 2)
2. Т. В. Кузьминов. Криптографические методы защиты информации. Наука, Сибирское предприятие РАН, Новосибирск, 1998.
3. Н. Коблиц. Курс теории чисел и криптографии. Научное издательство ТВГП, М., 2001.

УДК 004.031.4:303.448]:004.4(045)

Юхименко Бируте Ионовна, Красюк Александр Юрьевич
Одесский национальный политехнический университет
(Одесса, Украина)

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОНЛАЙН-ТЕСТИРОВАНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. *Онлайн-тестирование заметно облегчает процесс оценки знаний и сбора массовой информации и имеет много сфер применения, ведь не требует непосредственного присутствия всех участников тестирования в одном месте и в определенное время.*

Цель работы: создать новое универсальное расширяемое программное обеспечение для автоматизации тестирования. Для этого был проведен анализ существующих исследований и систем, что привело к выводу, что разработка системы требует использования новых современных технологий, поддерживающих кроссплатформенность, то есть способность программы работать с различными операционными системами, также необходимо избегать найденных недостатков других систем (жесткой связности компонентов, конкретизации тематики, невозможности расширения и сложности технической поддержки).

Было разработано программное обеспечение для автоматизации различных процессов работы с электронными тестами. Программа имеет четкое и логическое разделение на модули, которые могут быть заменены, модифицированные или расширенные при необходимости.

Ключевые слова: *онлайн-тестирование, разработка, автоматизация, гибкость системы, программное обеспечение.*

Yukhimenko Birute, Krasiuk Oleksandr
Odessa National Polytechnic University
(Odessa, Ukraine)

AUTOMATIC ONLINE TESTING SYSTEM WITH ELEMENTS OF CENTRALIZED ORGANIZATIONAL MANAGEMENT

Abstract. *Online testing greatly facilitates the process of knowledge assessment and the collection of information and has many applications, because it does not require the direct presence of all participants in the test in one place and at a certain time.*

Objective: to create a new universal extensible software for test automation. To do this, an analysis of existing research and systems was carried out, which led to the conclusion that the development of the system requires the use of new modern technologies that support cross-platform, that is, the ability of the program to work with different operating systems. topics, impossibility of expansion and complexity of technical support).

Software was developed to automate various processes for working with electronic tests. The program has a clear and logical division into modules that can be replaced, modified or expanded if necessary.

Keywords: *online testing, development, automation, system flexibility, software*

Введение

Тестирование как способ проверки знаний существует давно и является необходимым при выборе претендентов на работу, поступлении в ВУЗы, повышении уровня квалификации сотрудников компаний и во многих других ситуациях. Экзаменация может проводиться как в письменной, так и в устной форме, со всевозможными видами вопросов и с различным количеством правильных ответов.

Всеобщая компьютеризация в любой сфере деятельности упрощает и процедуру тестирования. Онлайн-тестирование как новая форма опроса в современном мире, возникшая в XXI веке, позволяет провести проверку знаний, не требуя непосредственного присутствия тестируемого.

В настоящее время компьютерное тестирование может и уже используется в обучающих центрах как разновидность самостоятельной работы студентов. Такая форма проверки знаний может применяться в процессе корпоративного обучения персонала как способ контроля успеваемости, продуктивности и личностного роста.

Также часто проводится профессиональное, психологическое и социальное тестирование на первом этапе отбора на должность или при оценке эффективности сотрудника для предполагаемого повышения в компаниях разных сфер деятельности (IT, экономика, социология и даже медицина).

К преимуществам онлайн-тестирования в первую очередь следует отнести удобства организации процедуры и ее экономичность. Его можно провести в любое время, а ответы получить, не привязываясь ни ко времени, ни к месту. Тестируемый может сосредоточиться, давая ответы без психологического давления.

Анализ последних публикации и постановка проблемы

В существующих публикациях на данную тему рассматриваются в основном подходы, способные облегчить процесс тестирования, сделав его автоматическим. При этом, очень мало внимания уделяется выбору технологий разработки и методологиям разработки в целом. На примере статьи "Разработка системы автоматизированного тестирования" [1] мы можем наблюдать подобную тенденцию. Автор рассуждает о процессе разработки системы автоматизированного тестирования, используя устаревшие средства разработки и библиотеки построения пользовательского интерфейса. Таким образом, на примере статьи "Разработка системы автоматизированного тестирования" [1] невозможно рассуждать о построении масштабируемой, расширяемой системы со слабой связностью компонентов. Также, автор реализует не Web-приложение, а настольное. Из чего следует дальнейшая сложность распространения и использования данного программного обеспечения на разных платформах.

Решением всех вышеописанных проблем может послужить использование более новых технологий, поддерживающих кроссплатформенную разработку.

Анализ существующих систем

Большинство существующих систем онлайн-тестирования ориентированы на конкретную сферу применения. К примеру, портал «Твой тест» [2], нацелен на проведение тестирования среди школьников, студентов, сотрудников. Преимуществом данной системы является доступность: ее можно использовать бесплатно. Функционально система даёт возможность создавать произвольное количество тестов, которые состоят из любого количества заранее заданных вопросов. Сам тест создаётся автоматически по усмотрению проводящего тестирование. Система содержит элементы адаптации. Можно повторно назначать уже пройденные тесты, анализировать результаты, менять алгоритмы самого анализа. Основным преимуществом данного проекта является доступность. Для участия в проекте не требуется какая-либо оплата. Использование существующей функциональности предоставляется пользователям бесплатно.

Система «Мастер-тест» [3] более совершенная в смысле формирования самой библиотеки тестов. Можно менять структуру вопросов, также можно добавлять новые вопросы, скачивать существующую онлайн-структуру вопросов, менять их направленность и автономно проходить само тестирование.

Более совершенной системой онлайн-тестирования является EasyLMS [4]. Это популярный платный сервис онлайн-тестирования, используемый в таких крупных фирмах, как DELL, Toyota, Heineken и др. Поддерживает достаточно большое количество функций, нацеленных на контроль всего процесса обучения. Система позволяет организовать мотивационные курсы обучения, проводить экзамены и оценивать обучающихся, создавать квизы, использовать самую различную наглядную конкретизацию. Однако, большинство существующих систем онлайн-тестирования ориентированы на конкретную сферу применения. Подобное ограничение негативно влияет на масштабируемость и связность компонентов системы. Каждый раз необходимо разрабатывать новые платформы, подходящие под конкретные цели или приспособлять существующие модели тестирования под готовые решения, жертвуя особенностями конкретной модели.

Решением этой проблемы является создание гибкой связи между компонентами системы, позволяющей адаптироваться под необходимую модель тестирования без существенных изменений ее основных принципов. Такой подход весьма популярен в мире разработки программного обеспечения и применяется почти во всех крупных программных продуктах, нацеленных на масштабируемость и длительную техническую поддержку.

Цель и задачи исследования

Компьютерное тестирование как средство обучения, опроса, подбора работников в компанию пока не является достаточно популярным. Причина такого положения дел состоит в недостаточной гибкости, узкой нацеленности или даже закрытости реализованных систем онлайн-тестирования. Некоторые системы сами по себе имеют высокую цену или требуют серьезной адаптации под новые нужды, что также предполагает немаленький бюджет. Тем не менее, современный ритм жизни диктует свои условия: все процессы ускоряются, многие деловые вопросы решаются удаленно, обучение проходит

онлайн, компании ищут сотрудников по всему миру. Именно гибкая система онлайн-тестирования способна значительно облегчить многие эти процессы.

Предлагается разработать программу, которая представляет собой набор модулей и компонентов, способных работать с различными моделями без необходимости изменения таких важных аспектов программного продукта, как: работа с базой данных, валидация данных, аудит и многое другое. Данная система онлайн-тестирования должна иметь широкий профиль применения, являться расширяемой и гибкой.

Необходимо реализовать масштабируемую систему для учебных заведений, онлайн-курсов, компаний и индивидуального репетиторства. Компоненты программного обеспечения должны быть слабо связаны, приспособлены к масштабированию изолированно друг от друга.

Функции для создателя тестов:

- Создавать коллекции тестов;
- Открывать доступ к тестам;
- Видеть статистику прохождения тестов;
- Отвечать на вопросы по тестам.

Функции для тестируемых:

- Видеть коллекцию тестов;
- Проходить тесты;
- Видеть свою статистику;
- Задавать вопросы по тестам.

Функции для администрации:

- Регистрировать пользователей;
- Просматривать статистику работы системы;
- Создавать новости для разных групп пользователей.

Описание процесса разработки онлайн-системы тестирования с использованием гибкой связи элементов программного продукта

Все предложенные функции обеспечиваются с использованием различных модулей:

• Модуль web-сервера - модуль, необходимый для связи клиента с сервером. Отвечает за обработку запросов с использованием протокола передачи гипертекста и валидацию данных.

• Модуль Бизнес-Логики - сердце проекта. Является связующим звеном между web-сервером и другими модулями. Благодаря применению инверсии зависимостей является слабо связанным с остальными модулями и, в связи с чем, легко заменяемым.

• Модуль Клиентской-Логики - отвечает за функциональную часть web-сайта в браузере и осуществляет связь с web-сервером.

• Модуль Доступа к Данным отвечает за работу с базой данных. Содержит в себе функционал, необходимый для организации соединения, быстрого обмена данными и обработки SQL-запросов.

- Модуль Модели Данных хранит информацию о существующей модели тестирования. Включает в себя объектно-ориентированное описание существующей модели в виде классов. Определяет некоторые правила валидации модели.

Клиентская часть разделена на контроллеры фреймворка AngularJS. Подобно модулям серверной части, контроллеры AngularJS взаимозаменяемы и легко масштабируемы. Основное преимущество данной клиентской части - data binding [5]. Эта техника позволяет обновлять интерфейс пользователя по частям, без перезагрузки всей web-страницы, что заметно ускоряет работу и уменьшает нагрузку на сервер.

Глобально система выполняет следующие основные функции: администрирование, информационная поддержка и работа с тестами.

Административная часть системы предусматривает контроль и мониторинг работы системы в целом. Кроме того, осуществляет управление существующими аккаунтами, осуществляет подключение новых, контролирует доступ пользователей к разным частям системы.

К функциям информационной поддержки относятся распространение информации и донесение актуальной информации до разных групп пользователей, а также разграничение информации для администраторов, сотрудников и тестируемых лиц.

Модуль, обеспечивающий работу с тестами, позволяет создавать, редактировать и удалять тесты. Предоставляет доступ к данным пройденных тестов, анализ результатов и осуществляет оценку эффективности тестирования.

Модульная структура системы приведена на рис. 1.



рис. 1 Структура программного продукта

Результаты исследований

Можно отметить высокую скорость обработки запросов, высокую скорость генерации тестов, авторизации и аутентификации. Минимальная скорость ответа сервера - 0.2 секунды, при 1000 запросов в минуту. Среднее

время создания теста - 7 минут. Среднее время генерации теста - 0.4 секунды. Минимальное время обработки ответов сервером - 0.1 секунда при 1000 запросов в минуту. Среднее время прохождения теста из 20 простых вопросов - 8 минут.

Выводы

Из результатов следует, что система имеет хорошие показатели скорости обработки запросов. Сделан вывод о том, что слабая связность компонентов положительно влияет на скорость обработки запросов. Имеется возможность создавать тесты на произвольные темы, не привязываясь к конкретной отрасли. Количество вопросов не ограничено.

Интерфейс создания тестов замедляет процесс заполнения тестов. Процесс генерации тестов занимает слишком много времени.

Следует улучшить интерфейс создания тестов и оптимизировать алгоритм их генерации. Необходимо разработать информационный модуль и провести тесты по его быстродействию. Также следует добавить возможность обратной связи для тестируемого.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фролов В. Н., Гарафиева А. Ф. Разработка системы автоматизированного тестирования [Текст] // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). — СПб.: Свое издательство, 2017. — С. 106-109. — URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/216/12684/> (дата обращения: 08.11.2018). <https://moluch.ru/conf/ped/archive/216/12684/>
2. “Твой Тест” - автоматизированная система онлайн-тестирования знаний. URL: <http://make-test.ru/>
3. “Мастер Тест” - бесплатный интернет сервис, который позволяет создавать тесты. URL: <http://master-test.net/>
4. “Easy LMS”- платный популярный сервис онлайн-тестирования. URL: <https://www.easy-lms.com/>
5. “MSDN”- библиотека компании Microsoft, содержащая в себе описание объектной модели.NET Framework. URL: <https://msdn.microsoft.com/>

УДК 004

Генаш Максим Геннадійович, Олійник Володимир Валентинович
Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"
(Київ, Україна)

ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОВНІШНОСТІ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ОБЛИЧЧЯ

Анотація. У даній роботі описано підхід до реалізації WEB-додатку для віртуальної зміни зачіски та кольору волосся у потоці відео з камери пристрою (ноутбука, смартфона, тощо) за допомогою навченої моделі (заснованої на нейронних мережах) для семантичної сегментації обличчя. На відміну від існуючих проектів, у даній роботі запропоновано підхід заснований на семантичній сегментації, а не пошуку лиш ключових точок обличчя, що дозволяє якісно підставляти нову зачіску навіть якщо вона коротша за наявну зараз. Крім того заміна відбувається прямо у потоці відео з камери, а не на статичних фотографіях, що стало можливим завдяки використанні навченої моделі прямо в браузері без необхідності обміну даними з сервером для їх обробки.

Ключові слова: сегментація, нейронні мережі, Tensorflow.js, PWA, SPA, доповнена реальність, обробка фотографій, обробка обличчя, зміна зачіски.

Генаш Максим Геннадьевич, Олейник Владимир Валентинович
Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"
(Киев, Украина)

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНЕШНОСТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ЛИЦА

Аннотация. В данной работе описан подход к реализации WEB-приложения по виртуальной смене причёски и цвета волос в потоке видео с камеры устройства (ноутбука, смартфона и т.д.) с помощью обученной модели (основанной на нейронных сетях) для семантической сегментации лица. В отличие от существующих проектов в данной работе предложен подход основан на семантической сегментации, а не поиска только ключевых точек лица, что позволяет качественно подставлять новую причёску даже если она короче имеющейся сейчас. Кроме того замена происходит прямо в потоке видео с камеры, а не на статических фотографиях, что стало возможным благодаря использованию обученной модели прямо в браузере без необходимости обмена данными с сервером для их обработки.

Ключевые слова: сегментация, нейронные сети, Tensorflow.js, PWA, SPA, дополненная реальность, обработка фотографий, обработка лица, смена причёски.

*Maksym Henash; Ph.D., assistant professor Volodymyr Oliinyk
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
(Kyiv, Ukraine)*

APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM FOR APPEARANCE MODELING IN REAL TIME BASED ON SEMANTIC FACE SEGMENTATION

Abstract. *This paper describes research on ability and feasibility of applying neural networks of UNet, DeepLabV3, PSPNet architectures in semantic segmentation of faces. The training was performed on Labeled Faces in the Wild (LFW) Part Labels Database. Semantic segmentation was performed by 3 classes: hair, face region, background. As the result of the research it was achieved fairly high level of segmentation accuracy for model UNet (Mean IoU = 85.6%, Pixel Accuracy = 95.7%) which is comparable with results of state of the art models on LFW dataset, meanwhile the trained model is compact enough to be appropriate for using in mobile and web applications. This paper describes an approach to the implementation of a WEB application for virtual changing of hairstyles and hair colors in a video stream from a device camera (laptop, smartphone, etc.) using a trained model (based on neural networks) for semantic segmentation of a face. Unlike existing projects, this paper proposes an approach based on semantic segmentation, rather than finding only the key points of the face, which allows you to substitute a new hairstyle even if it is shorter than the current one. In addition, the replacement takes place directly in the video stream from the camera, and not in static photos, which became possible by using of the trained model directly in the browser without the need to exchange data with the server to process them.*

Keywords: *segmentation, neural networks, Tensorflow.js, PWA, SPA, augmented reality, photo processing, face editing, hairstyle editing.*

1. Вступ

Останні роки завдяки росту потужності комп'ютерів та мобільних пристроїв і розвитку сфери штучного інтелекту (зокрема, в даному випадку, комп'ютерного зору) почала активно розвиватися і привертати увагу (як розробників так і користувачів) індустрія доповненої реальності.

У відповідності до [1], доповнена реальність (англ. augmented reality, AR), — термін, що позначає всі проекти, спрямовані на доповнення реальності будь-якими віртуальними елементами.

Багато людей стикалися хоч раз у житті із проблемою: вони хочуть спробувати змінити у своїй зовнішності якісь риси, наприклад зачіску, чи колір волосся, але не впевнені чи це пасуватиме їм.

Завдяки розвитку систем доповненої реальності тепер можна провести зміну у своїй зовнішності віртуально.

На даний момент існує ряд програм, за допомогою яких користувач може сам перевірити чи пасуватиме йому якась зачіска / стрижка, колір волосся, тощо, проте ці програми або занадто обмежені, або вимагають забагато зусиль та спеціалізованих знань.

У даній роботі запропоновано одне із можливих рішень, що базується на найсучасніших технологіях і враховує недоліки існуючих проектів.

2. Існуючі підходи

Можна виділити декілька існуючих підходів до вирішення віртуальної заміни зачіски:

1) Повністю мануальна зміна за допомогою професійних фото редакторів, таких як, наприклад, Adobe Photoshop [2] – найбільш гнучкий спосіб, але вимагає суттєвих часових затрат (від пів-години до декількох годин в залежності від рівня володіння інструментом та перфекціонізму користувача), наявність встановлених на комп'ютері фото редакторів (ліцензія на які зазвичай коштує дорожче за десяток зачісок) і високий рівень володіння цими фото редакторами (освоєння яких є абсолютно неоправданими часовими затратами для більшості пересічних користувачів).

2) Мануальна підстановка за допомогою спеціалізованих програм (наприклад [3], [4], [5]) у режимі drag and drop – значно швидший (від декількох секунд до хвилини) і простіший спосіб, який не вимагає спеціалізованих знань, проте обмежений набором наявних у програмі списком зачісок і дуже не точний, адже нова зачіска накладається поверх існуючої, що робить неможливим перевірку чи пасуватиме людині коротша стрижка, не кажучи вже про врахування кута повороту голови та рівня освітленості фотографії.

3) Автоматизована підстановка (наприклад [6]): користувач вручну виділяє область обличчя, а програма вже сама підставляє навколо цієї області нову зачіску – спосіб нічим не кращий за попередній, має такі ж недоліки.

4) Автоматична підстановка нової зачіски на фотографію за допомогою автоматичного пошуку ключових точок на обличчі такими методами як AAM (Active Appearance Model), ASM (Active Shape Model), CLM (Constrained Local Models), тощо (наприклад [7], [8]) – суттєво зручніший та швидший спосіб за попередні, можлива підстановка нових зачісок прямо у потоці відео, можливе врахування кута повороту голови, проте все ще наявний недолік із неможливістю підстановки на фотографію коротшої стрижки через те, що програма не знає яку область охоплює волосся на наявній фотографії.

Недоліки описаних методів можна виправити завдяки застосуванню системи семантичної сегментації обличчя на фотографії.

3. Запропонований підхід

3.1. Принцип роботи

На даний момент WEB-браузер є універсальною платформою, яка дозволяє запускати розроблені додатки на різних пристроях (комп'ютери, ігрові консолі, шоломи віртуальної реальності, смартфони, телевізори, smart-watch) та різних операційних системах (ОС), роблячи розроблену програму доступною для користування половині населення світу (усім в кого є доступ до мережі Інтернет). Саме тому у цій роботі описано підхід до створення саме WEB-додатку, адже це є перспективнішою платформою.

Далі описано принцип роботи запропонованої системи.

Система являється Progressive Web Application (PWA) [9]. При першому відкритті користувачем сайту з додатком він завантажується із сервера у кеш браузера і при наступних відкриттях завантажується із кеша. Раз на добу веб-додаток у фоновому режимі відправляє запит на сервер для перевірки наявності нової версії.

Після запуску додатку користувачеві пропонується обрати зачіску та її колір із підготовленого списку. Зачіски являються PNG зображеннями із

прозорим фоном. Кожне зображення формується на основі обробленої фотографії зробленої у анфас реальної зачіски людини із вирізаним фоном та підготовленим набором кольорів.

Після вибору зачіски та її кольору користувач може підставити її на завантажену фотографію чи у потік відео з камери. У випадку підстановки зачіски на відео окремі кадри обробляються як незалежні зображення, при цьому після обробки одного кадра береться не наступний у черзі, а той що надійшов останнім на даний момент; це не обхідно для врахування обмежень у швидкості роботи моделі семантичної сегментації, яка в залежності від реалізації й потужності пристрою на якому запущено додаток іноді може виконувати обробку довше ніж 33мс (стільки необхідно для забезпечення 30кадрів на секунду).

Семантична сегментація виконується з використанням бібліотеки Tensorflow.js [10], який дозволяє запускати навчені моделі нейронних мереж прямо в браузері. При цьому навчання можна проводити за допомогою бібліотек Tensorflow, Keras у програмах написаних на Python чи C++ на потужному обладнанні з використанням GPU/TPU і далі просто конвертувати [11] навчені моделі у формат необхідний для Tensorflow.js.

Варто також зауважити, що модель для семантичної сегментації має бути достатньо компактною (бажано не більше 100Мб, в ідеалі – до 10Мб), адже при першому запуску додатку вона буде завантажуватися із сервера в браузер, тож при великих розмірах моделі це може зайняти багато часу.

3.2. Алгоритм заміни зачіски

Після вибору користувачем бажаної зачіски та завантаження його фотографії застосовується наступний алгоритм:

1) Копія фотографії масштабується до розміру 512x512px (такий розмір є найбільш вдалим компромісом між високою якістю фотографії й швидкодією системи) і подається на вхід моделі семантичної сегментації. На виході з моделі отримується зображення 512x512px, на якому сегментовано піксели, що відповідають 4 класам: волосся, контур обличчя, очі та фон (усе інше).

2) На сегментованому зображенні вирізається область, що відповідає волосся.

3) Контур обличчя у вирізаних областях доповнюється середнім кольором таким чином, щоб отримати зображення усієї голови без волосся із заокругленим верхом. Верхня точка доповненого обличчя відповідає відстані, яка рівна 7 відстаням між крайньою лівою точкою правого ока та крайньою правою точкою лівого ока. Якщо обрана зачіска була «лиса голова» - переходимо до пункту 5).

4) На доповнене обличчя підставляється масштабоване зображення зачіски. Для кожної зачіски попередньо розраховані пропорції відстаней на яких треба розмістити зачіску відносно області очей.

5) Оброблене зображення масштабується до розміру вихідної фотографії і показується користувачу.

При використанні потоку відео з камери застосовується той же алгоритм, але для кожного кадру окремо.

4. Висновок

В результаті проведеного дослідження у даній роботі запропоновано підхід до реалізації WEB-додатку для віртуальної зміни зачіски та кольору

волосся на фотографії, чи у потоці відео з камери пристрою за допомогою системи семантичної сегментації обличчя на фотографії.

Запропонована система враховує недоліки існуючих проєктів, являючись зручнішою для використання і надаючи можливість зміни зачісок навіть у випадках коли нова зачіска є коротшою за попередню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Доповнена реальність [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Доповнена_реальність.
2. Adobe Photoshop CC [Електронний ресурс] // Adobe. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop.html>.
3. Man HairStyle Photo Editor 2018 [Електронний ресурс] // Google Play – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bebal.menhair.changer>.
4. Man HairStyle Photo Editor [Електронний ресурс] // Google Play. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=man.hair.manhairstylephoto>.
5. Virtual Makeover [Електронний ресурс] // Google Play. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.modiface.virtualmakeover>.
6. Woman & Girl Hair Styler App - Hair Color Changer [Електронний ресурс] // Google Play. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.greenzero.hairtrendx>.
7. YouCam Makeup [Електронний ресурс] // Google Play. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cyberlink.youcammakeup>.
8. MSQRD [Електронний ресурс] // Google Play. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=me.msqrd.android>.
9. Progressive Web Apps [Електронний ресурс] // Google Developers. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://developers.google.com/web/progressive-web-apps/>.
10. TensorFlow.js [Електронний ресурс] // TensorFlow. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://js.tensorflow.org/>.
11. Importing a Keras model into TensorFlow.js [Електронний ресурс] // TensorFlow. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://js.tensorflow.org/tutorials/import-keras.html>.

УДК 004.9

Коваленко Станіслав Вікторович
Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського"
(Київ, Україна)

РОЗРОБКА КРОССБРАУЗЕРНОГО РОЗШИРЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ВІДТВОРЕННЯ ВІДЕО

Анотація. Даний стаття описує розробку та розвиток програмного забезпечення для інтелектуального контролю швидкості відтворення відео. Програма спрямована на поліпшення сприйняття відео, що не оброблене професіоналом високого рівня. В таких відео доповідач часто робить паузи, обдумуючи наступну репліку або по іншим причинам. Ці паузи являють достатньо велику частину відео і не мають ніякої інформаційної цінності. Тому ефективним є ці паузи прискорювати. Програмне забезпечення представлено у вигляді розширення для браузера та підтримкою на бекенді.

Ключові слова: розширення, YouTube, кросбраузерне розширення, контроль швидкості, оптимізація часу відтворення відео, обробка мовлення.

Коваленко Станіслав Вікторович
Национальный технический университет Украины
"КПИ имени Игоря Сикорского"
(Киев, Украина)

РАЗРАБОТКА КРОССБРАУЗЕРНОГО РАСШИРЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ВИДЕО

Аннотация. Данный статья описывает разработку и развитие программного обеспечения для интеллектуального контроля скорости воспроизведения видео. Программа направлена на улучшение восприятия видео, не обработанное профессионалом высокого уровня. В таких видео докладчик часто делает паузы, обдумывая следующую реплику или по другим причинам. Эти паузы представляют достаточно большую часть видео и не имеют никакой информационной ценности. Поэтому эффективно эти паузы ускорять. Программное обеспечение представлено в виде расширения для браузера и поддержкой на бэкенд.

Ключевые слова: расширение, YouTube, кросс-браузерную расширения, контроль скорости, оптимизация времени воспроизведения видео, обработка речи.

Stanislav Kovalenko
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
(Kyiv, Ukraine)

DEVELOPMENT CROSSBROWSER EXTENSION FOR VIDEO SPEED AUTOCONTROLLING

Abstract. *This papers describes the development and development of software for intelligent video playback speed control. The program is aimed at improving the perception of video that has not been processed by a high-level professional. In such videos, the speaker often pauses, contemplating the next remark or for other reasons. These pauses represent a fairly large part of the video and do not have any informational value. Therefore, it is efficient to accelerate these pauses. The software is presented as a browser extension and support on the backend.*

Keywords: *extension, YouTube, cross-browser extension, speed control, video playback time optimization, speech processing.*

1 Вступ.

На сьогоднішній день всі навчаються за допомогою сучасних інформаційних технологій використовуючи мережу Інтернет для навчання на різноманітних онлайн-курсах. Наприклад на відео порталі YouTube розміщено велику кількість навчальних відео. Якщо бути точним, то кожную хвилину в нього викладається близько 400 годин відео. За день переглядається більше мільярду годин відео. На основі статичних даних близько 40% переглянутих відео є навчальними. Також існує чимало інших, вже вузькоспеціалізованих ресурсів для онлайн навчання такі як Pluralsight, Udemy, Coursera, Promotheus і т.п. Більшість інформації на яких представлена у вигляді відеоуроків чи подкастів і їх тривалість зазвичай дуже велика більше 1.5 (1) години [1]. До того ж ці навчальні матеріали мають великий розмір. Існує потреба в зменшенні часу перегляду/прослуховування для раціонального використання часового ресурсу.

Останнім часом все більше уваги приділяється розширенням веб-браузера. Вони легкі, прості в установці і зазвичай безкоштовні та їхній ефект на продуктивність є високим. Проведений пошук існуючих застосування методів оптимізації аудіосигналів показав що проблема не є вирішеною, або вирішена частково. Тому є потреба у створенні розширення яке допоможе автоматично керувати відтворенням відео. У розширенні буде використовуватися серверна підтримка яка реалізовує алгоритму знаходження надлишкових ділянок аудіосигналу джерелом якого є людська мова [2].

2 Огляд аналогів.

YouTube Speeder



YouTube Speeder

Автор: GL Games

★★★★★ 8 | Специальные возможности | Пользователей: 119

Дане розширення дозволяє користувачеві змінювати швидкість відео YouTube. Розширення має можливість керувати швидкістю перегляду відео і дозволяє користувачам встановити швидкість прискорення відео на 3, 4, 10 для відео YouTube.

Налаштування:

Всі можливі опції що можуть бути зміннені користувачем доступні при виклику спливаючого вікна при натисканні на кнопку самого розширення. Тобто це лише можливість зміни швидкості відтворення відео за рахунок встановлення заздалегідь прописаних швидкостей та можливість повернутися.

Video Speed Controller



Video Speed Controller

Автор: igrigorik

★★★★★ 1779 | [Робота](#) | 👤 Пользователей: 613 648

Дозволяє в ручному режимі збільшувати/зменшувати швидкість відтворення будь-якого відео, яке працює використовуючи можливості HTML5. Оскільки HTML5 надає певні можливості для управління відео, але дане розширення доповнює його вносячи необхідний функціонал.

Розширення допомагаю оптимізувати час перегляду відео за рахунок швидкого перегляду. Коли розширення встановлено і користувач перейшов на сторінку із відео у верхньому лівому кутку екрану з'явиться індикатор швидкості його відтворення. Існують можливості прискорити, зменшити швидкість із кроком в 10 с, або навіть використати керування клавіатурою.

Налаштування:

У користувачі є можливість налаштувати всі клавіатурні скорочення які використовуються для управління розширенням із допомогою клавіатури. Також доступні налаштування: час прискорення в секундах, час уповільнення в секундах, зміна кроку дельти швидкості прискорення, швидкість прискорення за замовчуванням. Також можна вказати список сайтів на яких розширення не буде працювати, тобто воно його буде ігнорувати.

Youtube Playback Speed Control



Youtube Playback Speed Control

Автор: shrestha.pujan

★★★★★ 939 | [Робота](#) | 👤 Пользователей: 71 106

Дозволяє користувачам контролювати швидкість відтворення відео за допомогою клавіш '+' та '-'. Дане розширення може працювати не лише із відео на сайті YouTube, але і із іншими які вбудовані через iframe використовуючи API YouTube. І навіть якщо на сторінці таких відео багато, розширення буде управляти тільки тим, яке є активним на даний момент.

Налаштування:

Для даного розширення доступні налаштування: час прискорення в секундах, час уповільнення в секундах, скидання швидкості, крок зміни швидкості, можливість обрати бажаний зовнішній вигляд спливаючого вікна.

Далі приводиться порівняльна таблиця можливих варіантів перегляду відео. Проаналізувавши яку можна помітити, що переваги в усіх характеристиках є лише у випадку використання підходу інтелектуального пришвидшення.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця необхідності даного ПЗ

Оригінал	Ручне пришвидшення (в 1.5 рази)	Інтелектуальне пришвидшення	Критерій
-	+	+	Ефективний перегляд/за менший час
+	-	+	Зрозумілість доповідача
±	-	+	Естетичність/приємність перегляду

Користувачам надається можливість вручну збільшити швидкість відтворення відео, але це не вирішує проблеми. Потрібно автоматично оброблювати аудіодоріжку відео і видавати користувачам вже готовий варіант. Також як бачимо із аналізу вже наявних рішень у вигляді розширень що дозволяють автоматично керувати відтворення відео немає. Тому із цього можна зробити висновок що рішення є необхідним та актуальним.

3. Проектування архітектури проекту.

The screenshot shows an IDE interface with a file explorer on the left and a code editor on the right. The file explorer displays the project structure:

- OPEN EDITORS: JS ext.js src/scripts/utills (1, M)
- EXTENSION-BOILERPLATE
 - .idea
 - build
 - config
 - chrome.json
 - development.json
 - firefox.json
 - opera.json
 - production.json
 - node_modules
 - resources
 - src
 - _locales
 - icons
 - images
 - scripts
 - utills
 - ext.js (1, M)
 - storage.js
 - background.js
 - contentscript.js
 - livereload.js
 - options.js
 - popup.js

The code editor shows the content of 'ext.js':

```

1  const apis = [
2    'alarms',
3    'bookmarks',
4    'browserAction',
5    'commands',
6    'contextMenus',
7    'cookies',
8    'downloads',
9    'events',
10   'extension',
11   'extensionTypes',
12   'history',
13   'i18n',
14   'idle',
15   'notifications',
16   'pageAction',
17   'runtime',
18   'storage',
19   'tabs',
20   'webNavigation',
21   'webRequest',
22   'windows',
23 ]
24
25 function Extension () {
26   const _this = this
27
28   apis.forEach(function (api) {
29     _this[api] = null
30
31     try {

```

Рисунок 1. Структура проекту.

Пропонується використання наступної структури каталогів проекту див. Рисунок 1. В директорії *config* будуть знаходитися налаштування для конкретного браузеру та для налаштування процесу розробки та розгортання коду для кінцевих користувачів.

В файлі *ext.js* знаходиться обгортка всіх API які необхідні для роботи розширення. І дана обгортка виконує запит чи доступний певний API в конкретному браузері [3]. Завдяки ньому і забезпечується спосіб написання одного коду і потім його конвертування під конкретний веб-переглядач.

Процес конвертування налаштований наступним чином:

```
"scripts": {
  "chrome-build": "cross-env TARGET=chrome gulp",
  "opera-build": "cross-env TARGET=opera gulp",
  "firefox-build": "cross-env TARGET=firefox gulp",
  "build": "cross-env NODE_ENV=production npm run chrome-build && cross-env
NODE_ENV=production npm run opera-build && cross-env NODE_ENV=production npm run
firefox-build",
  "chrome-dist": "cross-env NODE_ENV=production cross-env TARGET=chrome gulp
dist",
  "opera-dist": "cross-env NODE_ENV=production cross-env TARGET=opera gulp dist",
  "firefox-dist": "cross-env NODE_ENV=production cross-env TARGET=firefox gulp dist",
  "dist": "npm run chrome-dist && npm run opera-dist && npm run firefox-dist"
}
```

За допомогою бібліотеки *cross-env* реалізуються скрипти для запуску проекту в режимі розробки та конвертації розширення під конкретний веб-переглядач

4. Висновки.

У даній статті запропоновано використання алгоритму для вилучення тихих ділянок та виявлення кінцевої точки із аудіосигналу у вигляді браузерного розширення для порталу YouTube. Запропоновано структуру кросбраузерного розширення. Було створено розширення для Chrome з бекенд підтримкою, що дозволяє ефективніше переглядати велику частину відеороликів.

В цілому, результат цієї роботи може зберегти дуже багато часу. Враховуючи те, що за добу переглядається понад мільярд годин відео серед яких велику частину можна переглядати значно ефективніше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Youtube statistics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.omnicoreagency.com/youtube-statistics/>.
2. Мелкумян К.Ю., Коваленко С.В. Модифікація алгоритму знаходження надлишкових ділянок аудіосигналу джерелом якого є людська мова.
3. Офіційна документація [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developer.chrome.com/>

УДК 004

Мошенченко Никита Сергеевич, Жураковский Богдан Юрьевич
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
(Киев, Украина)

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЬЮ

Аннотация. Рассматривается объектно-ориентированная модель системы управления телекоммуникационной сетью. Построение такой модели позволит проводить оптимизацию системы управления по выбранным параметрам. Объектно-ориентированная модель системы управления телекоммуникационной сетью состоит из информационной модели и моделей состояния определённых объектов.

Ключевые слова: Информационная модель, система управления, сеть NGN.

*Moshenchenko Mykyta S., Zhurakovskiy Bohdan Yu.
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
(Kyiv, Ukraine)*

PROTECTION OF LOCAL PRIVACY IN THE SPACE POSITIONING ASPECTS

Abstraction. Object-oriented model of telecommunication network management system is considered. Construction of such a model will allow to optimize the control system according to the specified parameters. Object-oriented model of the telecommunications network management system consists of an information model and models of the state of the identified objects.

Keywords: Informative model, systems management, NGN network.

Розвиток у галузі зв'язку на сьогоднішній день слід розглядати всебічно. Для правильної оцінки мають значення результати як у економічному, так і у технічному напрямі. Вивчаючи еволюцію телекомунікацій спеціалісти прийшли до нової концептуальної моделі побудови мереж, що дає зрозуміти функціонал мереж на майбутні роки. Відповідна концепція відома під аббревіатурою NGN (Next Generation Network –мережа наступного покоління).

В теорії, побудувати NGN можна на основі будь-якої телекомунікаційної мережі, що все існує. Вибираючи фундамент для створення NGN треба зважати на такі вимоги, як: кількість охоплених абонентів, рівень інфраструктури, можливість подальшого масштабування існуючої системи.

Проте, яка б мережа не була сучасна та прогресивна, вона все одно потребує систему управління. Спробуємо побудувати таку систему спираючись на об'єктно-орієнтований аналіз (ООА). В ООА використовується модель станів Мура[3], що складена зі станів, кожен із яких представляє стадію в життєвому циклі типового екземпляра класу; множини подій, кожний з яких представляє вказівку на те, що відбувається еволюціонування; правил переходів, які вказують, який стан досягається, коли з об'єктом на даному стані

відбувається деяка подія;дій, що буде виконана, коли об'єкт досягне потрібного стану, одна дія на стан.

Об'єктно-орієнтована модель системи управління складається з моделей стану та інформаційної моделі. Головними об'єктами моделі є повідомлення, черга, інформація об'єктів управління та інформаційного пункту, з'єднувальна лінія [1].

Модель стану представляється як діаграма, яку ще називають діаграмою переходу в стан (ДПС). Положення об'єкту з заданим набором законів та правил називають станом. Стани показані рамками на ДПС. Опис дій повинен забезпечуватися для кожної дії [4].

У такій моделі кожен із об'єктів має динаміку. Пункт управління (ПУ) та інформаційний пункт (ІП) з інформаційної точки зору статичні, бо обмін інформацією автоматичний. ПУ та ІП тільки вміщують об'єкти, які породжують потік повідомлень та контролюють його. Це, так звані, ревізори, що ведуть спостереження за ланками і отримують інформацію у разі необхідності [2].

Побудуємо моделі станів основних об'єктів системи управління.

Модель станів з'єднувальної лінії. На Рис. 1 можна побачити динаміку переходів зі стану в стан. Як видно з рисунка ЗЛ може знаходитись в чотирьох станах: 1) готова і не діє; 2) прийом; 3) передача; 4) аварія. Переходи вказані стрілками з міткою події які ініціюють перехід (стрілка спрямована від поточного стану до наступного). На рис.1 показана діаграма переходу в стани для з'єднувальної лінії.

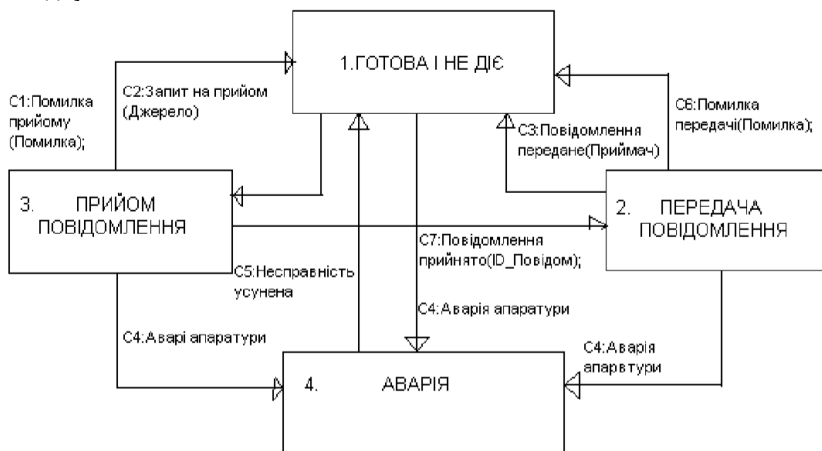


Рис.1. ДПС для з'єднувальної лінії

Табл. 1							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1. Готовий і не діє	I	3	I	4	H	H	I
2. Передача повідомлення	H	I	1	4	H	1	H
3. Прийом повідомлення	1	I	H	4	H	H	2
4. Аварія	H	H	H	H	1	H	H
«H» - не може відбутися, «I» - ігнорується.							

ТПС може формалізувати цю діаграму. (табл. 1). В ТПС кожний рядок це один зі станів, а стовпчик - подія. Заповнення комірок проходить для визначення активності екземпляру у конкретному стані. Комірки можуть прийняти наступні значення:

1. Новий стан – у комірки з'являється ім'я стану екземпляру, що у стані визначеному рядком, приймає подію зі стовпчика. Новий стан точно відповідає стрільці переходу на ДПС. Подія може примушувати об'єкт переходити в той же стан, в якому він не знаходиться і примушує об'єкт повторно виконати дію зв'язану з цим переходом.

2. Подія ігнорується – об'єкт не реагує на подію, залишається у тому стані, в якому був.

3. Не може виникнути – подія не виникає у цьому стані. Таке значення заноситься, якщо подія має нереальний характер.

Модель стану таймера з'єднувальної лінії. Атрибутами таймера (Тм) являються: ID Таймера – ідентифікатор таймера; залишений час – час, який повинен пройти до того моменту, коли таймер видає сигнал; ID екземпляра – ідентифікатор, який передається з породженням події. Модель станів таймера з'єднувальної лінії представлена на рис.2. Модель побудована на механізмі рахунка в зворотному напрямі. ТПС для СЛ представлена в табл. 2. Умовні позначення псевдокоду для таймера ЗЛ: – створення Тм записуємо: ID таймера – таймер ЗЛ; – для встановлення Тм породжують подію Т1: Встановити таймер; – для скидання Тм породжують подію Т2: Скинати таймер; – для читання інтервалу часу, що залишився на Тм записуємо: ще залишилось = прочитати час таймера ЗЛ, що залишився; – видалення Тм записуємо як: видалити таймер ЗЛ.



Рис.2. Модель стану таймера СЛ

	T1:	T2:	T3:	T4:
1. Установка	Н	4	2	І
2. Відлік часу в зворотному напрямку	І	4	Н	3
3. Подача сигналів	І	4	І	4
4. Скидання	І	Н	І	Н

T3: Відлік стався; T4: Подати сигнал

Модель станів черги повідомлень. Досить динамічним об'єктом є Черга Повідомлень (Message Queue) – це службовий об'єкт, він співпрацює зі Comm Chanel і своїм власником – ІП або ПУ, та відповідає за внутрішню обробку (зберігання і документування) інформації. Його ПС показано на рис. 3, а ТПС для черги повідомлення представлена в табл. 3.



Рис. 3. ДПС для черги повідомлень

	01:Запит на прийом повідомлення	02:Кінець прийому	03:Канал готовий (ID Каналу)	04:Кінець передачі (ID Приймача)
Очікування	2	1	3	1
Прийом	1	1	Н	Н
Передача повідомлення	1	Н	1	1

Модель станів об'єкту управління. Останнім об'єктом в моделі, є об'єкт управління. Його динаміка ілюструється ДПС (рис. 4) і ТПС (табл.4).



Рис.4. ДПС для ОУ

	П1:Відмова апаратури	П2:Відновлення усіх функцій	П3:Вихід за межі норми	П4:Параметри в нормі	П5:Погіршення параметрів
Норма	4	1	3	1	2
Попередження	4	Н	3	1	3
Пошкодження	4	Н	Н	1	Н
Аварія	1	1	Н	Н	Н

Представлена множина моделей, що моделюють стан складових такої системи управління, робить можливим вивчення реакції системи управління при заданих параметрах, оцінку працездатності такої системи, зміну початкових умов при незадовільних результатах, вибору параметрів ланок, для задовільного результату, проектування вузлів системи управління, та таку систему в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. – М.: Конкорд, 1992. – 519 с.

2. Шлеер С., Меллор С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях: Пер. с англ. – К.: Диалектика, 1993. – 240 с.
3. E.F. Moore, Gedanken-experiments on Sequential Machines. In Automata Studies, Princeton Univtrsrity Press, Princptpon N.J., 1956. – 43-47 p.
4. Молчанов А.А. моделирование и проектирование сложных систем. – К.: Вища школа, 1988. – 359 с.

УДК 004.4

Сороченко Руслан Андрійович, Крилов Євген Володимирович,
Анікін Володимир Костянтинівич
НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”
(Київ, Україна)

**ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІТИ CRON ДЛЯ ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ
ТА ТРУДОМІСТКИХ ЗАДАЧ ВЕБ-ДОДАТКІВ**

Анотація. В даній статті розглядається утиліта cron операційної системи Linux, яка дозволяє запускати команди та виконувати певну логіку в автоматичному режимі відповідно до файлу з розкладом. Основні параметри та складові файлу з розкладом, який використовує дана утиліта. Її переваги та задачі, для яких її доцільно використовувати.

Ключові слова: cron, crontab, Linux, PHP, веб-додаток, операційна система, утиліта.

Sorochenko Ruslan A., Krylov Eugene V., Anikin Vladimir K.
NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
(Kyiv, Ukraine)

CRON UTILITY FOR COMPLITING COMPLEX TASKS OF WEB APPLICATIONS

Abstract. We discuss the Linux operation system cron utility in this article. It allows us to run commands and execute certain logic in an automatic mode according to a schedule file. That utility has the main parameters and components that it uses for running commands. We look at its main benefits and tasks that it can do.

Keywords: cron, crontab, Linux, PHP, operation system, web application, utility.

Сороченко Руслан Андреевич, Крылов Евгений Владимирович,
Аникин Владимир Константинович
НТУУ “КПИ им. Игоря Сикорского”
(Киев, Украина)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ CRON ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛОЖНЫХ
И ТРУДОЕМКИХ ЗАДАЧ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Аннотация. В данной статье рассматривается программа cron операционной системы Linux, которая позволяет запускать команды и выполнять определенную логику в автоматическом режиме в соответствии с файлом, в котором хранится расписание. Основные параметры та компоненты файла расписания, который использует данная утиліта. Ее основные преимущества и задачи, для которых ее целесообразно использовать.

Ключевые слова: cron, crontab, Linux, PHP, веб-приложение, операционная система, утиліта.

Вступ

Ми живемо в час, коли технології розвиваються досить швидкими темпами. Якщо раніше для розвитку та удосконалення тієї чи іншої технології потрібні були декілька років, то тепер для цього потрібно всього лише один рік або навіть менше часу. Однією із найбільш популярних технологій є мережа Інтернет. Кількість користувачів з кожним роком невинно зростає, кабелі для доступу до даної мережі почали прокладати в найвіддаленіші куточки світу або встановлювати спеціальні станції, які здатні надавати доступ бездротово. Розглядаючи дану технології з точки зору користувача, її основою є веб-додатки, які дозволяють користувачу переглянути певну інформацію та знайти потрібні йому матеріали. Відповідно до розвитку даної технології постійно зростають вимоги до веб-додатків та дуже швидкими темпами розвиваються технології, які використовуються для їх розробки. Раніше сайти склалися з декількох форм вводу інформації або певного меню з посиланнями, при натисканні на яке відбувалося перезавантаження сторінки та користувачу доводилося доволі довго чекати, поки відкриється стаття. Форма складалася з прямокутних полів вводу, які не мали жодної валідації даних на фронтенд частині, користувачу доводилося натискати кнопку надсилання форми та чекати, поки він отримає певну відповідь з бекенд частини. Веб-додаток мав мінімальну кількість динамічних елементів або взагалі їх не мав і, як правило, там був досить простий функціонал, який дозволяв користувачам переглядати в ньому певну інформацію або написати адміністратору для уточнення певних даних чи отримання консультації. В наш час сайти представляють собою складні механізми, які мають складну логіку роботи та можуть виконувати велику кількість операцій. Під веб-додатком ми розуміємо систему для перегляду відео Youtube, безліч систем для вирішення певних математичних задач, системи для прокладання маршруту до певного місця, для обміну повідомленнями між користувачами, а також системи для навчання студентів. Всі вони мають складну логіку та виконують складні і трудомісткі задачі, які можуть виконуватися годину і більше часу. Виконувати такі задачі під час запитів користувачів не є хорошою практикою. В даному випадку значно збільшиться час виконання самого запиту і це відповідно призведе до того, що користувач почне користуватися іншим додатком, адже доведеться чекати більше 3-5 хвилин для завантаження сторінки або виконання інших дій. Кожний веб-додаток має адміністративну частину, яка дозволяє додавати до веб-додатку певну інформацію, створювати нові блоки для відображення інформації користувачу та багато іншого. Доступ до даної частини має тільки адміністратор даного додатку. Виконання складних та трудомістких задач з даної частини додатку не спричинить жодних негативних наслідків для звичайних користувачів даним додатком, але є дуже незручним для самого адміністратора. Йому доведеться запускати дану команду та чекати, поки вона виконається. Якщо певна задача буде виконуватися годину або дві, то власне адміністратору доведеться чекати одну-дві години. До того ж, він не зможе переглядати стан виконання даної задачі в режимі реального часу. Якщо ми говоримо про розсилку повідомлення 100.000 користувачів, то адміністратору та власнику додатка було б не погано знати, кому вже відправилось повідомлення, чи всім користувачам успішно відправились повідомлення і кому в даний час ми намагаємося відправити повідомлення. Для вирішення

всіх описаних проблем використовується утиліта cron операційної системи Linux, яка дозволяє у зручний спосіб виконувати складні та трудомісткі задачі, а також записувати всі результати надсилання у файл із можливістю їх перегляду.

Утиліта cron операційної системи Linux

Cron - утиліта операційної системи Linux, яка дозволяє запускати та виконувати певні команди чи задачі в автоматичному режимі. Вона досить проста в налаштуванні та управлінні, оскільки для її роботи потрібно лише створити файл із розкладом, за яким вона повинна виконувати ту чи іншу задачу. Для створення файлу з розкладом потрібно виконати команду crontab та вказати ім'я файлу. Після цього всі звернення при виконанні інших команд, будуть виконуватися до цього файлу, кожний рядок якого складається із трьох складових [1].

Першою складовою є параметри дати та часу, коли повинна запуститися на виконання дана задача. Для задання часу використовується п'ять параметрів, кожний з яких задає значення в хвилинах, годинах, днях місяця, номеру місяця та день неділі. Перший параметр визначає хвилини, коли повинна запуститися команда. Значеннями даного параметру можуть бути відповідно числа від 0 до 59. Щоб команда запускалася кожну хвилину, потрібно вказати символ "*". Якщо нам потрібно, щоб команда запускалася, наприклад, кожні п'ять хвилин, потрібно задати наступну конструкцію для даного параметру – "* /5". З даного виразу стає зрозумілим, що запуск задачі на виконання буде виконуватися тільки в момент, коли ми отримаємо ціле число після ділення на 5, тобто команда буде запускатися в 5 хвилин, потім в 10 хвилин, потім в 15 хвилин і тд. Другий параметр відповідає за години, коли повинна запуститися на виконання команда. Для нього ми можемо застосовувати всі вищевказані конструкції. Відповідно третім параметром ми вказуємо дні місяця від 1 до 31, четвертим – номер місяця від 1 до 12. П'ятим значенням вказується дні неділі від 0 до 6, де під нулем розуміється неділя, а під шестіркою – субота. Між кожним параметром ставиться пробіл для їх коректного розпізнавання утилітою. Таким чином, якщо ми хочемо, що наша задача виконувалася кожний день, наприклад, в дві години ночі, ми повинні задати наступне значення – "0 2 * * *". Якщо розглянути перший та другий параметри, то зрозуміло, що команда повинна виконуватися в 2:00 хвилин. Всі інші параметри задані за допомогою "*", що означає в кожний день місяця, кожний місяць і кожний день неділі.

Другою складовою вказується, за допомогою якої програми потрібно запустити певну задачу та шлях до файлу, який містить логіку виконання певної задачі. Під виконанням задачі ми розуміємо певний скрип, в якому прописана логіка роботи з базою даних та виконання обчислень. Так, як більшість веб-додатків розроблені за допомогою мови програмування PHP, відповідно запускати скрипти ми будемо за допомогою неї. Операційна система має спеціально виділену папку, в якій розміщуються файли веб-додатку. Таким чином, другою складовою буде наступна конструкція: *php var/www/web – application/tasks/mailing – task.php* [2].

Третя складова є необов'язковою, але, на мою думку, її завжди потрібно вказувати для відслідковування результату виконання тієї чи іншої задачі. В даному випадку ми вказуємо шлях та назву файлу, в який повинні

записуватися результати виконання команди, такі як: отримані дані, результати обробки даних, результати виконання певних дій над користувачами, час виконання команди та інші. Вона має наступний вигляд: “>> log/ mailing-task.log”.

Отже, якщо ми складемо всі три складові, то отримаємо наступну конструкцію: `0 2 * * * php var/www/web – application/tasks/ mailing – task.php >> log/ mailing – task.log`

Кожний рядок файлу з розкладом складається з таких конструкцій, що є досить зручними та простими у використанні.

Дану утиліту доцільно застосовувати для різних трудомістких та інших задач, які повинні виконувати певні дії кожну хвилину чи годину, наприклад, отримання даних з API та їх оновлення.

Розглянемо задачу із виконанням розсилки повідомлень всім користувачам певного додатку. Як вже було описано раніше, виконувати розсилку під час запитів користувачів недоцільно, оскільки в такому випадку час виконання запиту значно збільшиться. Запускати задачу через адміністративну частину сайту зручніше, але в даному випадку доведеться чекати значну кількість часу, поки всім користувачам буде надіслано повідомлення. Найоптимальнішим та найзручнішим варіантом є використання утиліти cron. В даному випадку ми в файлі з розкладом прописуємо, щоб дана задача запускалася кожну хвилину і робила запит до бази даних. В базі даних буде зберігатися поле, яке відповідатиме за виконання розсилки. Якщо в даному полі стоїть значення false, значить не потрібно виконувати ніяких дій, якщо ж в даному полі значення true – можна сміливо запускати надсилання повідомлень. Регулювати значення цього поля може адміністратор із адміністративної частини сайту. Якщо він натиснув кнопку “Виконати надсилання повідомлень” – поле в базі даних автоматично отримає позитивне значення і після запуску команди через хвилину почнеться надсилання повідомлень із записом даних про результати розсилки. Після завершення розсилки, поле в базі даних автоматично буде встановлене в негативне значення. Таким чином, адміністратору не потрібно запускати та чекати, поки виконається команда, він натиснув кнопку і може далі спокійно займатися іншими справами, а через годину чи більше перевірити результати виконання тієї чи іншої задачі.

Висновок: розглянувши утиліту cron операційної системи Linux, можна помітити, що вона є досить простою в налаштуванні, оскільки для цього потрібно лише створити файл із розкладом. Кожний рядок даного файлу відповідає за виконання певної команди чи задачі. Як тільки наступить час, заданий в даному файлі для певної команди, вона відразу буде запущена. Використовувати дану утиліту доцільно для складних та трудомістких задач, які виконуються годину та більше часу. Також її доцільно використовувати, коли ми повинні кожну хвилину чи годину оновлювати дані веб-додатку, які ми отримуємо з API клієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cron[Електронний ресурс] – Режим доступу <https://en.wikipedia.org/wiki/Cron>
2. What are cron jobs? [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://support.hostgator.com/articles/cpanel/what-are-cron-jobs>
3. Intro to the cron – Unix Geeks[Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.unixgeeks.org/security/newbie/unix/cron-1.html>
4. Crontab – Quick Reference[Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.adminschoice.com/crontab-quick-reference>

УДК 004.056

Абильмажинов Ермек Толегенович, Умирбаева Сания Тусуповна,
Рысжанова Айжан Сайлаухановна, Болсынбекова Шынар Жумагалиевна
ГУ имени Шакарима города Семей
(Семей, Казахстан)

БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Аннотация. В статье рассматриваются принципы обеспечения безопасности данных на стадии создания и использования приложений базы данных.

Ключевые слова: базы данных, информационная безопасность, СУБД, нормальная форма, защита метаданных, таблица.

Yermek Abilmazhinov, Saniya Umirbayeva,
Aizhan Ryszhanova, Shynar Bolsynbekova
Shakarim State University of Semey
(Semey, Kazakhstan)

DATABASES AND INFORMATION SECURITY

Annotation. The article discusses the principles of data security at the stage of creating and using database applications.

Keywords: databases, information security, DBMS, normal form, metadata protection, table.

Проблемы безопасности баз данных сейчас очень важны. Некоторые приложения, не позволяют эффективно защищать персональные данные. В некоторых разработках этот аспект не всегда тщательно обрабатывается. Очевидно, что вопросы безопасности данных должны рассматриваться как на стадии создания, так и на стадии эксплуатации системы. Но в принципе существует ряд неразрешимых столкновений, понимание которых позволяет искать некоторые компромиссы, принятые для конкретных условий.

Вопросам защиты данных следует уделять внимание уже на этапе разработки базы данных.

В области СУБД теперь есть два направления: SQL-и NoSQL-системы. Однако NoSQL-системы не так популярны, как традиционные реляционные СУБД. Поэтому в приложениях реляционной модели рассматривается конструкция приложений базы данных с защитой данных.

При массовом приобретении реляционного подхода появился лозунг «Любая нормальная база данных должна быть нормализована». Позже некоторые разработчики стали относиться к нему менее категорично. Например, при создании хранилищ данных разработчики часто выполняют денормализацию для уменьшения количества таблиц и, как следствие, ускорения поиска. Однако нормализация может оказать отличную услугу в аспекте защиты персональных данных.

Большинство правильно организованных, то есть нормализованных, по меньшей мере, до третьих баз данных нормальной формы с персональными данными, имеет структуру, показанную на рисунке 1.

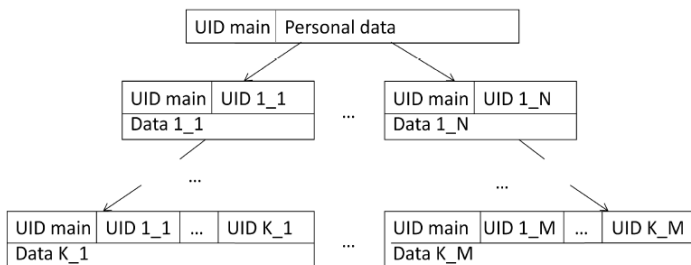


Рисунок 1. Типичная структура базы данных с персональными данными

Существует одна основная таблица, в которой содержатся персональные данные. Каждая строка этой таблицы характеризуется уникальным идентификатором UID main. Другие таблицы подчинены. Они прикрепляются к основной таблице посредством наследования соответствующего идентификатора. Таким образом, субординированные таблицы автоматически де-персонализируются, и для шифрования или защиты иным способом достаточно использовать основную таблицу в соответствии с законом личных данных.

Нормализация на третьем уровне нормальной формы – это элементарный и очень эффективный способ обеспечения безопасности данных во многих случаях. Однако этого недостаточно для ряда приложений. Экспозиция появляется связанными ключами, такими как UID main - UID 1_L - ... - UID P_Q, которые служат для привязки подчиненных таблиц к основной таблице и друг к другу. Доступ к связанным ключам позволяет открывать структуру данных и связь между ними. Риск раскрытия данных увеличивается, когда разработчик базы данных использует правила именования объектов, например [1], которые очень удобны для регулярной работы. Согласованная система именования позволяет отслеживать логику структуры данных и сделать их более читаемыми. Разумеется, это полезно для разработчиков, которые выполняют проект по прошествии времени или при работе в команде. Раскрытие данных о рисках относится к другим часам весов, например, инсайдером.

Расщепление связанных ключей способствует также сокращению до пятой нормальной формы. Пятая нормальная форма сосредоточена на работе с зависимыми объединениями. Рассмотрим классический пример. Пусть отношение EMPLOYEE-DEPARTMENT-PROJECT учитывает только ключевые атрибуты, такие как Employee_code, Department_code и Project_code. Один сотрудник может работать в нескольких отделах, и в каждом отделе он может участвовать в нескольких проектах. Сокращение до пятой нормальной формы создает три таблицы: EMPLOYEE-DEPARTMENT (Employee_code, Department_code), EMPLOYEE-PROJECT (Employee_code, Project_code), DEPARTMENT-PROJECT (Department_code, Project_code). В

качестве повтора количество таблиц, которые необходимо проанализировать для раскрытия данных, увеличивается. Кроме того, устраняются аномалии удаления и вставки данных. Это характерно для нормализации вообще. Однако следует отметить, что зависимые соединения между тремя атрибутами встречаются не часто. Зависимые соединения между более чем тремя атрибутами практически не могут быть указаны на практике.

Надежность данных имеет большое значение во время работы с персональными данными. Этот вопрос обычно лежит в зоне ответственности пользователя приложения, который имеет права на ввод или обновление данных. Однако, как правило, эта работа выполняется с минимальной личностью (например, заказ, администратор медицинской записи и т. д.). К сожалению, эта личность иногда не полностью квалифицирована и ответственна. В этом случае возникает требование определения источника искажений данных. Уровень аудита СУБД (если он доступен) является избытком в этом случае. Эта операция чрезмерно ресурсоемкая. Кроме того, он предназначен для высококвалифицированного специалиста в области администрирования СУБД и анализа работы СУБД. Практически поиск источника искажения данных обычно выполняется администратором приложения, который является экспертом в предметной области, но который не является специалистом по СУБД. Поэтому аудит действий пользователя необходим в аналогичных системах. Простейшим решением этой проблемы является дополнение к основной таблице и другим чувствительным таблицам некоторых полей. В этих полях фиксируется информация о пользователе, который выполнил операцию с данными, типом операции (ввод или настройку), датой, временем и другими необходимыми данными. Очевидно, что отчет по этим данным также необходим. Что касается операции по удалению, его следует отнести к особо защищенным. Этот режим можно выделить, например, с помощью отдельного защищенного пункта меню. Возможно, потребуется специальный журнал абсорбации. Использование временных баз данных [2] может стать решением проблемы отмены незаконных изменений. Примером может служить технология Oracle Flashback [3]. Но это очень дорогое и трудное решение для большинства «обычных» информационных систем.

Еще одно столкновение возникает из-за необходимости резервного копирования. Правило «3-2-1» рассматривается в [4]. Это правило обеспечивает создание не менее трех резервных копий данных, хранение резервных копий на двух разных носителях, хранение одной резервной копии вне офиса. Это правило очень полезно в контексте безопасности данных. Но во время работы с персональными данными возникает какое-то условие, когда закон требует гарантированного уничтожения этих персональных данных. Для этого отбирается трехдневный срок. Все де-строенные данные будут автоматически восстановлены при восстановлении аварийных данных на резервных копиях. Разработчик «правильного» приложения должен предоставить специальный инструмент для обнаружения таких данных и их повторного уничтожения.

Если приложение предоставляет анализ данных во временном разделе или отправляет данные в хранилище данных для последующего анализа, уничтожение данных недопустимо. Закон о персональных данных

предписывает обезличивание данных в этом случае. Это может быть сделано путем частичного удаления данных. Например, имя, фамилия могут быть удалены из таблицы, хранящей личную информацию. Однако сохранение другой чувствительной информации, такой как номер телефона, адреса электронной почты и т. д. может быть нежелательным в случае потери контроля над данными. Закон соблюдается по форме. Но утечка такой обезличенной базы данных и ее использование иностранными организациями, например, для убедительного предложения товаров и услуг, явно дискредитирует фирму, который был юридически владельцем данных. Поэтому уничтоженный объем информации при деперсонализации также должен тщательно планироваться на стадии создания приложения.

Подводя итог вышеизложенному, можно сформулировать следующие принципы обеспечения безопасности данных на стадии создания и использования приложений базы данных:

- 1) нормализация, при возможности до уровня пятой нормальной формы;
- 2) защита метаданных, в частности ключей таблиц;
- 3) наличие инструмента аудита для контроля действий пользователя;
- 4) Учет уничтоженных данных, организация повторного уничтожения в случае восстановления базы данных из резервной копии;
- 5) Объем уничтоженных данных должен быть таким, чтобы исключить использование оставшихся данных для неавторизованных целей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайличенко А. Правило управления общими базами данных. Доступно по адресу: http://citforum.ru/database/articles/naming_rule.
2. Костенко Б.Б., Кузнецов С.Д. «Истории и актуальные проблемы временных баз данных». Доступно по адресу: <http://citforum.ru/database/articles/temporal/>.
3. Технология Oracle Flashback [Технология Oracle Flashback]. Доступно по адресу: <http://www.oracle.com/technetwork/ru/database/oracle-flashback-tech-433693-ru.html>.
4. Левкина М. [Правило резервного копирования «3-2-1» продолжает действовать]. Windows IT Pro, 2015, вып. 4, с. 23-24. (на русском).

СЕКЦИЯ: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 512.577

Абиров Аққабыл, Бағытов Ақжол
Атырау мемлекеттік университеті
(Атырау, Қазақстан)

БИКОМПЛЕКС САНДАР АЛГЕБРАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Мақалада комплекс сандар алгебрасын екі еселеуден алынатын бір алгебраның құрылымы қарастырылалы

Кілт сөздер: комплекс сан, екі еселеу әдісі, бикомплекс сан, коммутативті, ассоциативті, дистрибутивті

СТРОЕНИЕ АЛГЕБРЫ БИКОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ

Аннотация. В статье рассмотрены строение одной алгебры поученной удвоениям алгебры комплексных чисел.

Ключевые слова: комплексное число, метод удвоения, бикомплексное число, коммутативный, ассоциативный, дистрибутивный.

THE STRUCTURE OF THE ALGEBRA OF BICOMPLEX NUMBERS

Abstract. The article discusses the structure of a single algebra resulting from doubling of an algebra of complex numbers.

Keywords: complex number, doubling method, bicomplex number, commutative, associative, distributive.

Комплекс сандар алгебрасын екі еселеу әдісінің [1, 2] көмегімен алынған жаңа құрылымды бикомплекс сандар жиыны деп атаймыз:

$$B = C_1 + C_2 \cdot j, \quad j^2 = -1,$$

мұнда $C_1, C_2 = C$ – комплекс сандар алгебрасы, $j \neq \pm i, i^2 = -1$ – екі еселеудің жорамал бірлігі, B – бикомплекс сандар жиыны.

Жорамал i және j бірліктері өзара коммутативті деп аламыз. Бұл бикомплекс сандар алгебрасының *кватерниондар* алгебрасынан басты өзгешелігі болып табылады. Енді B – биэллипстік сандар жиынының элементтерінің алгебралық түрін анықталық. $b \in B$ болса, онда $z \in C$ және $u \in C$ табылып, $b = z + u \cdot j = (a + bi) + (c + di)j = a + bi + cj + dk$ болады, мұнда $ij = k$.

Сонымен биэллипстік сандардың жалпы түрі: $b = q_0 + q_1i + q_2j + q_3k$ мұнда q_0 – ді бикомплекс санының нақты бөлігі деп, ал q_1, q_2, q_3 – лерді бикомплекс санының жорамал бөлігінің компоненттері деп аталық. Бикомплекс

сандарды қосу және көбейту компоненттері арқылы анықталады. Бикомплексті базистік бірліктерді көбейту кестесі мынадай болады:

	1	i	j	k
1	1	i	j	k
i	i	-1	k	$-j$
j	j	k	-1	$-i$
k	k	j	$-i$	1

Бикомплекс сандарды қосу мен көбейту амалдары үшін коммутативтілік, ассоциативтілік және дистрибутивтілік заңдары орындалады:

$$z_1 + z_2 = z_2 + z_1, \quad z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1, \quad (z_1 + z_2) + z_3 = z_1 + (z_2 + z_3),$$

$$(z_1 \cdot z_2) \cdot z_3 = z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3), \quad z_1 \cdot (z_2 + z_3) = z_1 \cdot z_2 + z_1 \cdot z_3.$$

Бұл теңдіктердің орындалатындығын дәлелдеу бикомплекс сандарды құрудың анықтамасын және бикомплекс сандардың қасиеттерін ескере отырып жүргізіледі. $z_1, z_2 \in B = C_1 + C_2E$ болса, онда u_1, u_2, v_1, v_2 комплекс сандары табылып, $z_1 = u_1 + u_2 \cdot j$ және $z_1 = v_1 + v_2 \cdot j$ болады. Сонда

$$z_1 + z_2 = (u_1 + u_2 \cdot j) + (v_1 + v_2 \cdot j) = (u_1 + v_1) + (u_2 + v_2) \cdot j =$$

$$1) = (v_1 + u_1) + (v_2 + u_2) \cdot j = (v_1 + v_2 \cdot j) + (u_1 + u_2 \cdot j) = z_2 + z_1$$

$$z_1 \cdot z_2 = (u_1 + u_2 \cdot j) \cdot (v_1 + v_2 \cdot j) = (u_1 v_1 + u_2 v_2) + (u_2 v_1 + u_1 v_2) \cdot j =$$

$$2) = (v_1 u_1 - v_2 u_2) + (v_2 u_1 + v_1 u_2) \cdot j = (v_1 + v_2 \cdot j) \cdot (u_1 + u_2 \cdot j) = z_2 \cdot z_1$$

3,4-ші теңдіктер осылайша тексеріледі. Енді соңғы 5-ші теңдікті тексерелік. Мұнда $z_3 = w_1 + w_2 j$ болса, онда

$$\begin{aligned}
z_1 \cdot (z_2 + z_3) &= (u_1 + u_2 \cdot j) \cdot (v_1 + v_2 \cdot j) + (w_1 + w_2 \cdot j) = \\
&= (u_1 + u_2 \cdot j) \cdot [(v_1 + w_1) + (v_2 + w_2) \cdot j] = \\
&= [u_1(v_1 + w_1) - u_2(v_2 + w_2)] + [u_2(v_1 + w_1) + u_1(v_2 + w_2)] \cdot j = \\
&= (u_1v_1 + u_1w_1 - u_2v_2 + u_2w_2) + (u_1v_1 + u_1w_2 - u_2v_1 + u_2w_1) \cdot j \\
z_1 \cdot z_2 + z_1 \cdot z_3 &= (u_1 + u_2 \cdot j) \cdot (v_1 + v_2 \cdot j) + (u_1 + u_2 \cdot j) \cdot (w_1 + w_2 \cdot j) = \\
&= [(u_1v_1 - u_2v_2) + (u_1v_2 + u_2v_1) \cdot j] + [(u_1w_1 - u_2w_2) + (u_1w_2 + u_2w_1) \cdot j] = \\
&= (u_1v_1 + u_1w_1 - u_2v_2 - u_2w_2) + (u_1v_2 + u_1w_2 - u_2v_1 + u_2w_1) \cdot j
\end{aligned}$$

Бұлардан $z_1 \cdot (z_2 + z_3) = z_1 \cdot z_2 + z_1 \cdot z_3$ теңдігінің орындалатындығы шығады.

Бикомплекс сандарды қосуға және көбейтуге қарағанда нейтрал элементтерді $z + \theta = z + \theta + z$ және $z \cdot e = z = z \cdot e$ теңдіктерін шешуден аламыз. Сонда $\theta = 0$ және $e = 1$ нақты сандары аддитивті және мультипликативті жазылулардың нейтрал элементтері болатындығы шығады. Мына теңдіктердің кез келген z, u – бикомплекс сандары мен α, β – нақты сандары үшін орындалатыны жоғарыдағыдай етіп тексеруге болады:

$$\alpha \cdot (z + u) = \alpha \cdot z + \alpha \cdot u, \quad (\alpha + \beta) \cdot z = \alpha \cdot z + \beta \cdot z,$$

$$\alpha \cdot (\beta \cdot z) = (\alpha \cdot \beta) \cdot z, \quad 1 \cdot z = z.$$

Бұдан алгебралық әдебиеттердегі қалыптасқан дәстүрлі ұғымдарды еске алып, $\langle B; + \rangle$, $\langle B; \cdot \rangle$, $\langle B; +; \cdot \rangle$, $\langle B; +; \cdot; 0, 1 \rangle$ алгебраларының мынадай құрамдар құрайтындығы шығады [1 – 3].

1 – ұйғарым. $\langle B; + \rangle$ – коммутативті жартылай топ.

2 – ұйғарым. $\langle B; +; 0 \rangle$ – коммутативті моноид.

3 – ұйғарым. $\langle B; +; 0 \rangle$ – коммутативті топ.

4 – ұйғарым. $\langle B; \cdot \rangle$ – коммутативті жартылай топ.

5 – ұйғарым. $\langle B; \cdot; 1 \rangle$ – коммутативті моноид.

6 – ұйғарым. $\langle B; +; \cdot; 0, 1 \rangle$ – бірлік элементті, ассоциативті және коммутативті сақина.

7 – ұйғарым. $\langle B; +; \cdot; \omega_\lambda \rangle$ – векторлық кеңістік.

Биэллипстік санды жазуда екі бірдей комплекс i, j (мұнда $i^2 = j^2 = -1$) бірліктер пайдаланылатындықтан бикомплекс сандар үшін түйіндестіру амалының үш түрін қарастыруға болады: алгебралық, скалярлық және векторлық.

Алгебралық, скалярлық және векторлық түйіндестіктер берілген бикомплекс сандағы жорамал бөліктің коэффициенттерін, i - бірлігі бар қосылғыштардың таңбасын және j бірлігі бар қосылғыштардың таңбасын ауыстырудан алынады.

Сонымен, $z = q_0 + q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j$ бикомплекс саны берілсе, онда оның алгебралық түйіндесін: $\bar{z} = q_0 - q_1 \cdot i - q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j$, скалярлық түйіндесін: $z' = q_0 - q_1 \cdot i + q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j$, векторлық түйіндесін: $\tilde{z} = q_0 + q_1 \cdot i - q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j$ түрінде жазамыз.

Бикомплекс санының модулі ретінде $|z| = \sqrt{z \cdot \bar{z}}$ шамасын алатын болсақ, онда алгебралық түйіндестіруді пайдаланып, мыналарды аламыз:

$$\begin{aligned}
 |z|^2 &= z \cdot \bar{z} = (q_0 + q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)(q_0 - q_1 \cdot i - q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j) = \\
 &= q_0^2 - (q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)^2 = q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 - 2 \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot i \cdot j + 2 \cdot q_1 \cdot q_3 \cdot j + 2 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot i \\
 |z|^2 &= z \cdot z' = (q_0 + q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)(q_0 - q_1 \cdot i + q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j) = \\
 &= q_0^2 - (q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)^2 = q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 - 2 \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot i \cdot j + 2 \cdot q_1 \cdot q_3 \cdot j + 2 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot i \\
 |z|^2 &= z \cdot \tilde{z} = (q_0 + q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)(q_0 + q_1 \cdot i - q_2 \cdot j - q_3 \cdot i \cdot j) = \\
 &= q_0^2 - (q_1 \cdot i + q_2 \cdot j + q_3 \cdot i \cdot j)^2 = q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 - 2 \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot i \cdot j + 2 \cdot q_1 \cdot q_3 \cdot j + 2 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot i
 \end{aligned}$$

Бұл алгебралық скалярлық және векторлық түйіндестіктерді пайдаланып алынған нәтижелерде i, j жорамал бірліктер пайда болатындықтан, бикомплекс санның модулін анықтауға болмайтындығын көруге болады.

Бикомплекс санының модулін анықтау үшін басқаша жолды қарастырамыз. Мұнда түйіндестікті алу үшін өзiрге жалпы түрi анықталынбаған модул ұғымын және комплекс санның экспоненттік түрде жазылуын пайдаланамыз. Бұл жағдайда алынатын модулдің түрi түйіндестілікті қалайша алуымызға тәуелсіз болады.

Бикомплекс сандардың алгебралық түйіндесін табу үшін жалпы жағдайда мына теңдеуді шешу керек: $B \cdot \bar{B} = M$, мұнда M бикомплекс санының квадратының модулі.

Егер A және B қосу және көбейту амалына коммутативті болса, онда мына жағдайды қарастырамыз: $e^{A+B} = e^A \cdot e^B = e^B \cdot e^A$.

Бикомплекс санының алгебралық түйіндесін табу үшін бикомплекс санының экспонентін табамыз:

$$\exp(q_0 + j \cdot i \cdot q_1 + i \cdot q_2 + j \cdot q_3) = \exp(q_0) \cdot \exp(j \cdot i \cdot q_1) \cdot \exp(i \cdot q_2) \cdot \exp(j \cdot q_3)$$

$$\exp(j \cdot i \cdot q_1) = ch(q_1) + j \cdot i \cdot sh(q_1), \quad \exp(i \cdot q_2) = \cos(q_2) + i \cdot \sin(q_2),$$

$$\exp(i \cdot q_3) = \cos(q_3) + i \cdot \sin(q_3).$$

$e^q = Q$ теңдеуін q - ға байланысты шешкеннен кейін бикомплекс санының логарифмі алынады. Алынған логарифмдегі жорамал бірліктердің барлығының таңбаларын өзгертіп алынған нәтиженің экспонентасын есептейміз. Бұдан

$$\exp(q_0 + j \cdot i \cdot q_1 + i \cdot q_2 + j \cdot q_3) \cdot \exp(q_0 - j \cdot i \cdot q_1 - i \cdot q_2 - j \cdot q_3) = \exp(2 \cdot q_0).$$

Мұндағы $\exp(q_0)$ жазылуын бикомплекс санының модулі ретінде аламыз. Немесе, бикомплекс санының нақты бөлігін Re белгілеуін пайдаланып, оның модулін өрнектейміз: $|Q| = \exp(\text{Re}(Ln(Q)))$.

Енді бикомплекс санының модулінің өрнегін табалық. Бикомплекс санды векторлық түйіндесіне көбейтеміз:

$$\exp(q_0 + j \cdot i \cdot q_1 + i \cdot q_2 + j \cdot q_3) \cdot \exp(q_0 - j \cdot i \cdot q_1 + i \cdot q_2 - j \cdot q_3) = \exp(2 \cdot q_0 - 2 \cdot i \cdot q_2)$$

Бұдан мынаны аламыз:

$$\exp(2 \cdot q_0 + 2 \cdot i \cdot q_2) \cdot \exp(2 \cdot q_0 - 2 \cdot i \cdot q_2) = \exp(4 \cdot q_0).$$

Нәтижеде алғашқы бикомплекс санының модулінің төртінші дәрежесі шығады. Дәл осы нәтижені экспоненциалды түрде емес, компонентті түрге қолданып, мынаны аламыз:

$$|q|^4 = x_0^4 + x_1^4 + x_2^4 + x_3^4 - 2 \cdot x_0^2 \cdot x_1^2 + 2 \cdot x_0^2 \cdot x_3^2 + 2 \cdot x_0^2 \cdot x_2^2 + 2 \cdot x_1^2 \cdot x_2^2 + 2 \cdot x_1^2 \cdot x_3^2 - 2 \cdot x_2^2 \cdot x_3^2 + 8 \cdot x_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Бұл алынған жағдайлардан мынадай қорытынды шығады:

1) Бикомплекс санының модулі бар және оны кез келген бикомплекс санының модулін табу үшін қолдануға болады.

2) Бикомплекс және басқада жалпыланған алгебраларда векторлық, скалярлық және алгебралық түйіндісірулер сәйкес келмейді, санның модулі компоненттердің квадраттық формада емес төртінші ретті формада жазылады.

3) Векторлық, скалярлық және алгебралық түйіндісірулер сәйкес келмейтін биэллиптик және басқада жалпыланған алгебраларда санның алгебралық түйіндісі берілген санның компоненті арқылы сызықты емес өрнектелінеді.

Бикомплекс санның алгебрасында нөлдің бөлгіші болады. Сондықтан кез келген бикомплекс сан үшін өзіне кері сан табыла бермейді. Икомплекс

сандары үшін нөлдің бөлгіші екі ішжиынды береді: $Q = a \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot j \cdot i \right),$

мұнда a - бикомплекс сан. Бикомплекс сандарды нөлдің бөлгішінің сызықтық комбинациясы түрінде жазуға болады:

$$Q = a \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot j \cdot i \right) + b \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot j \cdot i \right),$$

мұндағы a және b - биэллиптик сандар.

Бикомплекс санды бикомплекс санға бөлу амалы комплекс сандарды бөлу сияқты орындалады. Егер $q = \frac{q_1}{q_2}$ болса, онда q саны $q \cdot q_2 = q_1$

теңдеуінің шешімі болады. Бұл теңдіктің оң және сол жағын $\overline{q_2}$ көбейтіп және екі жағын модульдің квадратына бөлу арқылы шешеміз. Онда мынаны аламыз:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{q_1 \cdot \overline{q_2}}{q_2 \cdot \overline{q_2}} = \frac{q_1 \cdot \overline{q_2}}{|q_2|^2}.$$

Бұл формуланың нөлдік бөлгіші болмайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Абиров А.Қ., Орынбасарова Г.Т. Параболалық сандар алгебрасының құрылымы // «Қазіргі білім беру ауқымындағы физика-математика ғылымдарының ролі» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференцияның материалдар жинағы. – Атырау, 2005. 12 – 15 б.
2. Кантор И.Л., Солодовников А.С. Гиперкомплексные числа. – М.: Наука 1973. – 145 с.

УДК 512.577

Абиров Аққабұл, Қарипова Іңкәр, Алдигулова Айгерим
Атырау мемлекеттік университеті
(Атырау, Қазақстан)

ГИПЕРБОЛАЛЫҚ САҢДАР АЛГЕБРАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Мақалада нақты сандар жиынын кеңейтуден алынатын бір алгебраның құрылымы қарастырылалы.

Кілт сөздер: нақты сан, екі еселеу әдісі, гиперболалық сан, коммутативті, ассоциативті, дистрибутивті.

СТРОЕНИЕ АЛГЕБРЫ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ ЧИСЕЛ

Аннотация. В статье рассмотрены строение одной алгебры поученной удвоениям множества действительных чисел.

Ключевые слова: действительное число, методу двоения, гиперболическое число, коммутативный, ассоциативный, дистрибутивный.

STRUCTURE OF THE DIFFERENTIAL ALGEBRA OF STATEMENTS

Abstract. The article discusses the structure of one algebra resulting from doubling the set of real numbers.

Keywords: real number, doubling method, hyperbolic number, commutative, associative, distributive.

Нақты сандар өрісінен екі еселеу әдісінің [1, 2] көмегімен алынған құрылымды *гиперболалық сандар жиыны* деп атап, мына түрде жазамыз: $\mathbb{H} = \mathbb{R} + \mathbb{R}j$, мұндағы \mathbb{R} – нақты сандар өрісі, j – гиперболалық жорамал бірлік, $j^2 = 1$.

Гиперболалық сандардың құрылымын, алгебралық қасиеттерін зерттеу үшін $\mathbb{H} = \mathbb{R} \times \mathbb{R} = \{(a, b) | a \in \mathbb{R}, b \in \mathbb{R}\}$ жиынын қарастыралық. \mathbb{H} жиынының элементтерін *гиперболалық сандар* деп атап, олар үшін қосу және көбейту амалдарын енгізейік:

$$(a; b) \oplus (c; d) = (a + c; b + d) \quad (1)$$

$$(a; b) \otimes (c; d) = (ac + bd; ad + bc) \quad (2)$$

Сонда $(\mathbb{H}; \oplus; \otimes)$ алгебрасы пайда болады.

Осы алгебраның ішінде нақты сандар алгебрасымен изоморфты болатын ішкі алгебраның болатындығын көрсету үшін $K = \{(a, 0) | a \in \mathbb{R}\}$ ішкі жиынын қарастыралық.

Енді $f: K \rightarrow \mathbb{R}$ бейнелеуін, $f: (a, 0) \rightarrow a$ немесе $f((a, 0)) = f(a, 0) = a$ болатындай етіп таңдап алалық. Сонда $f: K \rightarrow \mathbb{R}$ бейнелеуі қосу және көбейту операцияларын сақтайды, яғни K алгебрасының \mathbb{R} алгебрасына гомоморфизмі болады. Шынында кез келген $(a, 0)$ және $(b, 0)$ қостары үшін

$$f((a, 0) \oplus (b, 0)) = f((a + b, 0)) = a + b,$$

$$f((a, 0) \otimes (b, 0)) = f((a \cdot b, 0)) = a \cdot b.$$

Егер $(a, 0) \neq (b, 0)$ болса, онда $a \neq b$ болғандықтан $f(a, 0) \neq f(b, 0)$. Демек бейнелеу бір мәнді болады. Сонымен $f: K \rightarrow \mathbb{R}$ бейнелеуі *изоморфизм* болады. Сондықтан $(a, 0)$ қосын a элементімен беттестіреміз, яғни $(a, 0) \equiv a$. Сонда \mathbb{H} жиынынан алынған кез келген $h = (a, b)$ санын мына түрде жазуға болады:

$$h = (a; b) = (a; 0) \oplus (0; b) = (a; 0) + (b; 0) \cdot (0; 1) \equiv a + bj,$$

$$\text{мұнда } j = (0, 1) \text{ және } j^2 = (0, 1)^2 = (0, 1) \otimes (0, 1) = (0, 1) \equiv 1.$$

$h = a + bj$ ($j^2 = 1$) жазылуын гиперболалық санның *алгебралық түрі* деп атаймыз.

Гиперболалық сандарды қосу, азайту және көбейту амалдары алгебралық түрде былайша жүзеге асырылады:

$$(a + bj) + (c + dj) = (a + c) + (b + d)j, \quad (3)$$

$$(a + bj) - (c + dj) = (a - c) + (b - d)j, \quad (4)$$

$$(a + bj) \cdot (c + dj) = (ac + bd) + (bc + ad)j. \quad (5)$$

Гиперболалық сандарды қосу коммутативтік және ассоциативтік заңына бағынады, яғни $\forall h_1, h_2, h_3 \in \mathbb{H}$ үшін

$$h_1 + h_2 = h_2 + h_1, \quad (6)$$

$$(h_1 + h_2) + h_3 = h_1 + (h_2 + h_3). \quad (7)$$

Гиперболалық сандарды көбейту коммутативтік және ассоциативтік заңына бағынады, яғни $\forall h_1, h_2, h_3 \in \mathbb{H}$ үшін, мына теңдіктер орындалады:

$$h_1 \cdot h_2 = h_2 \cdot h_1, \quad (8)$$

$$(h_1 \cdot h_2) \cdot h_3 = h_1 \cdot (h_2 \cdot h_3), \quad (9)$$

$$h_1 \cdot (h_2 + h_3) = h_1 h_2 + h_1 h_3. \quad (10)$$

Жоғарыдағы теңдіктермен қатар $1 = 1 + 0 \cdot j$ және $0 = 0 + 0 \cdot j$, теңдіктері орындалатындықтан, 0 және 1 нақты сандары гиперболалық сандарды қосу және көбейту амалдарының нейтрал элементтері болады, яғни

$$h + 0 = 0 + h = h, \quad (11)$$

$$h \cdot 1 = 1 \cdot h = h. \quad (12)$$

Егер $h = a + bj$ гиперболалық саны берілсе, онда $-a - b\varepsilon$ гиперболалық саны h -қа, қосу амалына қарағанда *симметриялы* элемент болады, яғни

$$h + (-h) = 0 \quad (13)$$

(6)–(13) теңдіктердің ақиқаттылығы тікелей тексеру арқылы жүргізіледі. Демек, бұлардан мына алгебралық құрылымдарды аламыз.

1 – ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \oplus \rangle$ алгебрасы *коммутативті жартылай топ*.

2 – ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \oplus \rangle$ алгебрасы *коммутативті жартылай топ*.

3 - ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \oplus; 0 \rangle$ алгебрасы *коммутативті моноид*.

4 - ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \otimes; 1 \rangle$ алгебрасы *коммутативті моноид*.

5 – ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \oplus \rangle$ – алгебрасы *коммутативті топ*.

6 – ұйғарым. $\langle \mathbb{H}; \oplus, \otimes; 0, 1 \rangle$ алгебрасы *коммутативті, ассоциативті, әрі бірлік элементті сақина*.

Әрбір $h = a + bj$ гиперболалық санына $a - bj$ гиперболалық санын сәйкес қоюға болады. Оны h -қа *түйіндес* деп атап, \bar{h} арқылы белгілейік. Сонымен, $\bar{h} = a - b\varepsilon$.

Түйіндес гиперболалық сандардың қасиеттері:

$$\bar{h}_1 + \bar{h}_2 = \bar{h}_1 + \bar{h}_2, \bar{h}_1 \cdot \bar{h}_2 = \bar{h}_1 \cdot \bar{h}_2, h + \bar{h} = 2a, h \cdot \bar{h} = a^2 - b^2.$$

Теріс емес нақты $\sqrt{|a^2 - b^2|}$ саны $h = a + bj$ гиперболалық санының *модулі* деп атап, $|h|$ арқылы белгілейміз: $|h| = \sqrt{|a^2 - b^2|}$.

Сонымен, $h \cdot \bar{h} = |a^2 - b^2| = |h|^2$.

h және z екі гиперболалық сандар болсын. Сонда

$$|hz|^2 = (h \cdot z)(\overline{hz}) = (h \cdot \bar{h}) \cdot (z \cdot \bar{z}) = |h|^2 \cdot |z|^2 \quad (14)$$

немесе

$$|h \cdot z| = |h| \cdot |z| \quad (15)$$

7 – ұйғарым. Гиперболалық сандардың көбейтіндісінің модулі олардың модульдерінің көбейтіндісіне тең болады.

$h = a + bj, z = c + dj$ жазық гиперболалық сандары берілсін, $|h| \neq 0$ болсын. z -ті h – қа бөлейік, сонда

$$\frac{z}{h} = \frac{z\bar{h}}{h\bar{h}} = \frac{(c + bj)(a - bj)}{(a + bj)(a - bj)} = \frac{(ac - bd) + (ad - bc)j}{a^2 - b^2} = \frac{ac - bd}{a^2 - b^2} + \frac{ad - bc}{a^2 - b^2}j.$$

$|h| \neq 0$ болғанда $h = a + bj$ -ге кері санды есептеуге болады:

$$\frac{1}{h} = \frac{\bar{h}}{h\bar{h}} = \frac{a - bj}{a^2 - b^2} = \frac{a}{a^2 - b^2} - \frac{b}{a^2 - b^2}j.$$

Гиперболалық сандар алгебрасы нөлдің бөлгіші бар болатын алгебраға жатады. $h = a + bj$ гиперболалық санының кері гиперболалық саны $|h| \neq 0$ немесе $a^2 - b^2 \neq 0$ болғанда ғана бар болады және мына түрде болады:

$$h^{-1} = \frac{1}{h} = \frac{a}{a^2 - b^2} - \frac{b}{a^2 - b^2}j.$$

Кері гиперболалық сан табылмаса, гиперболалық санды нөлдің бөлгіші деп атайды. Бұл жағдайда $a^2 - b^2 = 0$ немесе $a = \pm b$ шарты орындалады.

Нөлдің бөлгіші болатын гиперболалық сандар екі ішжиын құрайды. Бұл екі ішжиыны өзара қиылыспайды және мына түрдегі сандардан құралады: $z = a + aj$ немесе $z = a - aj$, мұндағы a – нақты сан.

Бұл екі ішжиынның өте қызықты ерекше қасиеттері бар:

1) Бұл ішжиындағы сандардың нормаланған түрі мынадай болады:

$$z = a \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \pm \frac{\sqrt{2}}{2}j \right)$$

Сонымен гиперболалық сандар жиынындағы нөлдің бөлгіштері қандай да бір нақты сан мен оның ядросындағы саннан құралады.

2) Бұл екі ішжиынның кванттық спиндік тұрғыдағы жағдайы ұқсас болады – шартты «+» немесе «-» таңбасымен ажыратылатын изоморфты ішжиынының табиғи жіктелуі бар болады.

3) Ядроның квадраты ядроның өзіне тең, яғни нөлдің бөлгішінің ядросы *идемпотент* болады.

Егер n натурал саны табылып $p^n = p$ болса, онда p – *идемпотентті* деп аталады.

Егер n натурал саны табылып $p^n = 0$ болса, p – *нильпотентті* деп аталады.

4) Біреуі оң немесе теріс ішжиынға тиісті болатын гиперболалық санымен кез – келген гиперболалық санының көбейтіндісі оң немесе теріс ішжиынға тиісті болады.

Шынында, $h = a + bj$ және $u = c \pm cj$ гиперболалық сандары беріліп, $|u| = 0$ болсын. Сонда $|hu| = |h| \cdot |u| = |h| \cdot 0 = 0$.

5) Біреуі нөлдің оң бөлгіші, ал екіншісі нөлдің теріс бөлгішіне тең болатын гиперболалық сандардың көбейтіндісі нөлге тең болады.

Шынында да $h = c + cj$ және $u = c - cj$ болса, онда

$$h \cdot u = (c + cj)(c - cj) = c^2 - c^2 j^2 = c^2 - c^2 = 0.$$

б) Кез келген гиперболалық санды нөлдің бөлгіштік базисінде сызықты суперпозиция көрсетуге болады:

$$z = x \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} i \right) + y \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} i \right).$$

Кез келген $h = x + yj$ ($j^2 = 1$) гиперболалық саны берілсін. Сонда h гиперболалық санына сандық жазықтықта бір $A(x, y)$ нүктесі сәйкес келеді. $OB = x$, $AB = y$ және $\angle AOB = \varphi$ деп белгілеулерін енгізсек, онда комплекс сандарға ұқсастырып, $\frac{OB}{OA}$ және $\frac{AB}{OA}$ қатынастарын сәйкесінше *гиперболалық косинус* және *гиперболалық синус* деп атап, $ch\varphi = \frac{x}{r}$ және $sh\varphi = \frac{y}{r}$ белгілеулерін енгіземіз. Сонда $h = x + yj$ гиперболалық санының екі жағын r -ге бөліп аламыз:

$$\frac{h}{r} = \frac{x}{r} + \frac{y}{r} \varepsilon = ch\varphi + \varepsilon \cdot sh\varphi$$

немесе

$$h = r(ch\varphi + jsh\varphi) \quad (16)$$

теңдігін аламыз, мұнда $r = \sqrt{|x^2 - y^2|} = |h|$ – гиперболалық санның модулі.

(16) өрнегі $h = x + yj$ – гиперболалық санының *тригонометриялық түрі* деп аталады.

$r = \sqrt{|x^2 - y^2|}$ – өрнегінің екі жағын квадраттап, $r^2 = |x^2 - y^2|$ теңдігін аламыз. Бұдан

$$\left(\frac{x}{r} \right)^2 - \left(\frac{y}{r} \right)^2 = \pm 1.$$

Сонымен, $(ch\varphi)^2 - (sh\varphi)^2 = \pm 1$. Бұны гиперболалық саны үшін *негізгі тригонометриялық тепе – теңдік* деп атаймыз.

Бізге $h = r(ch\varphi + jsh\varphi)$ және $z = p(ch\psi + jsh\psi)$ екі гиперболалық сандары берілсін. Енді осы екі санның көбейтіндісін қарастыралық:

$$h \cdot z = [r(ch\varphi + jsh\varphi)] \cdot [p(ch\psi + jsh\psi)] = (r \cdot p) \cdot [(ch\varphi \cdot ch\psi + sh\varphi \cdot sh\psi) + \varepsilon(sh\varphi \cdot ch\psi + sh\psi \cdot ch\varphi)]. \quad (17)$$

Дөңгелек тригонометриясындағы тепе – теңдіктерге ұқсастырып

$$ch\varphi \cdot ch\psi + sh\varphi \cdot sh\psi = ch(\varphi + \psi) \quad (18)$$

$$sh\varphi \cdot ch\psi + sh\psi \cdot ch\varphi = sh(\varphi + \psi) \quad (19)$$

белгілеулерін енгізсек, онда (17) өрнегі мына түрге келеді:

$$h \cdot z = (r \cdot p) \cdot [ch(\varphi + \psi) + \varepsilon \cdot sh(\varphi + \psi)] \quad (20)$$

яғни, гиперболалық сандарды көбейткенде олардың модулдері көбейтіледі, ал бұрыштары қосылады.

Енді жазық гиперболалық сандардың бөліндісін қарастырайық:

$$\begin{aligned} \frac{z}{h} &= \frac{\rho(ch\psi + jsh\psi)}{r(ch\varphi + jsh\varphi)} = \frac{\rho}{r} \cdot \frac{(ch\psi + jsh\psi)(ch\varphi - jsh\varphi)}{(ch\varphi + jsh\varphi)(ch\varphi - jsh\varphi)} = \\ &= \frac{\rho}{r} \cdot \frac{(ch\varphi \cdot ch\psi + sh\varphi \cdot sh\psi) + (ch\varphi \cdot sh\psi - sh\varphi \cdot ch\psi)}{ch^2\varphi - sh^2\varphi} = \\ &= \frac{\rho}{r} \cdot [ch(\varphi - \psi) + \varepsilon \cdot sh(\varphi - \psi)] \end{aligned}$$

өрнегін аламыз. Бұдан мына тепе – теңдіктер алынады:

$$ch(\varphi - \psi) = sh\varphi ch\psi - sh\psi ch\varphi, \quad (21)$$

$$sh(\varphi - \psi) = ch\varphi sh\psi - sh\psi ch\varphi. \quad (22)$$

8 – ұйғарым. Кез келген n бүтін саны үшін мына теңдік орындалады:

$$[r(ch\varphi + \varepsilon \cdot sh\varphi)]^n = r^n(chn\varphi + jshn\varphi). \quad (23)$$

Бұл өрнекті гиперболалық сандар үшін Муавр формуласы деп атаймыз және оның ақиқаттылығы математикалық индукция арқылы дәлелденеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Абиров А.Қ., Орынбасарова Г.Т. Параболалық сандар алгебрасының құрылымы // «Қазіргі білім беру ауқымындағы физика-математика ғылымдарының ролі» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференцияның материалдар жинағы. – Атырау, 2005. 12 – 15 б.
2. Кантор И.Л., Солодовников А.С. Гиперкомплексные числа. – М.: Наука 1973. – 145 с.

УДК 53.06

Ныгметова Мадина Аяновна, Шевчук Евгения Петровна,
Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Смаилханова Айнур Ержанкызы
Восточно-Казахстанский государственный университет
имени Сарсена Аманжолова
(Усть-Каменогорск, Казахстан)

О РОЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

Аннотация: В статье рассматривается отличительная особенность методов исследований ядерной физики организма человека на клеточном уровне, что отличает эти исследования от других методов исследований. Применение радиофармацевтических препаратов помогает увидеть патологические изменения на уровне метаболических нарушений. Радиоизотопные исследования – метод лучевой диагностики, который помогает выявить структурные изменения в организме на уровне клетки на ранних стадиях заболеваний.

Ключевые слова: ядерная медицина, методы диагностики, излучение, методы ядерной физики, радиоактивный йод, ядерная диагностика.

*Nygmetyova Madina, Shevchuk Evgenia,
Imanzhanova Kulbarchin, Smailkhanova Ainur
East Kazakhstan State University named after Sarsen Amanzholov
(Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)*

ON THE ROLE OF NUCLEAR PHYSICS IN MODERN MEDICINE

Abstract: The article discusses the distinctive feature of the research methods of nuclear physics of the human body at the cellular level, which distinguishes these studies from other research methods. The use of radiopharmaceuticals helps to see pathological changes at the level of metabolic disorders. Radioisotope research - a method of radiation diagnosis, which helps to identify structural changes in the body at the cell level in the early stages of disease.

Keywords: nuclear medicine, diagnostic methods, radiation, methods of nuclear physics, radioactive iodine, nuclear diagnostics.

Ядерная медицина - раздел клинической медицины, который занимается применением радионуклидных фармацевтических препаратов в диагностике и лечении. Способность атомных ядер испускать γ -кванты дало возможность использовать их в различных отраслях медицины, и в первую очередь - в диагностике, лечении и исследовании функций разных органов. Малые размеры ядер позволяют им беспрепятственно проникать в любые уголки организма, а непрерывное испускание излучения позволяет точно определить их местоположение. Рассмотрим ряд методов, позволяющих проводить диагностику органов человека. В большинстве случаев они

основаны на способности организма накапливать в тканях некоторые химические элементы. Так, например, костная ткань выделяет из организма и накапливает фосфор, кальций и стронций, щитовидная железа - йод, печень - красители и т. д. При этом больной и здоровый органы характеризуются разной скоростью накопления веществ. Особо широкое применение нашел γ -радиоактивный изотоп йода ^{131}J . Его используют при диагностике отклонений щитовидной железы. Здоровая щитовидная железа накапливает до 10% введенного йода в течение двух часов. Если же активность железы повышена (т. е. за то же время она накапливает гораздо больше йода) или понижена, то налицо нарушение нормального режима ее функционирования, т. е. болезнь. Количество накопленного железой йода определяется γ -счетчиками, улавливающими γ -излучение радиоактивного изотопа. Для здорового органа существует оптимальная интенсивность излучения по прошествии определенного времени. Ядерная медицина позволяет исследовать практически все системы органов человека и находит применение неврологии, кардиологии, онкологии, эндокринологии, пульмонологии и других разделах медицины. С помощью методов ядерной медицины изучают кровоснабжение органов, метаболизм желчи, функцию почек, мочевого пузыря, щитовидной железы [1].

Сравнивая это значение с полученным экспериментально, можно сделать вывод о состоянии органа. Исследование работы печени также можно проводить с помощью изотопа ^{131}J , если пометить им специальный органический краситель бенгал-роз. Этот метод базируется на том, что введенная в организм (точнее, в кровь) краска выводится только через печень. Скорость перехода краски из крови в печень, время задержки в печени и скорость выведения из печени во внешнюю среду определяются состоянием печени. Если скорости перехода и выведения уменьшаются, а время задержки увеличивается, это сигнализирует о заболевании печени. Изменение концентрации красителя в печени устанавливают, регистрируя γ -счетчиком интенсивность излучения изотопа ^{131}J . Этот метод можно применять и для диагностики заболеваний почек, но используя другой препарат [2]. Радионуклиды используются для выявления злокачественных образований в различных органах. Диагностика онкологических заболеваний основана на том, что клетки опухоли накапливают радиоактивный препарат иначе, чем здоровые ткани. Некоторые изотопы (например ^{32}P) накапливаются в опухолевых клетках гораздо активнее, чем в здоровых. Причина состоит в том, что соединения фосфора являются богатым источником энергии, которая необходима для роста злокачественных тканей. Для выявления опухолей также используются радиоактивный йод ^{131}J и коллоидное золото ^{198}Au . Фосфор ^{32}P в основном используют для диагностики опухолей, возникающих около поверхности тела или в легкодоступных местах (кожа, мягкие ткани конечностей, гортань, пищевод и т. д.). Это продиктовано тем, что пробег 5-частицы, испускаемой фосфором, не превышает 8 мм. В отличие от фосфора, радиоактивные йод и золото испускают γ -излучение, способное легко пронизывать ткани тела человека, поэтому они используются в диагностике опухолей внутренних органов. Радиоактивный изотоп можно вводить в организм путем инъекций с физиологическим раствором (^{198}Au) или в составе веществ, которые хорошо поглощаются диагностируемым органом (^{131}J вводят

вместе с бенгал-роз для оценки состояния печени, вместе с дейодофлуоресцеином или альбумином - для мозга и т. д.). Кроме того, с помощью радионуклидов изучают пути и способы выведения из организма отравляющих веществ, усвоение и выведение лекарственных препаратов, поведение микроорганизмов (меченые микробы в эпидемиологии) и т. д. Широко известен метод лучевой терапии, базирующийся на воздействии излучением либо на нервную систему, либо непосредственно на заболевший орган. Применение этого метода возможно благодаря тому, что клетки злокачественного образования более чувствительны к облучению, чем обычные клетки. Единственным непреодолимым недостатком воздействия радионуклидов на организм является то, что радиоактивное излучение вызывает ионизацию атомов и молекул всех веществ, образующих организм. Полученные ионы реагируют с молекулами всех тканей, в том числе и здоровых, что приводит к нарушениям в обмене веществ и приостанавливает размножение клеток (в том числе и здоровых). Поэтому в случаях использования лучевой терапии особое внимание уделяется тому, чтобы максимально оградить здоровые ткани от воздействия облучения [1, 2].

В массовом сознании ядерная физика ассоциируется с чем-то опасным и уж, во всяком случае, вредным для здоровья. Увы, такая точка зрения не лишена оснований. Однако, будучи применяемой с умом и ответственностью, ядерная физика (помимо прочей пользы) способна оказать ощутимую помощь медицине, в том числе в борьбе с таким тяжелым недугом, как рак [3].

Особо подчеркнем, что в медицине находит применение практически весь арсенал концепций, результатов и методов ядерной физики: радиоактивность, ядерные реакции, взаимопревращения элементарных частиц, ускорители, детекторы. Благодаря высокой квалификации отечественных ядерщиков наша страна вполне может стать одним из мировых лидеров в соответствующих областях [3].

1. Если препарат, содержащий гамма-излучающий радионуклид, имеет тенденцию накапливаться в том или ином органе, то регистрация испускаемых гамма-квантов позволяет визуализировать этот орган и его физиологическую активность, не нарушая целостности организма. Простейшим примером может служить использование йода-131 (период полураспада - около 8 суток). Введенный пациенту радиоактивный йод имеет тенденцию накапливаться в щитовидной железе (содержащей около 20% всего йода организма человека). Еще в предвоенные годы таким методом измерялась ее физиологическая активность.

2. С появлением сцинтилляционных детекторов излучения (более чувствительных по сравнению со счетчиками Гейгера) были созданы специальные сканеры, позволяющие получать изображения щитовидной железы, на которых видны участки повышенной и пониженной физиологической активности. Их наличие позволяет заподозрить патологические изменения. В последние десятилетия на смену сканерам пришли позиционно-чувствительные гамма-камеры.

3. В настоящее время в ядерной диагностике широко используются фармпрепараты, содержащие технеций-99m – долгоживущее (период полураспада – около 6 часов) изомерное состояние технеция-99. Одно из преимуществ этого нуклида состоит том, что он является почти чистым гамма-

излучателем (период полураспада основного состояния технеция-99 составляет около 210^5 лет, поэтому суммарная активность в организме пациента будет намного меньше активности введенного технеция-99m). В свою очередь технеций-99m образуется в результате распада молибдена-99 (период полураспада – 66,7 часа). На американском жаргоне генераторы технеция-99m называют «молибденовыми коровами», а получение конечного продукта – дойкой.

4. Гамма-камера позволяет получить лишь проекцию распределения радионуклида в организме на заданную плоскость. Но оказывается, что регистрация фотонов, вылетающих во всех направлениях, позволяет после соответствующей обработки данных восстановить трехмерное распределение радионуклида в теле пациента. Эта методика носит название одно-фотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ, англ. SPECT).

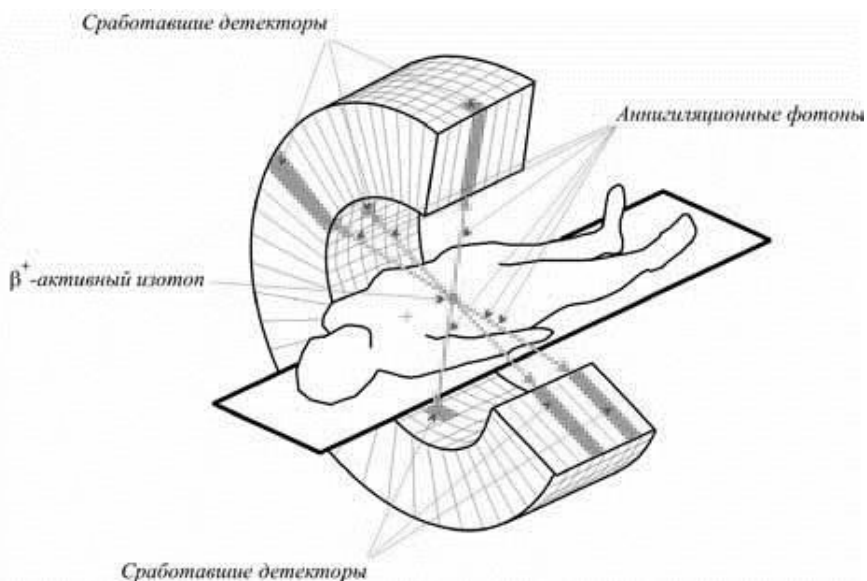


Рис. 1. Схема позитронно-эмиссионной томографии

5. Некоторые радиоактивные ядра при распаде испускают позитроны. Такой позитрон быстро тормозится в веществе и аннигилирует с одним из электронов среды, образуя два гамма-кванта, разлетающихся в противоположных направлениях (рис. 1). Поэтому одновременное срабатывание двух из окружающих пациента детекторов будет означать, что распавшееся радиоактивное ядро находилось на линии, соединяющей эти два детектора. Эта основанная на методе совпадений (разработанном в физике космических лучей) диагностическая методика носит название позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ, англ. PET). Радионуклиды, испускающие позитроны, имеют, как правило, короткое время жизни (например, период полураспада фтора-18 составляет 109,7 минуты). Поэтому такие нуклиды

нарабатываются на циклотроне, установленном непосредственно в клинике, там же они извлекаются из облученной мишени и вводятся в состав химического соединения, активно участвующего в обмене веществ в организме (например, фтордеоксиглюкозы).



Рис. 2. Установка для терапии опухолей головы и шеи быстрыми нейтронами на циклотроне НИИЯФ ТПУ

6. Ядерные излучения широко используются не только для диагностики, но и для терапии ряда заболеваний, и прежде всего злокачественных опухолей. В основе лучевой терапии лежит повышенная чувствительность раковых клеток к ионизирующему излучению. Исторически первой стала применяться терапия жесткими фотонами – рентгеновскими и гамма-квантами. Однако высокая проникающая способность гамма-излучения приводит к тому, что значительному облучению подвергаются также и здоровые ткани. Примерно к такому же результату будет приводить и облучение пучком электронов.

7. Обнадеживающие результаты показывает терапия быстрыми нейтронами. Нейтроны не являются непосредственно ионизирующими частицами, однако они могут рассеиваться на ядрах, передавая им энергию и импульс отдачи, а также вызывать ядерные реакции. Ядра отдачи и продукты реакций создают в веществе высокую плотность ионизации вблизи своих траекторий, что приводит к разрушению тех разновидностей опухолевых клеток, которые обладают повышенной устойчивостью к слабо-ионизирующим фотонному и электронному излучениям.

8. Можно создать фармпрепарат, способный избирательно накапливаться в опухоли и содержащий стабильный изотоп бора-10, обладающий большим сечением резонансного захвата тепловых нейтронов. В

результате реакции образуются ядра лития-7 и гелия-4, пробег которых составляет порядка 10 микрон. Таким образом, поражаться будет именно та клетка, которая содержала атом бора. Такая *бор-нейтрон-захватная терапия* (БНЗТ) в сочетании с хирургическим лечением показала обнадеживающие результаты. Одной из проблем, стоящих на пути широкого внедрения метода, является необходимость создания компактного и недорогого источника надтепловых нейтронов. Такие нейтроны, тормозясь в организме, достигали бы тепловых скоростей на глубине залегания опухоли, что позволило бы избежать хирургического вмешательства.

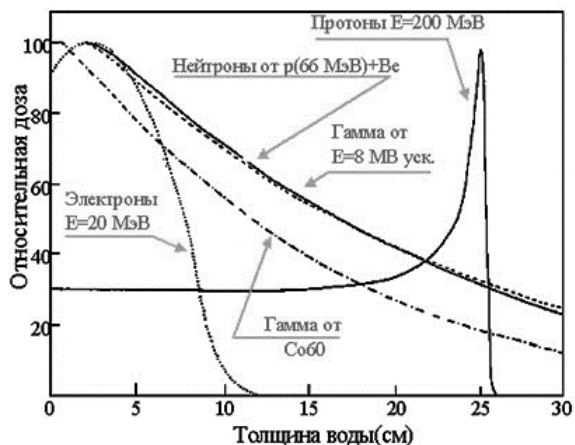


Рис. 3. Доза, передаваемая веществу различными видами излучения

9. Огромным потенциалом обладает терапия пучком тяжелых заряженных частиц – протонов или легких ядер. Преимущество этого метода заключается не только в высокой плотности ионизации среды вблизи траекторий частиц. Известно, что максимум ионизационного торможения заряженная частица испытывает на последних миллиметрах своего пробега, перед остановкой (соответствующий максимум на кривой ионизационных потерь носит название брегговского пика, рис. 3, 4). Это позволяет, подбирая соответствующим образом энергию пучка, локализовать выделение энергии частицами непосредственно в опухоли. Дополнительного уменьшения дозовой нагрузки на окружающие здоровые ткани можно добиться, облучая опухоль несколькими пучками с разных направлений. Это особенно важно в тех случаях, когда опухоль непосредственно примыкает к жизненно важным органам.

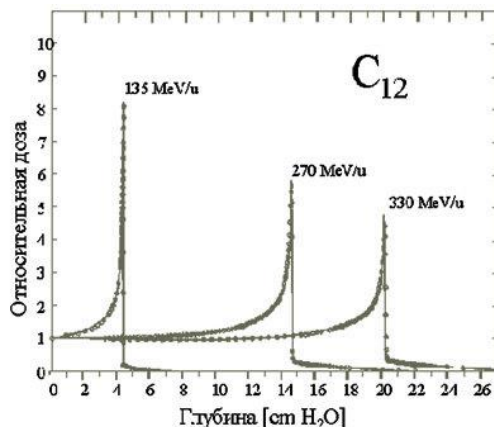


Рис. 4. Высота и положение брэгговского пика для ядер углерода-12 различных энергий [4]

10. Использование вместо пучка протонов пучка ядер углерода-12 обладает несколькими дополнительными преимуществами. Более высокая плотность ионизации в треке позволяет лучше справляться с резистентными опухолями. Большая высота брэгговского пика по отношению к ионизации во входном канале позволяет уменьшить общую дозу облучения. Большая масса частиц уменьшает поперечное размытие пучка за счет многократного рассеяния. Часть ядер пучка превращается в нестабильные ядра углерода-11, распадающиеся с испусканием позитронов, что позволяет оперативно контролировать качество проведенной терапии с помощью позитронно-эмиссионной томографии.

11. Наиболее экзотической идеей является использование для терапии опухолей пучка отрицательно заряженных пи-мезонов. Остановившийся в веществе отрицательный пион захватывается атомным ядром и вызывает его распад на несколько фрагментов с малым пробегом и большой удельной ионизацией (на жаргоне экспериментаторов, «дает звезду»), что позволяет эффективно «выжигать» опухоли. Однако из-за отсутствия подходящих пучков пи-мезонов этот метод пока не нашел клинического применения.

С тех пор как в 1929 году Кокрофт и Уолтон создали устройство, ускоряющее атомное ядро водорода и протоны до 500 тыс. электроновольт, один за другим начали появляться мощные ускорители. Вместе с тем наряду с повышением мощности ускорителей появилась возможность получить пи-мезоны, повысив энергию с 600 млн. до 800 млн. вольт и ускорив поток электронов в 100-1000 раз больше, чем на обычном ускорителе [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерная_медицина.
2. https://studbooks.net/1823380/matematika_himiya_fizika/yadernaya_fizika_med_itsine.

3. <https://trv-science.ru/2012/01/31/odinnadcat-syuzhetov-o-yadernojj-fizike-v-medicine/>.
4. <http://www.r-reforms.ru/articles/vklad-yadernoy-fiziki-v-medicinu.html>.
5. http://www.isotop.ru/for_media/industrial_directory/nuclear_medicine/.

УДК 544.77:66.063.6(063)

Трофимова Лариса Евгеньевна
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
(Одесса, Украина)

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В КОМПОЗИТАХ

Аннотация. Предложено для описания аномального поведения некоторых дисперсных систем и материалов привлечь топологический подход, основанный на теории катастроф. Исследовательской программой предусмотрено решение задач, связанных с описанием и анализом таких явлений, когда увеличение интенсивности технологических воздействий приводит к качественно новому поведению системы. Использование новых представлений для описания эволюции дисперсий в условиях различных технологических операций дает возможность поднять на новый уровень моделирование физико-химических процессов при получении современных композитов.

Ключевые слова: дисперсные системы, динамические воздействия, структурообразование, топологический подход, теория катастроф.

Trofimova Larysa E.
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
(Odessa, Ukraine)

TOPOLOGICAL MODELING OF STRUCTURE FORMATION OF COMPOSITE MATERIALS

Abstract. It is suggested for description of aberrant behavior of some disperse systems and materials to attract the topology approach based on the theory of catastrophes. Research program includes solution of tasks connected to description and analysis of such phenomena when increasing the intensity of technological treatment leads to qualitatively new system behaviour. Use of new ideas for disperse systems evolution under conditions of different technological operations let us raise physics-chemical processes modeling to the new level to create modern compositions.

Keywords: disperse systems, structure formation, dynamic conditions, topological approach, catastrophe theory.

Как показано в [1, 2], дисперсии, подвергаемые интенсивным механическим воздействиям в технологических процессах получения разнообразных композитов, являются динамическими системами. Для описания этих процессов предлагается [3] топологический подход, основанный на анализе качественных моделей, – теория катастроф.

Теория катастроф позволяет анализировать резкие скачкообразные изменения состояния динамической системы любой природы, переходящей при определенных условиях от одного равновесного положения к другому, весьма далекому от первоначального. Эта теория родилась на стыке

топологии и математического анализа. Её источниками являются теория особенностей гладких (бесконечно дифференцируемых) отображений и теория устойчивости и бифуркаций динамических систем. Благодаря работам тополога Тома оба указанных подхода слились (1972 г.) в единую теорию – теорию катастроф. Независимо от Тома основные математические результаты были получены Арнольдом [4]. Термин «теория катастроф» предложен топологом Зиманом, сыгравшим большую роль в её приложении.

Таким образом, под катастрофами подразумевается [4–6], скачкообразное (качественное) изменение, возникающее в виде внезапных реакций механических, физических, химических, биологических, экономических и иных систем на плавное изменение описывающих их параметров (внешних условий или внутренних свойств). Основные вопросы, рассматриваемые в теории катастроф, – равновесие, устойчивость и потеря устойчивости. В частности, элементарная теория катастроф Тома может трактоваться как реализация программы Пуанкаре применительно к исследованию состояний равновесия динамических систем, описываемых потенциальной функцией.

Под динамической системой подразумевается объект любой физической природы или физический процесс, поведение которого описывается системой дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных), называемых математической моделью объекта или процесса. Предметом теории катастроф является изучение зависимости качественной природы решений уравнений от значений параметров, присутствующих в заданных уравнениях. При этом необходимо выполнение следующего важного условия: любая математическая модель реальной системы должна в некотором смысле обладать глобальной устойчивостью явлений, наблюдаемых в действительности (или же достаточно малые изменения в структуре самой модели вызывают такое ее поведение, которое в некотором смысле качественно аналогично поведению исходной модели). По Тому это условие называется «гипотезой структурной устойчивости» и имеет важное методологическое значение в теории катастроф.

Теория катастроф исследует динамические системы, составляющие широкий класс нелинейных систем, и описывающиеся уравнениями типа

$$dx_i/dt = f_i(x_j, c_\alpha), \quad (1)$$

где x_j – переменные состояния системы по Постону и Гилмору (внутренние переменные по Тому, поведенческие переменные по Зиману, фазовые, или динамические переменные по Андронову; c_α – управляющие параметры, или переменные управления (внешние параметры). Набор из n переменных $\{x_j\}$, $j=1, \dots, n$ определяет состояние системы. Набор из m переменных $\{c_\alpha\}$, $\alpha=1, \dots, m$ определяет параметры, отражающие влияние каких-либо фиксированных факторов на функционирование системы. Число n существенных для данной задачи переменных состояния называется корангом, а число m управляющих параметров – коразмерностью.

В элементарной теории катастроф рассматривается частный случай динамических систем: предполагается, что по аналогии с классической механикой существует потенциальная (или энергетическая) функция и что система находится в состоянии равновесия. Задача заключается в

исследовании изменений состояний равновесия потенциальной функции при изменении управляющих параметров.

Таким образом, теория катастроф представляет собой теорию структурной устойчивости специального класса дифференциальных уравнений, когда правая часть этих уравнений может быть изображена в виде градиентной системы, т.е. как движение частицы в поле потенциальных сил с потенциалом V против градиента (к минимуму)

$$dx_i/dt = -[\partial V(x_j, c_\alpha)/\partial x_i] \quad (2)$$

Следовательно, в теории катастроф предполагается, что поведение изучаемой системы описывается некоторой потенциальной функцией, локальные минимумы которой соответствуют равновесным состояниям; некоторые локальные минимумы при изменении управляющих параметров могут «исчезать». Скачки переменных состояний (качественные изменения), наблюдающиеся при этих исчезновениях, и послужили поводом для названия теории.

Элементарная теория катастроф является в известном смысле обобщением задач на минимум и максимум в математическом анализе. Для функции одной переменной состояния ее поведение определяется невырожденными критическими точками – максимумами и минимумами. Эти точки соответствуют равенству нулю первой производной при отличной от нуля второй производной. Если с изменением управляющих параметров при определенных их значениях появляются вырожденные точки (возникает равенство нулю второй производной), то поведение потенциальной функции при прохождении через вырожденные значения коренным образом меняется. Смысл изложенного подхода заключается в нахождении вырожденных критических точек, соответствующих качественной перестройке поведения потенциала.

Для случая, когда число управляющих параметров не превышает четырех и при любом количестве переменных состояния, оказалось возможным дать общую классификацию всех типов особенностей потенциальных функций – элементарных катастроф (теорема Тома). Важность теоремы Тома для приложений обусловлена тем, что в общем случае функция f не известна и ее не нужно точно определять; предполагается только, что она является потенциалом, описывающим динамику исследуемой системы. Кроме того, все многообразие встречающихся на практике ситуаций сводится к небольшому конечному числу «канонических» потенциалов в качестве моделей поведения изучаемой системы. Также необходимо подчеркнуть то обстоятельство, что система с одной переменной состояния всегда может быть описана [7] при помощи потенциала. В таком случае число элементарных катастроф равно четырем – по одной на каждое число параметров, а любая система может трактоваться как градиентная. Следует отметить, что перечень моделей Тома для случаев одного (катастрофа «складка») и двух (катастрофа «сборка») управляющих параметров является полным. При этом гарантируется структурная устойчивость канонической модели, из чего следует, что истинная модель проявляет те же свойства топологического характера, что и каноническая модель.

Схема большинства применений теории катастроф следующая: предполагается, что изучаемый процесс описывается при помощи некоторого числа управляющих параметров и переменных состояния и изображается качественной моделью (поверхностью) в трехмерном пространстве этих обобщенных координат. Проекция модельной поверхности на плоскость управляющих параметров может иметь так называемые особенности общего положения – складки и сборки. Распознавание данных особенностей позволяет установить наличие и тип катастрофы, стандартизированная структура которой облегчает выявление четких закономерностей и тем самым определяет направления оптимизации различных ситуаций, характерных, в частности, для гетерогенных химико-технологических процессов получения композитов с заданной структурой и свойствами.

Заключение. Необходимо отметить, что теория катастроф является составной частью синергетики. И если синергетика занимается [7, 8] изучением процессов самоорганизации, относительно устойчивого существования и распада диссипативные структур различной природы, образующихся в динамических системах, то теория катастроф описывает [4–6], те пороговые ситуации, при которых возникают, поддерживаются и теряют устойчивость данные структуры. В [3] показано, что экспериментальные факты и закономерности достоверно истолковываются в рамках предложенной концепции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Урьев Н.Б. Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов / Н.Б. Урьев. – М.: Интеллект, 2013. – 232 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы и материалы / Н.Б. Урьев. – М.: Техполиграфцентр, 2018. – 407 с.
3. Трофимова Л.Е. Моделирование процессов структурообразования дисперсных систем и материалов / Л.Е. Трофимова, Н.Б. Урьев. – Одесса: Астропринт, 2011. – 36 с.
4. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. – [3-е изд.] – М.: Наука, 1990. – 128 с.
5. Постон Т. Теория катастроф и ее приложения / Т. Постон, И. Стюарт; пер. с англ. А.В. Чернавского. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
6. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: в 2-х т. / Р. Гилмор; пер. с англ. Ю.П. Гупало, А.А. Пионтовского. – М.: Мир, 1984 – Т. 1. – 350 с.; Т. 2. – 285 с.
7. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин; пер. с англ. В.Ф. Пастушенко. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
8. Николис Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин; пер. с англ. В.Ф. Пастушенко. – М.: Мир, 1990. – 344 с.

УДК 53.06

Баймеш Әйгерім Уәлиханқызы, Шевчук Евгения Петровна
Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Құтыбай Нұргүл Әлібекқызы
Восточно-Казахстанский государственный университет
имени Сарсена Аманжолова
(Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

УРАНОВОЕ ТОПЛИВО: ОТ РУДЫ ДО УТИЛИЗАЦИИ

Аннотация: Ядерное топливо принципиально отличается от других видов топлива, используемых человечеством, оно чрезвычайно энергоемко, но и весьма опасно для человека, что накладывает множество ограничений на его использование из соображений безопасности. По этой и многим другим причинам ядерное топливо гораздо сложнее в применении, чем любой вид органического топлива, и в статье рассказывается об требованиях множества специальных технических и организационных мер при его использовании, а также высокую квалификацию персонала, имеющего с ним дело.

Ключевые слова: ядерное топливо, ядерные реакции, тепловые нейтроны, отработанное ядерное топливо (ОЯТ), тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ), топливно-воздушная смесь, атомная электростанция (АЭС).

Baimesh Aigerim Ualikhankyzy, Shevchuk Evgenia,
Imanzhanova Kulbarchin, Kutymbai Nurgul Alibekkyzy
East Kazakhstan State University named after Sarsen Amanzholov
(Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan)

URANIUM FUEL: FROM ORE TO UTILIZATION

Annotation: Nuclear fuel is fundamentally different from other types of fuel used by mankind, it is extremely energy-intensive, but also very dangerous for humans, which imposes many restrictions on its use for safety reasons. For this and many other reasons, nuclear fuel is much more difficult to use than any type of fossil fuel, and the article describes the requirements of many special technical and organizational measures for its use, as well as highly qualified personnel who deal with it.

Keywords: nuclear fuel, nuclear reactions, thermal neutrons, spent nuclear fuel (SNF), fuel element (TVEL), fuel-air mixture, nuclear power plant (NPP).

В наше время электроэнергию научились добывать множеством разных способов. Из воды (гидро, приливные электростанции), из воздуха, из солнечного света, из природных ископаемых (газ, уголь) и даже из ядер делящегося вещества. Атомные электростанции отличаются тем, что единица ядерного топлива (ТВЭЛ) способна выделять огромное количество энергии (тепла) долгое время.

Ядерное топливо – материалы, которые используются в ядерных реакторах для осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления.

Цепная ядерная реакция представляет собой деление ядра на две части, называемые осколками деления, с одновременным выделением 2–3 нейтронов, которые, в свою очередь, могут вызвать деление следующих ядер. Такое деление происходит при попадании нейтрона в ядро атома исходного вещества. Образующиеся при делении ядра осколки деления обладают большой кинетической энергией. Торможение осколков деления в веществе сопровождается выделением большого количества тепла. Осколки деления – это ядра, образовавшиеся непосредственно в результате деления. Осколки деления и продукты их радиоактивного распада обычно называют продуктами деления. Ядра, делящиеся нейтронами любых энергий, называют ядерным горючим (как правило, это вещества с нечётным атомным числом). Существуют ядра, которые делятся только нейтронами с энергией выше некоторого порогового значения (как правило, это элементы с чётным атомным числом). Такие ядра называют сырьевым материалом, так как при захвате нейтрона пороговым ядром образуются ядра ядерного горючего. Комбинация ядерного горючего и сырьевого материала называется ядерным топливом. Ниже (см. таб. 1) приведено распределение энергии деления ядра ^{235}U между различными продуктами деления (в МэВ):

Таблица 1 - Распределение энергии деления ядра ^{235}U

Кинетическая энергия осколков деления	162	81%
Кинетическая энергия нейтронов деления	5	2,5%
Энергия γ -излучения, сопровождающего захват нейтронов	10	5%
Энергия γ -излучения продуктов деления	6	3%
Энергия β -излучения продуктов деления	5	2,5%
Энергия, уносимая нейтрино	11	5,5%
Полная энергия деления	~200	100%

Так как энергия нейтрино уносится безвозвратно, то для использования доступно только $188 \text{ МэВ/атом} = 30 \text{ пДж/атом} = 18 \text{ ТДж/моль} = 76,6 \text{ ТДж/кг}$.

Ядерное топливо обычно представляет собой смесь, содержащую как делящиеся ядра, например, ^{235}U , так и ядра ^{238}U или (и) ^{232}Th , способные в результате захвата нейтронов образовывать делящиеся ядра ^{233}U и ^{239}Pu , не существующие в природе [1].

Ядерное топливо делится на два вида:

- природное урановое, содержащее делящиеся ядра ^{235}U , а также сырьё ^{238}U , способное при захвате нейтрона образовывать плутоний ^{239}Pu ;
- вторичное топливо, которое не встречается в природе, в том числе ^{239}Pu , получаемый из топлива первого вида, а также изотопы ^{233}U , образующиеся при захвате нейтронов ядрами тория ^{232}Th .

По химическому составу, ядерное топливо может быть:

- металлическим, включая сплавы;
- оксидным (например, UO_2);
- карбидным (например, PuC_{1-x});
- нитридным;
- смешанным ($PuO_2 + UO_2$).

Ядерное топливо принципиально отличается от других видов топлива используемых человечеством, оно чрезвычайно энергоёмко, но и весьма опасно для человека, что накладывает множество ограничений на его использование из соображений безопасности. По этой и многим другим причинам ядерное топливо гораздо сложнее в применении, чем любой вид органического топлива, и требует множества специальных технических и организационных мер при его использовании, а также высокую квалификацию персонала, имеющего с ним дело.

Для того чтобы получить ядерное топливо, необходимо добыть и переработать урановую руду. В отличие от угля, урановую руду нельзя подавать непосредственно на электростанцию. Сначала ее очищают от посторонних примесей, повышают содержание изотопа $^{235}92U$ (обогащение) и помещают в специальные топливные сборки. Прежде, чем добываемый из руды уран попадает в реактор, он проходит целый ряд технологических переделов, называемых топливным циклом [2].

Уран – самый тяжёлый металл на земле. Около 99,4% земного урана приходится на уран–238, и всего 0,6% – на уран – 235.

Добычу урана осуществляют двумя основными способами:

1) Подземный способ добычи. Вырывается шахта глубиной до двух километров, породу, путём сверления, добывают в горизонтальных штреках, перевозят наверх в грузовых лифтах. Смесь, которая таким образом вывозится наверх, имеет множество составляющих. Породу измельчают, разбавляют водой, удаляют лишнее. Добавляют серную кислоту для проведения процесса выщелачивания. В ходе этой реакции химиками получают осадок солей урана жёлтого цвета. Наконец, уран с примесями очищают на аффинажном производстве. Только после этого получается закись-окись урана.

2) Скважинное подземное выщелачивание (СПВ). Гораздо более безопасный, экологически чистый и экономически выгодный способ. При этом методе разработки месторождений территория остаётся безопасной для персонала, а радиационный фон соответствует фону в крупных городах. При выщелачивании, необходимо пробурить 6 скважин по углам шестиугольника. Через эти скважины в залежи урана закачивают серную кислоту, она смешивается с его солями. Этот раствор добывают, а именно выкачивают через скважину в центре шестиугольника. Для получения нужной концентрации солей урана, смесь несколько раз пропускают через сорбционные колонны [3].

Природный уран состоит из смеси трех изотопов. Это U_{238} (99.2745%), U_{235} (0.72%) и U_{234} (0.0055%). Применяют лишь U_{235} - так как он отлично делится тепловыми нейтронами в реакторе, именно он позволяет подвержен цепной реакции деления. Природной концентрации не хватит для стабильной и долгой работы современного реактора АЭС. Но аппарат РБМК спроектирован так, что запуститься на топливе из природного урана сможет,

но вот стабильность, долговременность и безопасность работы на таком топливе совершенно не гарантируется. Для это прибегают к обогащению урана, т.е. повышают концентрацию U235 от природной до той, которая используется в реакторе.

Обогащение урана проводится на газовых центрифугах. Желтый порошок превращают в газ, гексафторид урана UF₆. Затем этот газ поступает на целый каскад центрифуг. На выходе из каждой центрифуги, из-за разности веса ядер U235 и U238, получают гексафторид урана с чуть повышенным содержанием U235. Процесс повторяется многократно и в итоге получают гексафторид урана с нужным нам обогащением. Затем газ UF₆ превращают обратно в UO₂, в виде порошка. Порошок надо привести к такому виду, чтобы его надолго, на годы, опустить его в реактор. При этом само горючее не должно контактировать с теплоносителем и выходить за пределы активной зоны. Топливо должно выдерживать очень и очень суровые давления и температуры, которые возникнут в нём при работе внутри реактора. Порошок он должен быть определенных размеров, чтобы при спрессовывании и спекании не образовывалось ненужных пустот и трещин. В первую очередь из порошка делают таблетки, их создают при помощи смазочных материалов, путем спрессовывания и долгого выпекания в печах (технология действительно непростая, если её нарушить - топливные таблетки не будут годны к использованию). Температура обжига достигает 1000 градусов. Отверстия и выемки на таблетках нужны для компенсации теплового расширения и радиационных формоизменений. После этого таблетки проверяются на соответствие заявленным требованиям. Имеют значение качество поверхности, содержание влаги, соотношение кислорода и урана.

В реакторе со временем таблетки пухнут, выгибаются, изменяют размеры, и если ничего не предусмотреть - могут разрушиться [4].

Готовые таблетки затем упаковывают в металлические трубки (из стали, циркония и его сплавов и других металлов). Трубки закрывают с обоих концов и герметизируют. Готовая трубка с топливом называется ТВЭЛ - тепловыделяющий элемент. Для разных реакторов требуются ТВЭЛы разной конструкции и обогащения. ТВЭЛы, кстати, бывают не только стержневые. Они бывают пластинчатые, кольцевые, и различных видов и модификаций. ТВЭЛы затем объединяют в тепловыделяющие сборки.

Готовые ТВС с ядерным топливом перевозятся в специальных металлических контейнерах высокой прочности. Для транспортировки используется железнодорожный, автомобильный, морской и даже воздушный транспорт. В каждом контейнере размещают по две сборки. Перевозка не облучённого (свежего) топлива не представляет радиационной опасности, поскольку излучение не выходит за пределы циркониевых трубок, в которые помещаются прессованные таблетки из урана [5].

Единица ядерного топлива – ТВЭЛ – способна выделять на протяжении долгого времени огромное количество энергии. С такими объёмами не сравнится ни уголь, ни газ. Жизненный цикл топлива на любой АЭС начинается с выгрузки, выемки и хранения на складе ТВС свежего топлива. При выгорании части топлива в реакторе, персонал комплектует ТВС для загрузки в рабочую зону реактора, где происходит реакция распада. Топливо

перезагружается частично. Полностью топливо закладывается в активную зону только в момент первого запуска реактора.

Уран, который отработал в ядерном реакторе, называется облучённым или выгоревшим. А такие ТВС – отработавшим ядерным топливом. ОЯТ позиционируется отдельно от радиоактивных отходов, поскольку имеет как минимум 2 полезных компонента – это невыгоревший уран (глубина выгорания металла никогда не достигает 100%) и трансурановые радионуклиды.

В последнее время физики стали использовать в промышленности и медицине радиоактивные изотопы, накапливающиеся в ОЯТ. После того как топливо отработает свою кампанию (время нахождения сборки в активной зоне реактора в условиях работы на номинальной мощности), его отправляют в бассейн выдержки, затем в хранилище непосредственно в реакторном отделении, а после этого на переработку или захоронение. Бассейн выдержки предназначен для отвода тепла и защиты от ионизирующего излучения, поскольку ТВС после извлечения из реактора остаётся опасной.

В России работают над замкнутым топливным циклом. Он позволяет существенно сократить расходы на производство ядерного топлива, поскольку повторно используется часть ОЯТ.

Топливные стержни растворяются в кислоте, после чего из отходов выделяется плутоний и неиспользованный уран. Около 3% сырья эксплуатировать повторно невозможно, это высокоактивные отходы, которые проходят процедуры битумирования или остекловывания.

Из отработавшего ядерного топлива можно получить 1% плутония. Этот металл не требуется обогащать, замкнутый топливный цикл позволяет сделать одну ТВС дешевле приблизительно на 3%. В Российской Федерации работают над топливом, способным в активной зоне реактора утилизировать изотопы америция, кюрия и нептуния, которые входят в те самые 3% высокоактивных отходов [4].

Исходя из вышесказанного, можно говорить о преимуществах и недостатках использования ядерной энергетики.

К преимуществам можно отнести [6]:

1. Огромная энергоёмкость используемого топлива.
2. Возможность повторного использования топлива.
3. Ядерная энергетика не способствует созданию парникового эффекта.
4. Уран -- относительно недорогое топливо.
5. Не нужно проводить «дозаправку».
6. Ядерные реакторы могут работать в отсутствие кислорода, а, значит, могут быть целиком изолированы.
7. Могут помочь мировой экономике избавиться от чрезмерной зависимости от ископаемого топлива для производства электричества.

Недостатки атомной энергетики [6]:

1. Добыча и обогащение урана могут подвергнуть занятый на этих работах персонал воздействию радиоактивной пыли.
2. Отходы ядерных реакторов остаются радиоактивными долгие годы.
3. Выброс радиоактивных материалов в окружающую среду.

4. Перевозка расщепляющихся материалов на электростанции и перевозка радиоактивных отходов к местам их утилизации (захоронения) не могут быть абсолютно безопасным делом.

5. Попадание расщепляющихся ядерных материалов не в те руки может спровоцировать ядерный терроризм или шантаж.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изотопы: свойства, получение, применение. т. 2/ Под ред. В.Ю. Баранова. - М.: Физматлит, 2005, с. 115.
2. Харьковский физико-технический институт, Наукова думка, Киев, 1978, стр. 45.
3. <http://www.atomic-energy.ru/SMI/2017/03/15/73650>.
4. Бартоломей Г.Г., Байбаков В.Д., Алхутов М.С., Бать Г.А. Основы теории и методы расчёта ядерных энергетических реакторов. – М.: Энергоатомиздат, 1982.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE.
6. https://studwood.ru/603434/matematika_himiya_fizika/preimuschestva_nedostatki_atomnoy_energetiki.

УДК 517.2

Абиров Аққабыл
Атырау мемлекеттік университеті,
Калиманов Амангелді
Атырау инженерлік-гуманитарлық институты,
Иманбаева Гүлсім
Атырау мұнай және газ университеті
(Атырау, Қазақстан)

ПІКІРЛІК ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ АЛГЕБРАНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Мақалада пікірлер алгебрасында туындыны енгізу мәселесі қарастырылады.

Кілт сөздер: пікір, қалдық көпмүшелік, Жегалкин операциясы, Вейч картасы, туынды.

СТРУКТУРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ АЛГЕБРЫ ВЫСКАЗИВАНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены введения понятия производные в алгебре высказываний.

Ключевые слова: высказывание, остаточный многочлен, операция Жегалкина, карта Вейча, производные.

STRUCTURE OF THE DIFFERENTIAL ALGEBRA OF STATEMENTS

Abstract. The article discusses the introduction of the notion of derivatives in a sentence algebra.

Keywords: statement, residual polynomial, Zhegalkin operation, Veitch map, derivatives.

Пікірлер үшін туынды, дифференциал терминдерін классикалық математикалық талдаудағы сияқты шек арқылы енгізу мүмкін емес. Сондықтан пікірдің туындысын анықтау үшін пікірлік функцияның өзгертуі алынады [1–4]. Осыны қарапайым $f = AB$ функциясы арқылы түсіндірелік. Қандай да бір аргументтің мәндер жиынтығын белгілейміз, мысалы 01. Бұл жиынтықта функцияның мәні нөлге тең. Егер осыдан кейін B аргументі нөлдік мән қабылдаса, онда функция өзгермейді, ол нөлге тең болып қала береді. Егер $B = 1$ және $A = 1$ болса, онда функция өзінің жағдайын өзгертеді және бірлікке тең болып қалады. Сонымен аргументтердің қандайға бірінің мәні өзгергенде кейбір жағдайда функция өзінің мәнін өзгертеді.

Қандай шартта берілген аргументтің өзгерісі берілген функцияның өзгерісін тудырады деп сұралады? Егер функция жеткілікті қарапайым болса, онда бұл сұраққа жауап беру қиын емес. Мысалы, функция $f = AB$ өзінің мәнін A аргументінің өзгерісімен алмастырады, егер $B = 1$. Ұқсас функция $f = AB$ өзінің мәнін B аргументінің өзгерісімен алмастырады, егер $A = 1$. Үлкен сан жағдайында айнымалы функция өзінің мәнін бір мезгілде берілген аргументпен бірнеше айнымалы мән жиынтығына алмастыруы мүмкін. Мысалға, $f(A, B, C) = A + BC$ функциясын қарастыралық.

Бұл функция өзінің мәнін бір мезгілде A аргументімен үш жағдайда алмастыратыны айқын: а) $B = C = 0$; ә) $B = 0; C = 1$; б) $B = 1; C = 0$. Бұл үш жағдайды B және C аргументтерінен тәуелді $\varphi(B, C) = \bar{B} + \bar{C}$ пікірлік функция түрінде көрсетуге ыңғайлы:

$\varphi(B, C)$ функциясы өте маңызды қасиетке ие болады. $\varphi(B, C) = 1$ болса, $f(A, B, C)$ функциясы өзінің мәнін бір мезгілде A аргументінің мәнімен бірге өзгертеді.

Жалпы жағдайда егер берілген қандаймы бір $f(A, B, \dots, L)$, функциясы үшін, әрқашан $\varphi(B, \dots, L)$ функциясы табылады, мұнда $\varphi(B, \dots, L) = 1$ болғанда $f(A, B, \dots, L)$ функциясының мәні A аргументінің мәнімен бір мезгілде өзгереді.

$\varphi(B, \dots, L)$ функциясын $f(A, B, \dots, L)$ бұл функциясынан A айнымалысы бойынша *туындысы* деп атайды және $\partial f / \partial A$ арқылы белгілейді [2, 4]. Сонымен $f(A, B, \dots, L)$ бұл функциясынан A айнымалысы бойынша туынды мынаған тең болады: $\partial f / \partial A = \varphi(B, C, \dots, L)$.

$f = AB + \bar{A}\bar{B}D + \bar{B}CD + A\bar{C}\bar{D}$ функциясының A айнымалысы бойынша туындысын табуды қарастыралық.

Бұл өрнекке қандаймы бір B, C, D аргументтерінің мәндерінің жиынтығын орнына қоямыз. Сонда нәтижеде мына төрт жағдайдың біреуін аламыз: $f = 1; f = 0; f = A; f = \bar{A}$.

$f = A$ немесе $f = \bar{A}$ болатындай барлық жиынтық $\varphi(B, C, D)$ функциясын құрайды. Егер де $\varphi(B, C, D) = 1$, онда f функциясы тек A аргументіне тәуелді екені айқын. Демек, $\varphi(B, C, D)$ функциясы f функциясының A айнымалысы туындысы болады.

$\varphi(B, C, D)$ функциясын табамыз. Ол үшін f өрнегіне B, C, D айнымалы мәндерінің барлық жиынының орнына қоямыз және әрбір жиынға қалдық функцияны табамыз:

$$f(A, 0, 0, 0) = A \cdot 0 + \bar{A} \cdot \bar{0} \cdot 0 + \bar{0} \cdot 0 \cdot 0 + A \cdot \bar{0} \cdot \bar{0} = A;$$

$$f(A, 0, 0, 1) = A \cdot 0 + \bar{A} \cdot \bar{0} \cdot 1 + \bar{0} \cdot 0 \cdot 1 + A \cdot \bar{0} \cdot \bar{1} = \bar{A};$$

$$f(A, 0, 1, 0) = A \cdot 0 + \bar{A} \cdot \bar{0} \cdot 0 + \bar{0} \cdot 1 \cdot 0 + A \cdot \bar{1} \cdot \bar{0} = 0;$$

$$f(A, 0, 1, 1) = A \cdot 0 + \bar{A} \cdot \bar{0} \cdot 1 + \bar{0} \cdot 1 \cdot 1 + A \cdot \bar{1} \cdot \bar{1} = 1;$$

$$f(A, 1, 0, 0) = A \cdot 1 + \bar{A} \cdot \bar{1} \cdot 0 + \bar{1} \cdot 0 \cdot 0 + A \cdot \bar{0} \cdot \bar{0} = A;$$

$$f(A, 1, 0, 1) = A \cdot 1 + \bar{A} \cdot \bar{1} \cdot 1 + \bar{1} \cdot 0 \cdot 1 + A \cdot \bar{0} \cdot \bar{1} = A;$$

$$f(A, 1, 1, 0) = A \cdot 1 + \bar{A} \cdot \bar{1} \cdot 0 + \bar{1} \cdot 1 \cdot 0 + A \cdot \bar{1} \cdot \bar{0} = A;$$

$$f(A, 1, 1, 1) = A \cdot 1 + \bar{A} \cdot \bar{1} \cdot 1 + \bar{1} \cdot 1 \cdot 1 + A \cdot \bar{1} \cdot \bar{1} = A.$$

f функциясы B, C, D айнымалыларының алты жиынтығында A немесе \bar{A} не тең. Егер оны минимизацияласақ, онда мынаны аламыз: $\partial f / \partial A = B + \bar{C}$

Сондықтан егер $B + \bar{C} = 1$ болса, онда берілген f функциясы өзінің мәнін бір мезгілде A айнымалының өзгерісімен алмастырады.

Бірнеше A, B, \dots, L аргументтердің жиынтығымен берілген $f(A, B, \dots, L)$ функциясының тікелей A аргументіне тәуелді $\partial f / \partial A$ туындысын табуды, оның мүмкін барлық $f(A, B, \dots, L)$ мәнінің ішінен таңдай отырып алуға болады. Алайда мұны аналитикалық жолмен жасау әлдеқайда оңай.

Дискретті $f(A, B, \dots, L)$ функциясының $\partial f / \partial A$ бірінші ретті туындысын мына түрде анықтаймыз:

$$\partial f / \partial A = f(1, B, \dots, L) \oplus f(0, B, \dots, L), \quad (1)$$

мұнда $f(1, B, \dots, L)$ – бірлік қалдық функциясы $f(A, B, \dots, L)$ функциясындағы барлық A аргументінің енуін бірлікпен алмастырудан

алынады; $f(0, B, \dots, L)$ – нөлдік қалдық функция $f(A, B, \dots, L)$ функциясындағы барлық A аргументінің енуін нөлмен алмастырудан алынады.

$A \oplus B = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B$ өрнегіне сәйкес (1) өрнек \oplus таңбасынсыз келесі түрде жазылады:

$$\partial f / \partial A = \bar{f}(1, B, \dots, L) \cdot f(0, B, \dots, L) + f(1, B, \dots, L) \cdot \bar{f}(0, B, \dots, L).$$

Мысалға, $f = \bar{A}BC + \bar{A}BC + \bar{B}\bar{D}$ функциясын A аргументі бойынша бірінші ретті туындыда табалық:

$$\begin{aligned} \partial f / \partial A &= (1 \cdot \bar{B}C + \bar{1} \cdot BC + \bar{B}\bar{D}) \oplus (0 \cdot \bar{B}C + \bar{0} \cdot BC + \bar{B}\bar{D}) = \\ &= (1 \cdot \bar{B}C + \bar{1} \cdot BC + \bar{B}\bar{D})(0 \cdot \bar{B}C + \bar{0} \cdot BC + \bar{B}\bar{D}) + \\ &+ (1 \cdot \bar{B}C + \bar{1} \cdot BC + \bar{B}\bar{D})(\bar{0} \cdot \bar{B}C + \bar{0} \cdot BC + \bar{B}\bar{D}) = \\ &= \bar{B}C + \bar{B}\bar{D}(BC + \bar{B}\bar{D}) + (\bar{B}C + \bar{B}\bar{D})\bar{B}C + \bar{B}\bar{D} = \\ &= (B + \bar{C})(B + D)(BC + \bar{B}\bar{D}) + (\bar{B}C + \bar{B}\bar{D})(\bar{B} + \bar{C})(B + D) = \\ &= BC + \bar{B}CD = BC + CD. \end{aligned}$$

A аргументінің өзгерісіне байланысты f функциясының мәнінің өзгеруі кезіндегі B, C, D аргументтерінің мәндерінің жиынтығын екі тәсілмен табуға болады: а) ЖДНФ табылған туындыны көрсету; ә) пікірлік $BC + CD = 1$ теңдеуін шешу арқылы.

Екі жағдайда да 011,110,111 үш жиынтықтары шығады. 011 жиынтығын ($B = 0, C = D = 1$) берілген функциясына қоямыз:

$$f = A \cdot \bar{0} \cdot 1 + \bar{A} \cdot 0 \cdot 1 + \bar{0} \cdot \bar{1} = A,$$

бұдан f функциясы өзінің мәнін A аргументінің өзгерісімен қарама – қарсы мәнге алмастыратыны шығады.

Берілген 110 жиынтығын (яғни, $B = C = 1, D = 0$ үшін) функцияға қоямыз, сонда: $f = A \cdot \bar{1} \cdot 1 + \bar{A} \cdot 1 \cdot 1 + \bar{1} \cdot \bar{0} = \bar{A}$.

Осыдан көретініміз, осы жағдайда функция өзінің мағынасын A аргументінің мәніне қарама – қарсыға өзгертетінін аламыз.

111 жиынында, яғни $B = C = D$ болғанда, мынаны аламыз:

$$f = A \cdot \bar{1} \cdot 1 + \bar{A} \cdot 1 \cdot 1 + \bar{1} \cdot \bar{1} = \bar{A}.$$

Нәтижесі алдыңғысымен сәйкес келеді.

B аргументі бойынша осы функциядан бірінші ретті туындыны табамыз:

$$\partial f / \partial B = \bar{A}C \oplus (AC + \bar{D}) = ACCD + \bar{C}\bar{D}.$$

C айналымы бойынша туынды мына түрде болады:

$$\partial f / \partial C = (A\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}\bar{D}) \oplus \bar{B}\bar{D} = \bar{A}B + A\bar{B}D.$$

D аргументі бойынша туындыны табамыз:

$$\partial f / \partial D = (A\bar{B}C + \bar{A}BD) \oplus (A\bar{B}C + \bar{A}BC + \bar{B}) = \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}.$$

Сонымен (1) формула бойынша кез келген бұл функциясынан туындыны аргументтердің тұтастай алғандағы барлық мағынасының жиынтығын қарастырмай табуға болады.

$f(A, B, \dots, L)$ функциясының туындысы мына қасиетке ие:

$$\partial f / \partial A = \partial \bar{f} / \partial A. \quad (2)$$

Осыған көз жеткізу үшін, өрнекті мына түрде жазамыз

$$\partial f / \partial A = f(1, B, \dots, L) \oplus f(0, B, \dots, L).$$

Мұндағы екі модулі бойынша қосу таңбасынан құтыламыз:

$$\partial f / \partial A = f(1, B, \dots, L) \cdot \bar{f}(0, B, \dots, L) + \bar{f}(1, B, \dots, L) \cdot f(0, B, \dots, L). \quad (3)$$

Инверсия белгісін осы өрнектің барлық f белгісінің үстіне қоямыз:

$$\partial \bar{f} / \partial A = \bar{f}(1, B, \dots, L) \cdot f(0, B, \dots, L) + f(1, B, \dots, L) \cdot \bar{f}(0, B, \dots, L).$$

Сонымен (3) сәйкес келетін өрнек шықты, сондықтан, (2) қатынас ақиқат.

Алдыңғы баяндалғандай жолмен бұл функцияларының туындысын аналитикалық тәсілмен табу, функция тек қана екі – үш жай импlicantsтан тұрғанның өзінде аса көп есептеулерді және біршама уақытты қажет етеді.

Вейч картасы пайдаланылған жағдайда бұл маңызды есептеулерді және уақытты төмендетуге болады. Негізгінен бұл жағдайда $f(A, B, \dots, L)$ бұл функциясынан туындыны табу үшін, алдымен функцияны (1) өрнек түрінде жазған және оны жегалкин алгебрасында Вейч картасына салу жеткілікті болатынын атап өтейік. Сонда (1) өрнекті көрсететін қалдық функцияның бұл алгебрасында жазылғаны, ал олардың өздері екі модулі бойынша қосу белгісімен біріктірілгені ескеріледі. Сондықтан бірінші қалдық функцияны Вейч картасына енгізу, бұл алгебрасында жасалғандай етіп жүргізіледі, яғни әрбір клеткада кем дегенде бір бірліктен көрсетіледі. Нәтижесінде әрбір клеткада не екі бірлік, не бір бірлік, не нөл бірлік болады. Бұны мысал ретінде түсіндіреміз. $f = AB + \bar{A}C + \bar{A}BD + \bar{B}CD$ функцияның A аргументі бойынша туындысын табалық. Ізделінетін функцияны мына түрде жазамыз: $\partial f / \partial A = (B + \bar{B}CD) \oplus (C + BD + \bar{B}CD)$.

Екі қалдық функция үш B, C, D аргументіне тәуелді екенін көреміз, сондықтан, үш айнымалының картасы қажет. Вейч картасына бірлік қалдық функцияны саламыз (1 сурет). Осыдан кейін Вейч картасына нөлдік қалдық функцияны саламыз[1,3]. Сонда 2 суретте келтірілгендей картаны аламыз.

	B			
C	1	1	1	
	1	1		
	D			

1 – сурет

	B			
C	11	11	11	1
	1	11		
	D			

2 – сурет

Барлық бірлік жұптарды нөлмен алмастырамыз. Сонда ізделінді туынды түрінде болады (3 – сурет): $\partial f / \partial A = \bar{B}C\bar{D} + B\bar{C}\bar{D}$.

	B			
C				1
	1			
	D			

3 – сурет

Тағы бір мысал келтірелік. E айнымалысы бойынша мына функцияның туындысын табуды қарастыралық: $f = ABC + \bar{B}CE + \bar{B}DE + BC\bar{E}$.

Төрт A, B, C, D айнымалыларының f функциясын Вейч картасына енгіземіз (4 –сурет): $\partial f / \partial E = (ABC + \bar{B}C + \bar{B}D) \oplus (ABC + \bar{B}C)$.

A					
B	1	11		1	
	1	11		1	
	1	1	1	1	
		1	1		
	C				D

4 – сурет

Карта бойынша ең кіші ДНФ аламыз: $\partial f / \partial E = B\bar{C} + \bar{B}D + \bar{B}C$. Осы карта бойынша берілген функция өзінің жағдайында E айнымалысымен бір мезгілде A, B, C, D аргументтерінің мәндерінің он жиынтығында алмастыратынын табамыз. Сонда 1,2,3,9,10,11 жиынтығында $f = E$ және 4,5,12,13 жиынтығында $f = \bar{E}$ болатынын аламыз.

$f = ABC + \bar{B}CE + \bar{B}DE + BC\bar{E}$ функциясының C арқылы туындысын табалық: $\partial f / \partial C = (AB + \bar{B}E + \bar{B}DE) \oplus (\bar{B}DE + B\bar{E})$.

5 – суреттегі Вейч картасы бойынша бұл функция бірлік мәнді A, B, C, D аргументтерінің мәндерінің келесі алты 1,4,6,9,13,15 жиынтығында қабылдайтынын аламыз. Егер оларды берілген өрнекке қойса, онда функция төрт 1,9,13,15 жиынтығында $f = C$, ал екі 4 және 6 жиынтығында $f = \bar{C}$ түрін қабылдайтынын аламыз.

A					
B	11	11	1	1	
	1	1			
	1	11	11	1	
	D				E

5 – сурет

Жалпы жағдайда дискретті функциялар үшін дифференциалдық есептеудің аппараттарын енгізу аса күрделі мәселе болып табылады. Дегенмен, қолданбалы есептерді шешуде кейбір жағдайларда олардың үзіліссіз баламасы болып табылатын туынды ұғымын қарастыру өзекті әрі қажетті мәселе болып табылады. Көптеген әдебиеттерде бұл мәселе әртүрлі тұрғыдан беріледі. Пікірлер дискретті функцияларының маңызды бөлігі болатындықтан, мақалада Жегалкин операциясын және Вейч картасын пайдалану негізге алынды. Көрсетілген мысалдардағы алынған нәтижелердің, функциялар үзіліссіз болған жағдайымен өте ұқсас екендігін байқауға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӨДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Белоусова А.И. Лекции по дискретной математике. МГТУ им. Баумана, - М., 1994.
2. Горбатов В.А. Основы дискретной математики. – М.: Высшая школа, 1986 г.
3. Сикорский Р. Булевы алгебры. – М.: Мир, 1969.
4. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Дискретная математика: Учебник. – 2-е изд., переработ. – М.: ИНФРА – М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.

УДК 53.06

Құмарқанова Айсулу Абрекқызы, Шевчук Евгения Петровна,
Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Болатбекқызы Акмарал
Восточно-Казахстанский государственный университет
имени Сарсена Аманжолова
(Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: В статье рассказывается об ускорителях заряженных частиц. Ускорение производится с помощью электрического поля, способного изменять энергию частиц, обладающих электрическим зарядом. Ускоритель заряженных частиц следует отличать от плазменных ускорителей, в которых происходит ускорение в среднем электрически нейтральных потоков заряженных частиц (плазмы).

Ключевые слова: ускоритель, заряженные частицы, линейные ускорители, синхронные ускорители, коллайдеры.

*Kumarhanova Aisulu, Shevchuk Evgenia,
Imanzhanova Kulbarchin, Bolatbekkyzy Akmaral
East Kazakhstan State University named after Sarsen Amanzholov
(Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan)*

DEVELOPMENT OF ACCELERATOR TECHNOLOGY

Abstract: The article describes the accelerators of charged particles. Acceleration is performed using an electric field capable of changing the energy of particles with an electric charge. A charged particle accelerator should be distinguished from plasma accelerators, in which, on average, there is an acceleration of electrically neutral flows of charged particles (plasma).

Keywords: accelerator, charged particles, linear accelerators, synchronous accelerators, colliders.

Ускоритель заряженных частиц – один из основных инструментов современной физики. Ускорители являются источниками, как пучков первичных ускоренных заряженных частиц, так и пучков вторичных частиц (мезонов, нейтронов, фотонов и др.), получаемых при взаимодействии первичных ускоренных частиц с веществом. Пучки частиц больших энергий используются для изучения природы и свойств элементарных частиц, в ядерной физике, в физике твёрдого тела. Всё большее применение они находят и при исследованиях в др. областях: в химии, биофизике, геофизике. Расширяется значение ускорителя заряженных частиц различных диапазонов энергий в металлургии – для выявления дефектов деталей и конструкций (дефектоскопия), в деревообделочной промышленности – для быстрой высококачественной обработки изделий, в пищевой промышленности – для стерилизации продуктов, в медицине – для лучевой терапии, для «бескровной хирургии» и в ряде др. отраслей [1].

Стартовой точкой ускорителя является источник заряженных частиц. Например, источником электронов может служить любой нагретый кусок металла, из которого постоянно выскакивают электроны и тут же возвращаются обратно. Если рядом поместить проволочную сетку и приложить к ней напряжение, эти электроны потянутся к ней и, пролетев насквозь, устремятся к экрану-аноду, образовав пучок частиц невысокой энергии. Именно так работает «домашний ускоритель на 10 кэВ» – электронно-лучевая трубка в старых телевизорах. Типы ускорителей: 1) линейные ускорители; 2) синхронные ускорители; 3) циклотроны; 4) коллайдеры.

10 кэВ – это очень небольшая энергия, для изучения ядерных явлений ее недостаточно. Поэтому эру ускорительной техники физики отсчитывают от начала 1930-х годов, когда появились сразу две схемы ускорения частиц до энергий около 1 МэВ. Джон Дуглас Кокрофт и Эренст Уолтон в первом своем эксперименте они направили пучок ускоренных протонов на мишень из лития-7 и наблюдали самую настоящую ядерную реакцию: ядро лития захватывало протон и затем разваливалось на две альфа-частицы.

Для ускорения заряженных частиц первым задумался Резерфорд, высказавший эту идею в 1927 году на сессии Лондонского Королевского общества. Но у отца-основателя ядерной физики были предшественники. В 1919 году 17-летний школьник из Осло Рольф Видероз прочел в газете, что Резерфорд разбил на осколки ядра азота, бомбардируя их альфа-частицами, испускаемыми радиевым источником. Скорость частиц и сила удара увеличатся, если разогнать их в постоянном электрическом поле. При этом Рольф достаточно разбирался в физике, чтобы понять, что этот путь не самый лучший, так как необходимую разность потенциалов в миллионы вольт получить чрезвычайно трудно. Рольф решил, что для разгона частиц стоит использовать следствия уравнений электродинамики, о которых он кое-что знал. После окончания школы Видероз поехал в Германию изучать электротехнику в политехническом университете в Карлсруэ, а через три года набросал в блокноте схему кольцевого ускорителя, разгоняющего электроны с помощью вихревого электрического поля, возникающего (в полном соответствии с уравнениями Максвелла!) при периодическом изменении магнитного потока. Фактически это обыкновенный электрический трансформатор, в котором одна из катушек заменена вакуумной камерой. Видероз определил параметры магнитных полей, необходимые для того, чтобы все электроны могли набирать скорость на одной и той же круговой орбите. Это и был проект первого в мире ускорителя элементарных частиц, причем с точки зрения теории абсолютно безупречный. Видероз предполагал построить установку, разгоняющую электроны до 6 МэВ, но тут его постигло разочарование – электроны не желали оставаться на стабильной орбите. Для их фокусировки требовалось дипольное магнитное поле, но физики осознали это лишь десять лет спустя: в 1940 году профессор университета штата Иллинойс Дональд Керст построил первый действующий индукционный ускоритель электронов на 2,3 МэВ (сейчас такие машины называют бетатронами, в память о тех временах, когда электроны именовали бета-частицами; крупнейший в мире бетатрон на 300 МэВ, построенный тем же Керстом, был введен в действие в 1950 году). Поскольку кольцевой

ускоритель не действовал, а сроки защиты приближались, Видероз решил построить линейный ускоритель, схему которого в 1925 году придумал шведский физик Густав Изинг. Машина была недостаточно мощной и потому бесполезной для серьезных экспериментов, но она всё же ускоряла в бегущем электрическом поле ионы натрия до 50 КэВ [2]. Поле было переменным по необходимости, его частота изменялась таким образом, чтобы оставаться в фазе с набирающими скорость частицами. Сегодня такие устройства называют накопительными кольцами, Видероз же назвал их «ядерными мельницами».

Прибор Видероз был чисто демонстрационным. Первый «рабочий» линейный ускоритель построили в 1932 году сотрудники Кавендишской лаборатории Джон Кокрофт и Эрнест Уолтон, спустя 19 лет удостоенные Нобелевской премии. Эта машина разгоняла протоны до энергии в 500 КэВ, что позволило взломать ядра лития: ядро лития захватывало протон и затем разваливалось на две альфа-частицы.

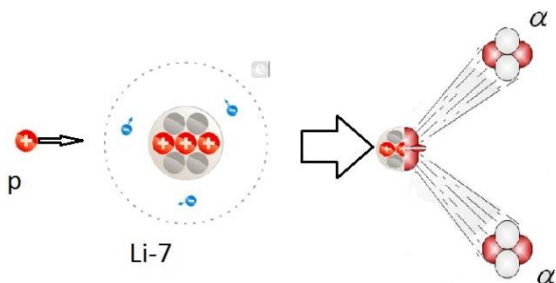


Рис. 1 – Схема Изинга

В 1930-е годы эта система (так называемый каскадный генератор) использовалась довольно широко, но лишь для получения энергий до 1 МэВ (в этом качестве ее используют и поныне). Схема Изинга (рис. 1) обладает куда лучшими возможностями. Заряженная частица покидает источник и летит по вакуумной камере, сквозь множество соосных полых металлических трубок, расположенных вдоль прямой линии. На эти трубки подается переменное электрическое поле, которое частица «ощущает», лишь когда пролетает через зазор (внутри трубок оно экранируется). Таким образом, в трубках частицы летят по инерции - дрейфуют (поэтому трубки и называют дрейфовыми). Частота колебаний электрического потенциала подобрана так, чтобы при прохождении каждого зазора частица ускорялась, а не тормозилась. Набрав расчетную энергию, частицы попадают на мишень (на практике их приходится дополнительно фокусировать, например, с помощью магнитных линз). Понятно, что параметры дрейфовых трубок определяются видом ускоряемых частиц.

Если это электроны, которые быстро набирают почти световую скорость, длина трубок может быть одинаковой. Тяжелые частицы, протоны и ионы, разгоняются постепенно, поэтому их надо прогонять через дрейфовые трубки возрастающей длины. Именно такую конструкцию и предложил Изинг.

Через 20 лет ее переоткрыл американец Луис Альварес, и теперь схема носит его имя. В 1946 году Альварес и Вольфганг Пановски построили в Беркли первый в мире линейный ускоритель, который разгонял протоны до энергии в 32 МэВ, вполне достаточной для экспериментов в области ядерной физики [3]. Для создания ускоряющего поля они воспользовались деталями радиолокаторов, которых, конечно, не было во времена Изинга. Схема Альвареса хорошо работает для разгона протонов до 200 МэВ. Более высокие энергии получают с помощью волноводов с бегущей волной, которые используют и в электронных линейных ускорителях. Протонная карусель Рольф Видероз косвенным образом приложил руку и к изобретению циклотрона. Как ни странно, стимулом для создания этой машины стала его статья о линейном ускорителе. Эта малоизвестная история хорошо иллюстрирует, сколь простым путем развивается научное знание. Прибор Видероз (единственная дрейфовая трубка с парой ускоряющих зазоров по краям) полностью воплощал ключевую идею Изинга - частицы большую часть пути проходят по инерции и только на определенных участках резонансно разгоняются электрическим полем. В 1929 году статья Видероз попала в глаза молодому профессору Калифорнийского университета Эрнесту Орландо Лоуренсу, который понял, что резонансное ускорение частиц не обязательно осуществлять на прямолинейной траектории. Он взял металлический полый цилиндр примерно тех же пропорций, что и банка из-под шпрот, разрезал его вдоль оси и раздвинул половинки (их сейчас называют дуантами). Эту разрезанную банку надо вложить между полюсами электромагнита, а в ее центре поместить источник не особенно быстрых заряженных частиц, подчиняющихся законам ньютоновской механики. В постоянном магнитном поле они станут закручиваться и двигаться по инерции по окружностям фиксированного радиуса (разумеется, в камере должен быть вакуум).

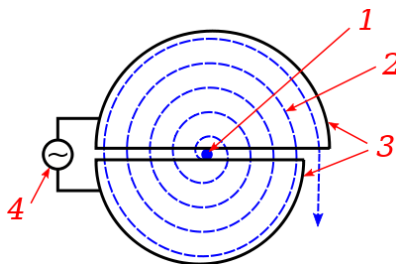


Рис. 2 – Принципиальная схема циклотрона

Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка

- 1 – место поступления (протонов, ионов) 2 – траектория ускоряемой частицы,
3 – ускоряющие элетроды, 4 – генератор переменного напряжения

Такое устройство можно превратить в ускоритель. Для этого в зазоры между дуантами надо подать переменное электрическое поле, частота которого совпадает с частотой вращения частицы (последняя зависит от заряда, напряженности магнитного поля и массы частиц и не зависит от их скорости). При надлежащем выборе его фазы оно будет резонансно разгонять

частицы при проходе зазоров между дуантами – точно так же, как и в линейном ускорителе Изинга-Альвареса. Те будут уходить на всё большие и большие радиусы по раскручивающейся спирали, пока не столкнутся со стенкой камеры или не будут выведены на мишень. Затем был собран схему циклического резонансного ускорителя демонстрационную модель диаметром 11 см ионизировался электрическим полем до 80 КэВ. Затем Лоуренс и Ливингстон построили 25-сантиметровый протонный ускоритель на 1,2 МэВ. Еще через год была машина, ускорявшая ядра дейтерия до 5 МэВ. Лоуренс поначалу называл свое изобретение протонной каруселью, но вскоре оно стало именоваться циклотроном.

Циклотрон кардинально изменил экспериментальную базу ядерной физики. Лоуренс хотел построить протонный циклотрон на 100 МэВ, но вмещались законы физики. За порогом 20 МэВ протоны разгоняются столь сильно, что в действие вступают формулы специальной теории относительности. Когда масса частицы начинает расти, частота ее обращения, естественно, снижается, и частица выходит из резонанса. Самые большие циклотроны, построенные в Окриджской национальной лаборатории в США и в Стокгольмском Нобелевском институте, могли разогнать протоны до 22 МэВ, а ядра дейтерия – до 24 МэВ. Для достижения больших энергий нужны циклические ускорители, которые могут обеспечить стабильное соответствующие фазы ускоряющего поля движению частицы. Чтобы релятивистские частицы продолжали разгоняться в резонансном режиме, нужно либо постепенно увеличивать напряженность магнитного поля (тем самым уменьшая радиус их траектории), либо уменьшать частоту колебаний электрического потенциала на дуантах, заставляя ее следовать за снижением частоты обращения частиц, либо согласованно менять параметры обоих полей. Ускоритель сможет работать, лишь если со временем число подобных отклонений будет сокращаться и частицы вернуться на правильные траектории. Они доказали, что кольцевые резонансные ускорители могут выйти за циклотронный предел и разогнать частицы практически до любых энергий – с помощью особого режима колебаний электрического потенциала, который автоматически корректирует не особенно большие отклонения частиц от расчетной фазы (ее называют равновесной) и тем самым сохраняет резонансное ускорение. Если бы не этот режим, возможности кольцевых ускорителей были бы ограничены максимумом циклотронных энергий (стоит заметить, что механизм автофазировки работает и в линейных резонансных ускорителях). После открытия автофазировки были созданы и воплощены в металле различные конструкции ускорителей. Машину с постоянным магнитным полем и электрическим полем переменной частоты в англоязычной литературе принято называть синхроциклотроном, а в советской – фазотроном. В синхроциклотроне, как и в циклотроне, частицы движутся по раскручивающейся спирали. Ускорители, в которых рост энергии частиц сопровождается увеличением напряженности магнитного поля, называются синхротронами. Синхротроны строят в виде кольцевых туннелей, окруженных электромагнитами, так что частицы там движутся по орбитам постоянного радиуса. У электронного синхротрона частота электрического поля неизменна (поскольку электроны там движутся почти со световой скоростью), а вот у протонного синхротрона этот показатель варьирует.

Поначалу она ускоряла протоны до 2,3 ГэВ, а после полной доводки – до 3,3 ГэВ. В 1953 году в Бирмингемском университете вступил в действие менее продвинутый протонный синхротрон на 1 ГэВ. В последующие годы их энергия выросла до нескольких ГэВ и были совершены многие открытия в физике элементарных частиц. В 1954 году заработал ускоритель Беркли, который годом позже вышел на энергию 6,2 ГэВ (именно на нем впервые получили антипротоны). В 1957 году был запущен синхрофазотрон в Дубне на 10 ГэВ. Все самые большие циклические протонные ускорители – синхрофазотроны.

Через несколько лет после прозрений Векслера и Макмиллана физики осуществили новый прорыв на пути к более высоким энергиям. Во всех резонансных циклических ускорителях магнитное поле не только заворачивает частицы, но также их и фокусирует. Масса магнитной системы дубнинского синхрофазотрона, где реализована такая фокусировка, равна 36 000 тонн. Расходы на системы с существенно большей массой зашкаливали бы за все разумные пределы.

Следующим этапом в истории ускорительной техники стало создание коллайдеров – ускорителей со встречными пучками, где два пучка частиц раскручиваются в противоположных направлениях и сталкиваются друг с другом. Когда высокоэнергетическая частица налетает на неподвижную частицу, рожденные продукты столкновения летят вперед с большой скоростью, и именно на их кинетическую энергию тратится основная доля энергии пучков [4]. Если же сталкиваются летящие навстречу друг другу одинаковые частицы, то большая часть их энергии расходуется по прямому назначению: на рождение частиц. Если частицы ультрарелятивистские, $E \gg mc^2$, то в коллайдерах на встречных пучках могут рождаться гораздо более тяжелые частицы, чем в экспериментах с неподвижной мишенью при той же энергии пучка.



Рис. 3 – Схема расположения Большого адронного коллайдера

В 2008 году в строй вступает самый мощный ускоритель, когда-либо построенный человеком, – Большой адронный коллайдер, LHC, с энергией протонов 7 ТэВ. Он находится в подземном кольцевом туннеле длиной 27 км

на границе Швейцарии и Франции. Физики надеются, что результаты LHC приведут к новому прорыву в понимании глубинного устройства нашего мира (рис. 3).

Сейчас ускорители подошли к своему конструкционному пределу. Существенное увеличение энергии частиц станет возможным, только если коллайдеры станут линейными и будет реализована более эффективная методика ускорения частиц. Прорыв обещает лазерная или лазерно-плазменная методика ускорения. В ней короткий, но мощный лазерный импульс либо непосредственно разгоняет заряженные частицы, либо создает возмущение в облаке плазмы, которое подхватывает пролетающий сгусток электронов и резко его ускоряет. Для успешного применения этой схемы в ускорителе потребуется преодолеть еще немало трудностей (научиться состыковывать друг с другом несколько ускоряющих элементов, справиться с большим угловым расхождением, а также разбросом по энергии ускоренных частиц), но первые результаты очень обнадеживают.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лагутин, А.Е. Ускорители заряженных частиц—средоточие исследовательских проблем и образовательных процессов /А.Е. Лагутин, Ж.П. Лагутина // Материалы V Международной научно-методической конференции Высшее техническое образование: проблемы и пути развития. – Минск, 2010. – С. 44-45.
2. Самсонов, Б.В. Реакторные методы материаловедения /Б.В. Самсонов, В.А. Цыканов. – М.: Энерго- атомиздат, 1991. – 243 с.
3. Кошкарев, Д.Г. Инерционный термоядерный синтез на базе тяжелоионного ускорителя-драйвера и цилиндрической мишени /Д.Г. Кошкарев, М.Д. Чуразов // Атомная энергия. – 2001. – Т. 91 – Вып.1. – С. 47-5
4. Обзор ядерных технологий – 2010 / Доклад МАГАТЭ.– <http://www.iaea.org>.

УДК 53.06

Нұрсұлтанова Арайлым Жұлдызқызы, Шевчук Евгения Петровна,
Иманжанова Кульбарчин Тлеукановна, Қабдыкенова Еркежан Мұратқызы
Восточно-Казахстанский государственный университет
имени Сарсена Аманжолова
(Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Аннотация: В статье рассматривается роль альтернативных источников энергии в экономике стран. Их роль и значимость в мире. Достоинства и недостатки применения того или иного источника энергии, проблемы, связанные с этим.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, атомная энергия, ядерная энергия, ветрогенераторы, экономичность, экологичность, безопасность, утилизация.

Nursultanova Arailym, Shevchuk Evgenia,
Imanzhanova Kulbarchin, Kabdykenova Erkezhan
East Kazakhstan State University named after Sarsen Amanzholov
(Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan)

MODERN SOURCES OF ENERGY

Abstract: The article discusses the role of alternative energy sources in the economies of countries. Their role and importance in the world. Advantages and disadvantages of using one or another source of energy, problems associated with it.

Keywords: alternative energy, atomic energy, nuclear energy, wind generators, efficiency, environmental friendliness, safety, utilization.

В современном мире вопрос энергопотребления стоит очень остро. Невозобновляемость таких ресурсов, как нефть, газ, уголь, заставляет задуматься об использовании альтернативных источников электроэнергии, таких как ветер, солнечное излучение, тепло земных недр. Однако не везде климатические и географические условия позволяют их использовать, да и технологии, необходимые для этого, еще не развиты. Поэтому атомная энергетика занимает лидирующие позиции и пока не собирается их сдавать.

По самым осторожным оценкам, к середине XXI века потребление энергии на планете удвоится. Это станет следствием развития мировой экономики, роста населения и других геополитических и экономических факторов. Так, электричество будет требоваться и для получения перспективного с точки зрения устойчивого развития топлива – водорода, и для обеспечения людей пресной водой.

Альтернативная энергетика – совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования при, как правило, низком риске причинения

вреда окружающей среде. Основным направлением альтернативной энергетики является поиск и использование альтернативных (нетрадиционных) источников энергии. Источники энергии – «встречающиеся в природе вещества и процессы, которые позволяют человеку получить необходимую для существования энергию». Альтернативный источник энергии является возобновляемым ресурсом, он заменяет собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле, которые при сгорании выделяют в атмосферу углекислый газ, способствующий росту парникового эффекта и глобальному потеплению. Причина поиска альтернативных источников энергии – потребность получать её из энергии возобновляемых или практически неисчерпаемых природных ресурсов и явлений. Во внимание может браться также экологичность и экономичность [1].

Ядерная энергия является альтернативой ископаемому топливу. Выделение энергии происходит в процессе ядерного распада, проводимого на специализированных станциях. Страны, в которых нет ископаемых ресурсов, используют атомные электростанции как основной источник добычи электроэнергии. Во всем мире 17% электроэнергии вырабатывается именно на атомных электростанциях [2]. В настоящее время все атомные станции снабжены современными системами безопасности, которые контролируют и предотвращают радиоактивные выбросы и плавление ядра в процессе распада.

Технический прогресс не стоит на месте и в недалеком будущем альтернативных источников получения электроэнергии станет еще больше, например получение энергии солнца со спутников, находящихся в космосе или из вращения черных дыр.

Ядерная энергетика обеспечивает стабильное энергоснабжение и позволяет практически неограниченно наращивать мощности, а при безаварийной работе не наносит ущерба окружающей среде. Эксплуатация атомной станции относительно дешевая, основные затраты идут на строительство. Главный недостаток ядерной энергетики в том, что в случае аварии значительная территория может быть подвергнута долговременному радиоактивному заражению. Поэтому ряд стран, в первую очередь с высокой плотностью населения, взяли курс на свёртывание ядерной энергетики.

Италия закрыла все имевшиеся АЭС и полностью отказалась от ядерной энергетики. Бельгия, Германия, Испания, Швейцария, Тайвань осуществляют долгосрочную политику по отказу от ядерной энергетики. Многие другие страны, не имевшие АЭС, отказались от программ развития ядерной энергетики, что привело к сокращению доли ядерной энергетики в производстве энергии. Однако ведущие экономические державы, кроме Германии, не свёртывают ядерную энергетiku, а Китай и Индия активно её развивают.

Валовое производство электричества в Германии, 2004–2016 гг. Немецкая программа энергетического поворота поставила цель к 2050 году обеспечивать потребности страны в энергии на 80 процентов из возобновляемых источников. В 2013 году 25 процентов потребляемой в стране электроэнергии производилось из возобновляемых источников. Однако цены на электроэнергию выросли и необходимы вложения для строительства

новых электросетей. Правительство Германии освобождает заводы по производству алюминия от «зелёных» наценок за электроэнергию для сохранения их конкурентоспособности.

Хотя рост доли ВИЭ в электроэнергетике значителен, говорить о переходе на возобновляемые источники пока не приходится. В 2016 году по сравнению с 2004 ВИЭ компенсировали сокращение ядерной энергетики, но доля потребления угля сократилась незначительно, а доля потребления газа даже выросла, ВИЭ включают в себя и сжигание биомассы. Таким образом, основная цель перехода на ВИЭ – сокращение выброса в атмосферу углекислого газа не достигнута.

Внешними издержками являются затраты, понесённые в связи с влиянием на здоровье людей и окружающую среду, включая риски, которые поддаются количественному измерению, но не входят непосредственно в стоимость электроэнергии [3]. Эти издержки не включены в строительство и эксплуатацию любых электростанций и оплачиваются не потребителем, а обществом в целом.

Не смотря на всю значимость и необходимость применения альтернативных источников энергии, общество испытывает ряд проблем:

- Капитальные затраты на строительство солнечных электростанций (СЭС) без аккумуляторов;
- Капитальные затраты на строительство СЭС с аккумуляторами, со свинцово-кислотными аккумуляторами, с литиевыми аккумуляторами;
- Проблема утилизации аккумуляторов;
- Капитальные затраты на строительство ветроэлектростанций (ВЭС);
- Эксплуатационные затраты ветроэлектростанций;
- Проблема воздействия ветроэлектростанций на людей и животных, а также проблема утилизации отдельных частей ВЭС;
- Оба типа станций требуют масштабного отчуждения земель;
- Оба типа станций генерируют электроэнергию когда могут, а не когда нужно.

По стоимости энергии и экологичности (при отсутствии катастрофических аварий) с АЭС могут соперничать только ГЭС, но развитие гидроэнергетики ограничено наличием рек с большим стоком и перепадом высот.

Развитию атомной энергетики в России трудно найти альтернативу. 1 ноября 2016 года в России началась промышленная эксплуатация реактора на быстрых нейтронах БН-800. Электрическая мощность – 880 МВт. Этот реактор обеспечивает:

- Формирование экологически чистого «замкнутого» ядерного топливного цикла;
- Более чем 50-кратное увеличение использования добываемого природного урана, и обеспечение атомной энергетики топливом на длительную перспективу за счёт своего воспроизводства;
- Утилизацию отработанного ядерного топлива с АЭС на тепловых нейтронах;
- Утилизацию радиоактивных отходов путём вовлечения в полезный производственный цикл отвалного урана и плутония.

Говоря о ядерной энергетике, следует говорить и о безопасности. Несмотря на недавние трагические события в Японии и последовавший за этим всплеск недоверия общественности к «мирному атому», ядерная энергетика продолжает оставаться одним из самых перспективных направлений. Спрос на электроэнергию, растущий вместе с развитием мировой экономики, требует строительства новых энергоблоков. Растет спрос и на основной ресурс ядерной энергетике – уран.

Урановый рынок – довольно специфический сектор мировой экономики. Более 90 % процентов этого сектора контролируется несколькими крупными уранодобывающими компаниями. Прямая продажа урана находится под строгим контролем международных организаций. Спекуляция на этом рынке практически исключена.

Из-за своей закрытости урановый рынок является чрезвычайно стабильным, а значит – весьма перспективным объектом для инвестиций.

Потребление энергии в мире растет намного быстрее, чем ее производство, а промышленное использование новых перспективных технологий в энергетике по объективным причинам начнется не ранее 2030 года. Все острее встает проблема нехватки ископаемых энергоресурсов. Возможности строительства новых гидроэлектростанций тоже весьма ограничены. Не стоит забывать и о борьбе с парниковым эффектом, накладывающей ограничения на сжигание нефти, газа и угля на тепловых электростанциях.

Решением проблемы может стать активное развитие ядерной энергетике. На данный момент в мире обозначилась тенденция, получившая название «ядерный ренессанс». На эту тенденцию не смогла повлиять даже авария на атомной станции «Фукусима». Даже самые сдержанные прогнозы МАГАТЭ говорят, что к 2030 году на планете может быть построено до 600 новых энергоблоков.

Преимуществами ядерной энергетике являются:

1. Огромная энергоемкость используемого топлива.
2. Возможность повторного использования топлива (после регенерации).
3. Ядерная энергетике не способствует созданию парникового эффекта. Таким образом, интенсивное развитие ядерной энергетике можно косвенно считать одним из методов борьбы с глобальным потеплением.

Атомная энергетике лишена недостатков, имеющих у так называемых альтернативных источников энергии. Так, затраты на производство солнечной батареи превышают все доходы от получаемой с ее помощью энергии. А ветряки имеют невысокую мощность, высокую стоимость и экологические ограничения. Их установка значительно изменяет ландшафт, а инфразвуковой шум, который они производят, опасен для людей и животных, поэтому ветряки не могут быть расположены вблизи населенных пунктов.

По оценкам экспертов МАГАТЭ, к 2020 году в мире может быть построено до 130 новых энергоблоков общей мощностью до 430 ГВт [4]. Это должно компенсировать выбывание старых энергоблоков и обеспечить повышение доли ядерной составляющей в мировом энергобалансе до 30 %.

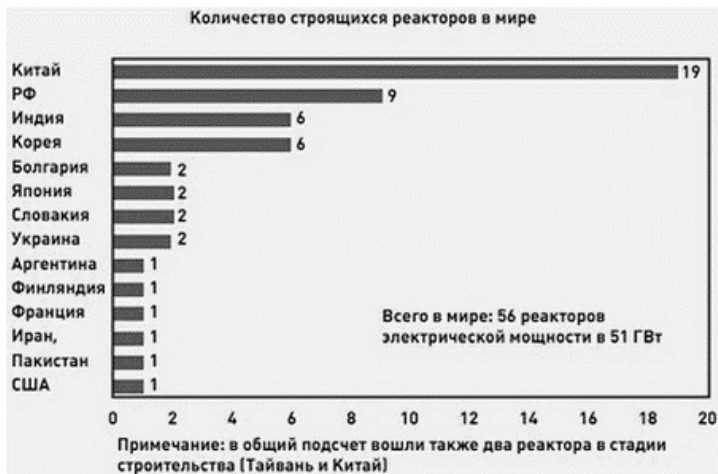


Рис. 1 - Количество строящихся реакторов в мире

По оценкам WNA (World Nuclear Association), общая мощность всех энергоблоков в мире к 2060 году достигнет по меньшей мере 1100 гигаватт, а учитывая темпы развития ядерной энергетики на сегодняшний день, эта цифра может достичь и 3500 гигаватт [5].

Всего в мире в стадии строительства находятся 56 новых реакторов (рис. 1), и до 2030 года планируется построить еще 143 реактора.

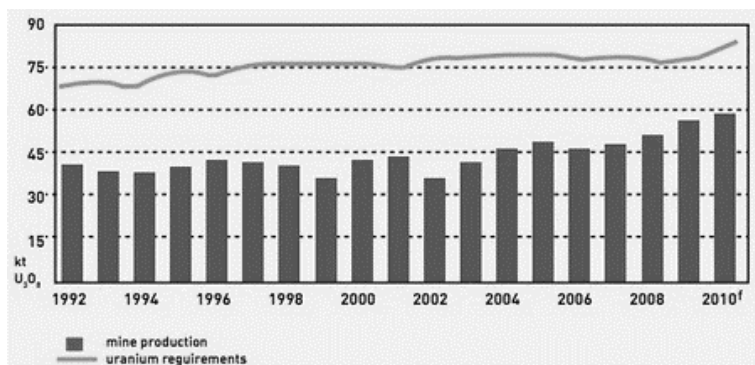


Рис. 2. График зависимости объемов производства и потребности в уране

Рост энергетических мощностей приведет к увеличению потребности в ядерном топливе и его компонентах, включая сырьевой природный уран (рис. 2).

Что касается стоимости новых проектов АЭС, то здесь при оценке важную роль играют три основных фактора: уровень капитальных вложений, время строительства и процентные ставки. Чем больше реакторов строится по

современным стандартным проектам, тем скорее можно ожидать снижения издержек и времени строительства.

Расширяя сеть АЭС во всем мире, не следует забывать и о форс-мажорных обстоятельствах. Одним из ярких примеров влияния форс-мажорных обстоятельств на урановый рынок является авария 22 октября 2006 года, которая привела к затоплению канадского рудника Cigar Lake, из-за чего пострадала владеющая половиной акций рудника компания Cameco, а также французская группа AREVA и две японские компании. Это привело к резкому падению добычи урана в мире и резкому скачку цен. Одной из траурных дат в истории ядерной энергетики является 26 апреля 1986 года – катастрофа на Чернобыльской АЭС, масштабы которой до сих пор сказываются на отрицательном отношении некоторых стран к данной отрасли [6].

Катастрофа на АЭС «Фукусима 1», произошедшая в марте 2011 года в результате сильнейшего землетрясения, вновь подняла волну протестов против развития ядерной энергетики, породив массовые демонстрации во всем мире [7].

Однако в настоящее время доля ядерной энергетики в общемировом энергобалансе слишком велика, а альтернативные источники энергии не способны пока обеспечивать нормальное функционирование современных мегаполисов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОАО «Атомэнергопром» (<http://www.atomenergoprom.ru/ru/nuclear/>).
2. ОАО «Концерн Энергоатом» (<http://www.rosenergoatom.ru>).
3. ОАО «ТВЭЛ» (<http://www.tvel.ru>).
4. Сайт МАГАТЭ (<http://www.iaea.or.at/programmes/a2/>).
5. Сайт WNA (<http://www.world-nuclear.org>).
6. МеталТорг (<http://metaltorg.ru/analytics/publication/?id=2643>).
7. АТОМИНФО™ (<http://www.atominfo.ru>).

УДК 511.338

Утеулиева К.Н., Хайруллина З.А.
Атырауский государственный университет имени Х. Досмухамбетова
(Атырау, Казахстан)

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ МИНКОВСКОГО: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТЕОРЕМЫ ЛАГРАНЖА О ЧЕТЫРЕХ КВАДРАТАХ

Аннотация. В статье рассмотрены как теоретика-числовая теорема Лагранжа о четырех квадратах следует из геометрической теоремы Минковского о выпуклом теле. Доказательство будет использовать некоторые свойства целочисленных решеток.

Ключевые слова: теорема Лагранжа, теорема Минковского, произвольный вектор, целые точки.

AN EXAMPLE OF THE APPLICATION OF THE MINKOWSKI THEOREM: IS THE PROOF OF THE FOUR-SQUARE LAGRANGE THEOREM

Abstract: The article discusses the how the theoretician Lagrange's four-square number theorem follows from the geometric Minkowski theorem on a convex body. The proof will use some properties of integer lattices.

Keywords: Lagrange theorem, Minkowski theorem, arbitrary vector, integer points.

Будем последовательные натуральные числа представлять в виде суммы квадратов целых чисел, стремясь к тому, чтобы в указанных представлениях было как можно меньше слагаемых. Мы получим следующий ряд представлений:

$$1=1$$

$$2=1+1$$

$$3=1+1+1$$

$$4=2^2$$

$$5=2^2 + 1$$

$$6=2^2+1+1$$

$$7=2^2+1+1$$

Далее можно убедиться, что из первых пятнадцати натуральных чисел только числа 7 и 15 представляются в виде суммы четырех квадратов целых чисел, остальные могут быть представлены в виде суммы менее чем четырех квадратов целых чисел. В 1770 г. Ж.Л. Лагранжем было доказано (и в этом состоит теорема Лагранжа о четырех квадратах), что любое натуральное число может быть представлено в виде суммы четырех квадратов целых чисел. Иными словами, для любого натурального m уравнение

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = m$$

имеет хотя бы одно целочисленное решение.

Задача Лагранжа о четырех квадратах есть частный случай так называемой проблемы Варинга (1770), заключающейся в доказательстве утверждения: любое целое число $m \geq 1$ может быть представлено в виде суммы

$$m = a_1^n + a_2^n + \dots + a_k^n$$

некоторого числа k слагаемых, каждое из которых есть n -я степень целого неотрицательного числа, причем числа слагаемых k зависят только от n : $k = k(n)$. Таким образом, теорема Лагранжа утверждает, что $k(2) = 4$.

Первое общее решение проблемы Варинга (для произвольного натурального n) нашел Д.Гильберт в 1909 г., однако он получил довольно грубую оценку для количества слагаемых. Выдающийся советский математик И.М. Виноградов дал новое решение (1934) проблемы Варинга, близкое к окончательному.

Мы хотим сейчас продемонстрировать, как теоретика-числовая теорема Лагранжа о четырех квадратах следует из геометрической теоремы Минковского о выпуклом теле. Доказательство будет использовать некоторые свойства целочисленных решеток.

Заметим сначала, что всякая совокупность целочисленных векторов $\Lambda \subset E_n$ является решеткой, если 1) в Λ имеется n линейно независимых векторов и 2) сумма и разность любых векторов из Λ также принадлежит Λ . Для доказательства этого факта построим базис Λ следующим специальным способом (свойства этого базиса будут далее использованы). Возьмем вектор $m_1 \in \Lambda$ такой, чтобы для его первой компоненты выполнялось

$$m_{11} = \min |x_1| \quad \forall x = (x_1, \dots, x_n) \in \Lambda, x_1 \neq 0$$

Если бы такого вектора m_1 не нашлось, это означало бы, что все множество Λ лежит в гиперплоскости $x_1 = 0$ и, следовательно, не может вопреки (1) содержать n линейно независимых векторов.

Поскольку по условию $(-m_1) \in \Lambda$, мы можем считать, что $m_1 > 0$.

Если $x = (x_1, \dots, x_n)$ - произвольный вектор из Λ , то $x_1 = \xi_1 m_1$ при некотором целом ξ_1 . Действительно, в противном случае мы получили бы, что $x_1 = pm_{11} + q$, где p и q - целые числа, причем $|q| < m_{11}$. Но тогда целая точка $y = x - pm_1$ (принадлежащая Λ) имеет первую координату, равную $q \neq 0$ и по модулю меньшую, чем m_{11} , а это противоречит выбору m_1 . Выберем теперь среди векторов $x \in \Lambda$, у которых $x_1 = 0$, вектор m_2 с минимальной по модулю ненулевой второй компонентой. Если бы такого вектора m_2 не нашлось, т.е. если бы для любого вектора $x = (x_1, \dots, x_n) \in \Lambda$ такого, что $x_1 = 0$ выполнялось бы и $x_2 = 0$, то это означало бы, что все множество Λ лежит в гиперплоскости, являющейся суммой подпространства $x_1 = 0, x_2 = 0$ и прямой $\{\alpha m_1 \mid -\infty < \alpha < +\infty\}$, и следовательно, не может вопреки 1) содержать n линейно независимых векторов.

Рассуждая аналогично предыдущему, можно также показать, что для всех $x = (0, x_2, \dots, x_n) \in \Lambda$ компонента x_2 делится на m_{22} . Продолжая, получим n векторов

$$m_1 = \begin{pmatrix} m_{11} \\ m_{12} \\ \vdots \\ m_{1n} \end{pmatrix}, m_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ m_{22} \\ \vdots \\ m_{2n} \end{pmatrix}, \dots, m_n = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ m_{nn} \end{pmatrix}$$

Они образует базис Λ . В самом деле, для произвольного $x = (x_1, \dots, x_n) \in \Lambda$, как было сказано, при некотором целом S_1 выполняется $x = S_1 m_1 + x^2$, где $x^2 = (0, x_2, \dots, x_n)$, и т.д. Окончательно, $x = S_1 m_1 + S_2 m_2 + \dots + S_n m_n$, что и требовалось доказать.

При доказательстве теоремы Лагранжа нам придется оперировать решетками, состоящими из целых точек $x = (x_1, \dots, x_n)$, удовлетворяющих системе сравнений

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \equiv o(k_i), i = 1, \dots, m \quad (3)$$

где k_i натуральные, a_{ij} – целые числа ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$) (напомним, что запись $a \equiv b(k)$ означает, что число $a-b$ делится на k).

Из сказанного выше следует, что система (3) действительно задает некоторую n – мерную решетку Λ . Говорят, что две целые точки находятся в одном классе относительно решетки, если их разность принадлежит решетке. Очевидно, две целые точки $x = (x_1, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, \dots, y_n)$ находятся в одном классе относительно рассматриваемой решетки Λ тогда и только тогда, когда

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \equiv \sum_{j=1}^n a_{ij}y_j(k_i), i = 1, \dots, m.$$

Поэтому число классов относительно Λ не превосходит $\prod_{i=1}^m k_i$. С другой стороны, построим для решетки Λ описанным выше способом базис m_1, \dots, m_n и рассмотрим все возможные целые точки, лежащие в параллелепипеде $P = \{p \in E_n | 0 \leq p_i < m_{ii}, i = 1, \dots, n\}$. Их число в точности равно произведению $m_{11}m_{22} \dots m_{nn}$, что, как указывалось ранее, совпадает с определителем $d(\Lambda)$ решетки. Любые две целые точки x и y из параллелепипеда P относятся к разным классам относительно Λ . Действительно, допустив противное, мы получили бы, что их разность принадлежит решетке Λ , что противоречит построению базиса m_i .

Поэтому число классов относительно Λ не меньше, чем произведение $m_{11}m_{22} \dots m_{nn}$. (В действительности это число классов в точности совпадает с произведением $m_{11}m_{22} \dots m_{nn}$, так как всякую целую точку с помощью целочисленной линейной комбинации векторов базиса m_i можно «снести» в параллелепипед P .) Таким образом, выполняется $d(\Lambda) = k_1k_2 \dots k_m$.

Перейдем теперь непосредственно к доказательству теоремы Лагранжа. Не ограничивая общности, можно полагать, что число m не делится на квадрат, отличный от 1, так что $m = p_1p_2 \dots p_r$, где p_i -различные простые числа. Покажем, что для любого простого числа p найдутся такие целые числа a_p и b_p , что

$$a_p^2 + b_p^2 + 1 \equiv o(p). \quad (4)$$

Если $p = 2$, то можно положить $a_2 = 1, b_2 = 0$. Если $p > 2$, то p -нечетное число. Рассмотрим две совокупности по $\frac{1}{2}(p + 1)$ целые чисел:

$$a^2 \quad (0 \leq a < \frac{1}{2}p) \quad (5)$$

И

$$-1-b^2 \quad (0 \leq b < \frac{1}{2}p) \quad (6)$$

Числа (5) несравнимы по модулю p , т.е. невозможно, чтобы

$$a_1^2 - a_2^2 \equiv o(p), 0 \leq a_2 < a_1 < \frac{1}{2}p.$$

Действительно, в противном случае должно делиться на p либо число $a_1 + a_2$, либо $a_1 - a_2$ что невозможно, поскольку $0 < a_1 - a_2 < a_1 + a_2 < p$ число p - простое. Точно также не могут быть сравнимы по модулю p числа (6). Однако объединение совокупности (5) и (6) содержит $p+1$ число, среди которых по меньшей мере два должны быть сравнимы по модулю p .

Очевидно, что это числа разных исходных совокупностей. Поэтому найдется число a_p из совокупности (5) и число b_p из совокупности (6) такие, что $a_p^2 \equiv -1 - b_p^2(p)$ или $a_p^2 + b_p^2 + 1 \equiv o(p)$. Итак, равенство (4) установлено.

Рассмотрим теперь решетку Λ целых точек

$x = (x_1, \dots, x_4)$, удовлетворяющих 2г сравнениям:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &\equiv a_p x_3 + b_p x_4(p), \\ x_2 &\equiv b_p x_3 - a_p x_4(p) \end{aligned} \right\} (7)$$

при $p = p_1, \dots, p_r$. Как было показано, для определителя этой решетки справедливо неравенство

$$d(\Lambda) \leq p_1^2 \dots p_r^2 = m^2 \quad (8)$$

Объем четырехмерного шара

$$S = \{x \in E_4 | x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 < 2m\}$$

равен $V(S) = \frac{1}{2} \pi^2 (2m)^2$ и следовательно, из (8)

$$V(S) > 2^4 m^2 \geq 2^4 d(\Lambda).$$

По теореме Минковского (сформулированной для решеток) в S найдется ненулевая точка из Λ . Если y – такая точка, то

$$0 < y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 < 2m \quad (9)$$

и в силу (7) и (4)

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 \equiv (a_p^2 + b_p^2 + 1)y_3^2 + (a_p^2 + b_p^2 + 1)y_4^2 \equiv o(p)$$

при всех $p = p_1, \dots, p_r$, т.е. число

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2$$

делится на m . С учетом неравенства (9) это доказывает теорему

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 = m.$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИТСОЧНИКОВ

1. Белоусов Е.Г. Введение в выпуклый анализ и целочисленное программирование. - М.:Изд-во МГУ,1977.
2. Касселс Дж.В.С. Введение в геометрию чисел. - М.:Мир, 1965.
3. Манин Ю.И. Вычислимое и невычислимое. - М.: Советское радио, 1980.
4. Математическая оптимизация: вопросы разрешимости и устойчивости. - М.: Изд-во МГУ, 1986.
5. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. - М.: Мир,1974.
6. Bank В., Guddat J., Klatte D., et al Non-Linear Parametric Optimization. Berlin, Akademie Verlag, 1982.

СЕКЦИЯ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 502.51:556.531(282.247.32)

Підлозний Ілля Володимирович
Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
(Мелітополь, Україна)

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ДНІПРО

Аннотация: С целью практического оценивания реального геоэкологического и общего гидрологического состояния вод р. Днепр проведен геоэкологический мониторинг. Результаты наблюдений подтвердили негативное влияние антропогенных и техногенных факторов на качество воды в р. Днепр. Проблема загрязнения поверхностных вод требует разработки потенциальных методов направленных на предотвращение критической ситуации и возобновления нормального гидро-геоэкологического режима р. Днепр.

Ключевые слова: р. Днепр, вода, водохранилище, антропогенный фактор, загрязнение, цветение воды.

Podlozny Ilyya
Melitopol State Pedagogical Universit named after Bogdan Khmelnitsky
(Melitopol, Ukraine)

GEOECOLOGICFL STATE OF THE DNIPRO RIVER

Annotation: For the purpose of practical assessment of the real geoecological and general hydrological state of the waters of the r. Dnieper conducted geo-environmental monitoring. The results of observations confirmed the negative impact of anthropogenic and man-made factors on water quality in the river. Dnieper. The problem of pollution of surface waters requires the development of potential methods aimed at preventing a critical situation and resuming the normal hydro-geo-ecological regime of the r. Dnieper.

Key words: Dnieper river, water, waterlogging, anthropogenic factor, pollution, water blooming.

Дніпро – головна та відносно центральна річка нашої країни. За довжиною та площею водозбірного басейну вона займає третє місце (після рр. Волги та Дунаю) серед річок Європи. Її природна довжина досягає 2285 км, але на даний час, протяжність річки зменшилася на 84 км. Дані зміни пов'язані з будівництвом каскаду інженерних гідротехнічних споруд типу водосховищ. Протяжність річки на території України не перевищує 981 км [1, с. 366-367; 2 с. 178].

Сучасний гідроекологічний стан поверхневих вод р. Дніпро відзначається постійним підвищенням показників індексу забрудненості. Слід відмітити, що результати геоекологічного моніторингу підтвердили дані

припущення, адже р. Дніпро не задовольняє простих біологічних потреб (зникнення декількох видів представників флори та фауни, різке зменшення популяції поширених видів). Зміна геохімічного складу води призвела до загострення проблеми комфортного існування більшості видів представників флори та фауни. Відповідно, зміщуються ареали їх поширення, порушуються трофічні ланцюги живлення та умови існування. Виникнення сучасного геоecологічного дисбалансу підтверджуються також даними давніх мислителів. Так, ще у V ст. Геродот згадував, що Борисфен (з давньогрецької Дніпро) серед інших річок Європи був не тільки найприбутковішим: мав чудову рибу, а вода на смак була дуже приємна, чиста, а головне мав досконалу гідрологічну систему [1, с. 366].

Швидке погіршення геоecологічного стану р. Дніпро пов'язано з рядом екологічних причин, серед яких слід особливо відзначити:

- 1) значний відсоток матеріального забруднення (технічне, фізичне, хімічне, тощо);
- 2) зведення інженерно-технічних споруд типу водосховищ та ГЕС, які вплинули на рівень води в річці та змінили рівень виробітку річкового русла на різних ділянках відповідно до регіонального базису ерозії;
- 3) локалізація промислових вузлів та окремих підприємств у басейні річки та на її терасах;
- 4) використання поверхневих вод з метою проведення меліоративних та рекультиваційних робіт;
- 5) проведення водозбору з метою водопостачання житлово-комунальних підприємств [1, с. 366-367].

Вище зазначені пункти і є причиною поступового занепаду екосистеми р. Дніпро. В свою чергу дане забруднення активізує акумуляцію значної кількості донно-теригенних відкладів, довго гниючих речовин, радіоактивних елементів та важких металів. Понад 15 млрд. м³ води р. Дніпро щорічно використовуються для промислових і сільськогосподарських потреб, а з вторинним продуктом їх використання в атмосферу Землі виділяється близько 10-12 млн. т. газопилових субстанцій. Щорічно до поверхневих вод річки (особливо у водосховища) разом з атмосферними опадами потрапляє величезна кількість небезпечних речовин (табл. 1).

За даними Українського наукового центру охорони вод (УкрНЦОВ) про використання вод у 1995 р. [3, 4], у водні об'єкти басейну потрапило 7,4 км³ стічних вод. З яких нормативно чисті води становлять 4,7 км³, нормативно очищені – 0,6 км³, забруднені – 2,0 км³. В цілому, по басейні р. Дніпро потужність очисних споруд перед скидом у водні об'єкти становить 3,5 км³ за рік. Отже, нормативне очищення стічних вод забезпечується лише частково (у 1995 р. становило близько 24 %). Даний показник достатньо низький, оскільки очисні споруди головних забруднювачів (чорна, кольорова металургія та комунальне господарство) не забезпечують нормативне очищення стічних вод. Разом зі стічними водами лише з локалізованих промислових вузлах у 1995 р. було скинуто 36 тис. т легкоокислюваних органічних речовин, 613 т нафтопродуктів, 439 тис. т сульфатів, 527 тис. т хлоридів, 29 тис. т нітратів, 10 т нікелю, 11 т хрому, 2 т фенолів та багато інших шкідливих речовин. Слід зауважити, що з 15 млрд. т використаних вод лише четверта частина повернеться до річки в очищеному вигляді [4].

Таблица 1.

Надходження забруднюючих речовин у р. Дніпро

№	Речовина (сполука)	Інтенсивність забруднення т/рік
1	Хром (Cr)	0,5
2	Купрум або мідь (Cu)	1
3	Цинк (Zn)	2
4	Ферум або залізо (Fe)	1,000
5	Калійні сполуки (K+домішки)	20,000
6	Нікель (Ni)	40
7	Фосфорні сполуки (P+домішки)	40,000
8	Азотні сполуки (N2+домішки)	500,000

Каскад Дніпровських водосховищ (разом з усіма системами дамб і штучних розширень русла-котловин) докорінно змінив водний режим річки. Дніпро перетворився на низку довгих штучних озер відокремлених дамбами, греблями та навіть системою штучних водоспадів (здебільшого у зонах ГЕС) з додатковим ускладненням каналами оснащених численними шлюзами. Тому узимку, нижче рівня греблі, крижаний покрив тримається не так довго як раніше, що пов'язано з штучним регулюванням рівня води в річці. Такі наслідки технічної революції значно порушують сталий природний еководообмін, показники якого знизилися він у 14-30 разів [2, с. 182].

Зростання екологічного забруднення поверхневих вод р. Дніпро відбувалося поступово. Особливо інтенсивно дані проблеми почали розвиватися в 50-60-х рр. XX ст. після будівництва каскаду водосховищ на р. Дніпро (хоч і перша і найвідоміша Дніпровська ГЕС в м. Запоріжжя була побудована в 1927-1932 рр., а згодом, під час Другої світової війни була часткова зруйнована і лише у 50-х рр. демонтована разом з початком побудови інших ГЕС на річці) [3].

На даний час вирішення геоекологічної проблеми надмірного тиску на водні об'єкти р. Дніпро потребує детального дослідження причин виникнення та загострення геоекологічного дисбалансу поверхневих вод. З метою розв'язання даного питання проводиться екологічний та гідрологічний моніторинг вод річки гідрологічними експедиціями, пробами води та її аналізу різними державними та за необхідності, приватними установами. Результати обробітку моніторингових спостережень використовуються з метою визначення якості поверхневих вод і належними висновками щодо її екологічної придатності. Характеристика якості поверхневих вод проводилася відповідно до "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" яка була розроблена відповідно до ст. 20 Закону України „Про охорону навколишнього природного середовища”, з метою забезпечення дотримання природоохоронних вимог. Дані систематизуються у три основних показники (індекси): індекс сольового складу (I1), еколого-санітарний індекс(біологічне та біотичне забруднення) (I2), індекс специфічних показників токсичної дії (I3). Три екологічні показники обчислюються як середнє арифметичне і, в свою чергу дорівнюють комплексному інтегральному екологічному індексу якості води (IE) за відповідною формулою: $IE=(I1+I2+ I3)/3$ [3, с. 45-50]

Так як рівень забруднення води р. Дніпро складниками сольового складу є дещо підвищеним у межах дельти та авандельти. Так, у Кам'янсько-Дніпровському рн. Запорізької обл. спостерігається незначне відхилення від норми сольового складу та допустимого рівня мінералізації води (яка вросла приблизно в 1.5 – 1.6 разів 1940 року до сьогодення) [4, 5]. Тому оцінка якості води, включаючи її сольовий склад є першочерговим завданням не тільки з боку геоєкології, а й для аграрних цілей.

Головні характеристики кількісної мінливості варіаційних рядів свідчать про значні коливання кількості майже всіх компонентів хімічного складу й загальної мінералізації природної води річки (табл. 2).

Таблиця 2

Мінералізація та склад головних іонів поверхневих вод дельти р. Дніпро

Показники якості води	Середнє значення мг/дм ³	Максимальне значення мг/дм ³
Жорсткість, мг-екв/дм ³	6,86	12,08
CO ₃ ²⁻ , мг/дм ³	9,11	43,2
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	212,04	390,4
Cl ⁻ , мг/дм ³	377,27	904,1
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	318,74	666,2
Ca ²⁺ , мг/дм ³	65,1	170,74
Mg ²⁺ , мг/дм ³	57,69	132
Na ⁺ , мг/дм ³	246,93	550
K ⁺ , мг/дм ³	10,15	27
pH, од.	8,48	10
Заг. мін., мг/дм ³	1204,13	2242,7

Відсоток солей у гідрохімічному складі води відносно нормальний. Найвищий рівень мінералізації води в середньому Дніпрі спостерігали в 1970 х рр., яка часто була майже 2000 мг/дм³. Згідно з даними й хімічного складу води Дніпра в 80-ті та 90-ті рр. XIX ст. свідчать про зростання кількості сольових речовин. На початку XXI ст. дані показники знижуються. Середньорічні значення мінералізації перевищують норми для зрошення, проте підійдуть для рибного господарства (лише окремі види риб). Взагалі вода за даним проказником екологічної якості відноситься до 4 категорії – задовільна. В 28-30 % проб води вміст хлору перевищував максимальне допустиме значення 300 мг/дм³ – 7 категорія екологічної якості. Максимальний вміст хлору у воді перевищує ГДК для зрошення більш ніж у 7 разів, тому сучасна дніпровська вода згубно впливає своїм токсичним складом на зрошувані рослини. В свою чергу вміст сульфатів у 19-20 % перевищує норму для водойм господарського призначення (500 мг/дм³). Отже, поверхневі води р.Дніпро забруднені компонентами сольового складу [4].

Характеристика трофо-сапробіологічних показників якості поверхневих вод р.Дніпро наведена у таблиці 3.

Таблица 3.

Трофо-сапробіологічні показники дельти р. Дніпро

Показники якості води	Середнє значення, мг/дм ³	Максимальне значення, мг/дм ³
Завислі речовини	36,61	241
pH	8,66	10
Жорсткість	6,86	12,08
Кольоровість	73,62	168
Температура °С	13,22	26,2
O ₂ , мг/дм ³	11,35	18,02
O ₂ , % насичення	103,5	133
Запах, бали	0-1	0-1
N-NH ₄	3,48	3,48
N-NO ₃	10,6	10,6
N-NO ₂	0,957	0,957
Фосфати	0,225	0,225
P, заг	0,266	0,266

Моніторинг даного показника виконаний на основі даних санітарних проб різних екологічних інстанцій (Державною екологічною інспекцією України, Українським науковим центром охорони вод тощо). Об'єм сапробіологічних речовин у водах річки варіюється від 5,5 до 241 мг/дм³. За середньоарифметичним значенням вмісту біотичних тіл 36,61 мг/дм³ [3] вода належала до 5-ї категорії якості (помірно забруднена). Важливою проблемою є так зване цвітіння води, що представляє собою масовий розвиток фітопланктону, що зменшує підводні запаси кисню та змінює колір водойми. Цвітіння води найбільш актуальне у водосховищах (Кременчуцьке, Київське, Дніпропетровське). Таким чином, дніпровська вода перед її використанням потребує додаткової фільтрації, дезінфекції та коагуляції. Річковий режим р. Дніпро штучно «застоявся», став подібний озерному: водообмін сповільнився, а темпи евтрофікації (процвітання біогенних елементів у водоймі) зростають [1, с. 367].

Для необхідності підрахунку комплексного значення використано моніторингові дані 2010-2015 рр. неповного обсягу різновидів речовин та їх сполук (табл. 4).

Таблица 4.

Характеристика специфічних речовин токсичної дії дельти р. Дніпро

Токсичні речовини (забрудники)	Середнє значення мг/дм ³	Максимальне значення мг/дм ³
Феноли	0,0028	0,012
НП	0,074	0,16
СГАР	0,036	0,09
ІЗВ, од	4,4	10,39
Fe, заг	0,155	0,42
Cu ²⁺	0,0091	0,018
Zn ²⁺	0,0089	0,03
Cr ⁶⁺	0,0016	0,014

Середньорічна концентрація забруднюючих речовин досягла в Каховському водосховищі: фенолів – 1-2 ГДК, сполук міді – 6-11 ГДК, цинку – 7-12 ГДК. За середнім значенням об'єму цинку та феруму дніпровська вода, (приблизно 2013-14 рр.), [4] відносилася до 1 категорії якості води. За усередненими значеннями вмісту токсичних речовин вода р. Дніпро належить до 6-ї категорії «брудні» (за показниками Кременчуцького та Київського водосховищ до 7). Слід згадати радіонуклідне забруднення вод річки через всесвітньо відому аварію на ЧАЕС (проте показники радіозабруднення не є точними, адже більша частина радіонуклідів потрапила у донні відклади). За фоновими показниками виявлено поступове зменшення радіонуклідів з півночі на південь [5, с. 74; 6; 7, с. 42-43].

За підрахунком інтегрального екологічного індексу оцінювання якості води р. Дніпро значення якості поверхневих вод коливається в межах від 1,5 до 9,5 (10,4 максимально). Рівень забруднення варіюється від категорії помірно забруднена (3 категорія) до дуже забруднена (7 категорія). Таким чином середньоарифметичний показник якості вод р. Дніпро становить 4,5 (4 категорія якості води «забруднена»), що підтверджується результатами аналізу 55-60 % хімічних проб води.

Аналізуючи дані вище викладеного матеріалу ми дійшли висновку, що основними джерелами забруднення води р. Дніпро є так звані «брудні» промислові та сільськогосподарські підприємства. Порухенню гідрологічного балансу річки також сприяє антропогенне розширення русла (каскад водосховищ з уповільненим стоком; наслідок – евтрофікація води). Саме водосховища виявилися місцями локалізації токсичних хімічних речовин, що значно перевищують норму ГДК. Високими показниками забрудненості поверхневих вод відзначається Київське водосховище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРА:

1. Білявський І. О. Основи екології / І.О. Білявський, Р.С. Фурдуй, І.О. Костіков – Київ: «Либідь», 2004. – С. 366-368.
2. Даценко Л. М., Молодиченко В. В., Воровка В, П. та інші. Фізична географія Запорізької області. – Мелітополь, 2014. – С. 95, 180-184.
3. Сапун Т.О. Екологічна оцінка впливу хімічного, радіаційного забруднення річок на поверхневій воді Молочного, Утлюцького лиманів / Т.О. Сапун // Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнар. нак.-практ. конф. (24-26 травня 2017), - Кривий Ріг.: Криворізький національний університет, 2017. - С. 45-50.
4. Інтернет джерело: Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води. – <http://nature.org.ua/dnipro/nacprouk.htm>.
5. Заставний Ф. Д. Фізична географія України. – Київ: «Форум», 2000. - С. 74-75.
6. Сапун Т. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну р. Молочна як результат сукупної дії антропогенних чинників / Т. О. Сапун // Гуманитарное пространство науки: опыт и перспективы: VII Междунар. науч.-практ. интернет-конференция, (Переяслав-Хмельницький, 10 грудня 2016 р.). □ режим доступу до журн.: <http://humanitarica.webnode.com.ua>

7. Сапун Т. О. Відображення стану поверхневих вод на процеси седиментогенезу Молочного та Утлюцького лиманів / Т.О. Сапун // Сучасні напрямки геологічних досліджень в Україні: Збірник матеріалів молодіжної наук. конф., (Київ, 25-26 листопада 2015), – К.: Інститут геологічних наук НАН України, 2015 – С. 42-43.
8. Інтернет джерело: Екологічна оцінка стану водних об'єктів. – <https://studopedia.info/1-62607.html>.

УДК 556.5:502.51(477.64-21 Бердянськ)

Непша Олександр Вікторович, Прохорова Лариса Анатоліївна

Сапун Тетяна Олександрівна

Мелітопольський державний педагогічний університет

ім. Б. Хмельницького

(Мелітополь, Україна)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД М. БЕРДЯНСЬК

Анотація. С целью изучения гидрографии, мониторинга гидроэкологической ситуации и определения возможных мест стока вредных веществ в пределах г. Бердянск проведено обследование водных ресурсов. Анализ исследований и результатов наблюдений за качеством поверхностных вод в городе показал, что антропогенное воздействие негативно влияет на качественный состав поверхностных вод.

Ключевые слова: город Бердянск, вода, речка Берда, озера, балка Собачья, вредные вещества, тяжелые металлы.

*Nepsha Olexander, Prohorova Larisa, Sapun Tetyana
Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky
(Melitopol, Ukraine)*

THE HYDRO-ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE SURFACE WATERS OF BERDYANSK

Abstraction. The research of the aquifer resources was conducted with the aim of the research of the hydrography, the monitor of the hydro-geo-ecological situation and the definition of the possible places of the flow of the harmful substances within Berdyansk. The analysis of the research and the results of the observations of the quality of the surface water in the town are shown that the anthropogenic impact negatively influences on the qualitative consist of the water. The arisen problems are required the development of the systems of the measures which are aimed at the sustentation and the renewal of the gyro-geo-ecological situation of the town.

Key words: Berdyansk, water, the Berda, lakes, Sobachja balka, harmful substances, heavy metals.

Сучасний антропогенний тиск на геологічне середовище призводить до погіршення екологічного стану водних об'єктів. Геоекологічний моніторинг сучасного стану геологічного середовища дає змогу визначити та попередити можливі негативні екологічні наслідки [1, с. 238-240].

Поверхневі води в районі м. Бердянськ представлені водами Азовського моря, р. Берда, солоними та прісними озерами. Характерною особливістю району м. Бердянськ є поширення численних озер вздовж східного кордону суші і Азовського моря, починаючи від гирла р. Берда до Бердянської коси. Озера поблизу р. Берда наповнюються в період паводку прісною водою і тому вода в них менш солонна, ніж в інших озерах басейну Азовського моря [2].

Більша ж частина досліджуваного регіону представлена солоними водоймами, які відділені від Азовського моря піщано-черепашковими відкладами пляжів. Через такі відклади морська вода легко фільтрується та поповнює запаси поверхневих вод в солоних озерах під час східних нагонів вітрів. Солоність води в даних озерах, значно змінюється за рахунок весняного сніготанення та опадів [3, с. 30-31].

Гідрохімічні особливості груп прісних озер території м. Бердянськ характеризуються поступовим наростанням солоності від Солодкого лиману (3,7-4,3 г/дм³) до озера Довге (12,6 г/дм³), а в перехідних озерах солоність складає: Красноперий лиман – 19,6-34,3 г/дм³, озеро Копра бурової – 19,0-38,7 г/дм³. Солоність поверхневих вод зі сходу (оз. Велике) на захід (оз. Червоне) швидко змінюється в різні пори року [4, с. 98-100].

Результати дослідження відібраних проб води по вмісту пріоритетних важких металів, нітратного, аміачного азоту та фосфору (табл. 1.) доводять, що дані води порівняно з фоновим рівнем (у річках світу) містять значно більше свинцю, кадмію, кобальту, нікелю, заліза, марганцю, хрому, міді [5, с. 123-130]. Але для поверхневих вод Азовського моря, морського лиману та прилеглих до моря озер дані процеси є природними, що пояснюється постійною акумуляцією річних та стічних вод міста перенасичених даними елементами.

Таблиця 1

Вміст важких металів, N і P в природних водах м. Бердянськ
(за матеріалами ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» [5])

Пункти відбору проб	Вміст елементів, мг/дм ³									
	Zn	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr	N-NO ₃
Озеро Червоне	0,040	0,012	0,125	0,22	0,167	0,051	0,131	0,011	0,010	1,60
Лиман Красноперий	0,028	0,017	0,132	0,187	0,25	0,051	0,142	0,011	0,009	0,60
Озеро Плотинка	0,036	0,020	0,156	0,22	0,278	0,021	0,161	0,013	0,011	0,52
Озеро Велике	0,050	0,022	0,117	0,267	0,256	0,021	0,167	0,014	0,010	0,72
Вода біля пляжу №1 (Ліски)	0,023	0,019	0,117	0,225	0,365	0,028	0,197	0,013	0,008	0,76
Вода з міського фонтана	0,03	0,007	0,056	0,085	0,082	0,011	0,085	0,023	0,009	1,10
Озеро Довге	0,012	0,019	0,132	0,265	0,13	0,019	0,156	0,01	0,011	0,12
Водопровідна вода м. Бердянськ	0,033	0,0040	0,035	0,057	0,115	0,012	0,062	0,009	0,006	0,11
Фон (у річках світу)	0,030	0,0002	0,002	0,0002	0,040	0,008	0,001	0,007	0,001	
ГДК (ДержСанПін-4630)	1,000	0,0100	0,100	0,1000	0,300	0,100	0,030	1,000	0,050	

Отже, концентрація важких металів неминуче підвищується. Проте, відповідно до чинного законодавства, вода міського водопроводу не повинна містити зазначені елементи у кількості вищій за санітарно-гігієнічні ГДК.

На територію м. Бердянськ надходить поверхневий стік балок з водозбірних басейнів, що охоплюють площі, зайняті сільськогосподарськими землями, як в межах міста, так і за його межами. До найбільших тимчасових

водотоків, які перетинають територію міста, відносяться балки: Собача, Бордова, Мерликова, Заукалова. Серед перелічених балок найвищий інтерес в аспекті дійсних досліджень представляє балка Собача.

Поверхневий стік балки Собача при розливі в нижній частині міста відіграє значну роль у живленні ґрунтового потоку, озер, лиманів, насичуючи їх прісною водою. При цьому він забезпечує зростання деревної та іншої рослинності за рахунок формування верхнього шару ґрунтових вод, що мають меншу мінералізацію («прісноводної подушки») (табл. 2) [5, с. 124].

У природних умовах стік по балках спостерігається в період весняного сніготанення, дощів. Гирло балки Собача виходить на забудовану територію і для відводу поверхневого стоку, який завдавав значного збитку місту, побудований відвідний канал по вул. Руднева. В межах забудови канал облицьований бетоном, за її межами – має земляне русло. Канал заповнений водою, його наповненість залежить від рівня води в Красноперому лимані.

Таблица 2.

Характеристика водотоку по балці Собача (східний підрайон міста) [5, с. 125]

Номер рядка	Характеристика водотоку та номер створу	км ²	км	Максимальні витрати води, м ³ /с				Об'єм стоку, млн. м ³ /рік
				Весняного паводку з Р		Дощового паводку з Р		
				1	10	1	10	
1.	Балка Собача, створ 3	12,7	7,88	9,24	3,46	7,43	1,93	0,41
2.	Балка Собача, створ 4	4,75	4,5	4,02	1,51	4,82	1,25	0,158

Красноперий лиман займає площу близько 60,5 га. Глибина становить 0,4-0,8 м [2, с. 1-4]. Дно частково мулисте, частково піщане. Живлення відбувається за рахунок атмосферних опадів, ґрунтових і морських вод. В даний час використовується для скидання поверхневого стоку з водозбірної басейну балки Собача.

Основними водоймами м. Бердянськ з яких проводиться водозабір та водовідведення – це Азовське море та р. Берда (табл. 3). Так в 2017 році з річки Берда було забрано води 0,283 млн. м³, з них використано – 0,267 млн. м³ та скинуто зворотно – 0,003 млн. м³ забруднених зворотних вод [6].

Аналіз середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в р. Берда у контрольному створі с. Осипенко за 2017 рік узагальнений у таблиці 3.

Таблиця 3

Основні забруднювачі вод р. Берда у с. Осипенко, складено за [6]

Створи спостереження	Рік	Азот нітритний, мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	Азот нітратний, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Азот амонійний, мг/дм ³	Хром, мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	Феноли, мг/дм ³
ОБРВ*		0,02	2,1	9,1	300,0	100,0	0,39	1,0	15,0	0,001
р. Берда, с. Осипенко 0,5 км нижче села	2015	0,040	0,046	0,49	364	652	0,75	2,0	26	0,002
	2016	0,057	0,047	0,72	434	676	0,55	2,0	25	0,002
	2017	0,035	0,026	0,53	305,5	528,7	0,89	2,0	27	0,002

*узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) та орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм,

Основні джерела забруднення Азовського моря в межах міста – це міська зливова каналізація та скид неочищених стічних вод з очисних споруд міської каналізації. Починаючи з 2013 року, якість очищення зворотних вод КП «Бердянськ-водоканал» Бердянської міської ради не відповідає нормативним показникам. Категорія зворотних вод, що скидаються підприємством у Азовське море, віднесена до недостатньо-очищених. У 2017 році підприємством відведено 5,702 млн. м³ недостатньо-очищених зворотних вод та 0,0002 млн. м³ – не очищених вод [6].

Характеристика зворотних стічних вод, які було скинуто у акваторію Азовського моря в районі Бердянської затоки протягом 2017 року, наведена в таблиці 4.

Таблиця 4

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах Азовського моря Бердянського регіону за 2017 рік (мг/л), складено за [6]

Показники складу та властивостей	Азовське море, Бердянська затока, вул. Першотравнева-Горького	Азовське море, Бердянська затока, центральна частина	Азовське море, Бердянська затока, район плапричалу	Азовське море, Акваторія Бердянського торговельного порту
Завислі речовини	7	7	6	10,5
Мінералізація	>10000	>10000	>10000	>10000
Сульфати	1246	1237	1236	1344
Хлориди	7374	7374	7374	7147
Амоній сольовий	<0,078	<0,078	<0,078	<0,078
Нітрати	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Нафтопродукти	0,034	0,040	0,042	0,050
Фосфати	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Залізо	0,200	0,211	0,208	0,062
Нітрити	0,075	0,077	0,072	<0,03

Масове техногенне навантаження останніх десятиліть перекрыли природні можливості самовідновлення Азовського моря. Це призвело до забруднення Бердянської затоки від скидів міста Бердянська і погіршило

лікувальні властивості моря. Забруднення поверхневих вод також призводить до захворювань населення від дії шкідливих речовин [2, 7, с. 54-56; 8, с. 202-209; 9, с. 46-54; 10, с. 98-100].

Аналізуючи вище викладений матеріал ми дійшли висновку, що головними елементами гідрографічної мережі м. Бердянськ є Азовське море, р. Берда, лиманні озера та балки. Більшість згаданих об'єктів містять у складі поверхневих вод значну кількість шкідливих домішок, концентрація яких значно перевищує норми ГДК. Максимальна кількість небезпечних елементів надходить з стічними водами надходить в акваторію Азовського моря в Бердянську затоку, води р. Берда, з водами балки Собача та штучного водовідвідного каналу, що відводить її стік в лиман Красноперий.

Основними проблемами, що підлягають вирішенню, з метою покращення екологічного стану водних об'єктів області необхідне виконання водоохоронних заходів за наступними напрямками: реконструкція існуючих та будівництво в населених пунктах нових каналізаційних мереж і споруд на них; упорядкування споруд водовідведення на об'єктах житлово-комунального господарства, господарських об'єктах та урбанізованих територіях; охорона річок від забруднення [2; 3, с. 38-40; 11, с. 119-121].

Причиною неякісного очищення стічних вод на очисних спорудах підприємств житлово-комунального господарства є застарілі технології, фізична і моральна зношеність обладнання і споруд, несвоєчасне проведення поточних і капітальних ремонтів, відсутність коштів для оновлення, розширення та підтримання в належному стані очисних споруд.

Отже, на сьогодні залишаються актуальними питання впровадження заходів більш ефективного використання водооборотних циклів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Непша А. В. Геоэкологические проблемы использования геологической среды человеком / А. В. Непша, Т. А. Сапун // Роль освіти у формуванні життєвих цінностей молоді: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і молодих учених. – Мелітополь: Видавництво МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2017. – С. 238-240.
2. Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоecологічний стан: монографія / Л. М. Даценко, В. В. Молодиченко, О. В. Непша та ін. Мелітополь: Вид-во МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. □ 308 с.
3. Непша О. В. Природоохоронні території, як фактор збереження і стабільності Бердянської коси / О. В. Непша // Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (20-21 квітня 2017 року): збірник тез. – Бердянськ:БДПУ, 2017. –С.30-31.
4. Сапун Т. О. Гідрографічні особливості озера Велике м. Бердянськ / Т. О. Сапун, В. М. Іванова // Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: матеріали I Всеукраїнської наукова конференція студентів та молодих учених, м. Суми, 25 квітня 2017 р. – Суми: ФОП Цьома С.П., 2017. –С. 98-100.
5. Балюк С. А. Звіт про науково-дослідну роботу Екологічні дослідження забруднення ґрунтів на території м. Бердянськ / С. А. Балюк,

- М. М. Мірошніченко, А. І. Фатєєв. – Харків: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2002. – С. 123-130.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2017 році [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.zoda.gov.ua>.
 7. Сапун Т. О. Використання поверхневих вод курортно-оздоровчими санаторіями м. Бердянськ / Т. О. Сапун // Меліорація та водокористування-екологічна безпека водних об'єктів: матеріали наук.-практ. конф. – Мелітополь, 2018. – С. 54-46.
 8. Прохорова Л. А. Якість поверхневих та підземних вод Запорізької області та її вплив на здоров'я населення / Л. А. Прохорова, О. В. Непша, Т. В. Зав'ялова // «Філософія здоров'я – здоровий спосіб життя – здорова нація». – Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2018. – С.202-209.
 9. Сапун Т. О. Використання поверхневих вод курортно-оздоровчими санаторіями м. Бердянськ / Т. О. Сапун // Меліорація та водокористування-екологічна безпека водних об'єктів: матеріали наук.-практ. конф. – Мелітополь, 2018. – С. 46-54.
 10. Сапун Т. О. Гідрографічні особливості озера Велике м. Бердянськ / Т. О. Сапун, В. М. Іванова // Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: матеріали І Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених, м. Суми, 25 квітня 2017 р. – Суми: ФОП Цьома С.П., 2017. –С. 98-100.
 11. Стецишин М. М. Господарське використання та охорона річок Північно-Західного Приазов'я / М. М. Стецишин, Т. В. Зав'ялова, О. В. Непша // Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (12-13 листопада 2015 р., Умань). – Умань: Видавець «Сочінський», 2015. – С. 119-121.

УДК 556.324:502.51(477.64-21 Бердянськ)

Сапун Тетяна Олександрівна, Іванова Валентина Михайлівна

Тамбовцев Геннадій Вілійович

Мелітопольський державний педагогічний університет

ім. Б. Хмельницького

(Мелітополь, Україна)

ГІДРОГЕОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВИХ ВОД М. БЕРДЯНСЬК

Аннотація: *Интенсивное хозяйственное освоение территории г. Бердянк способствует ухудшению качества почвенных вод, которое напрямую зависят от экологегидрологического состава поверхностных вод и почвенного покрова. Анализ проведенных исследований показал, что высокое распространение получило нитратное, хлоридное загрязнение, а также загрязнения тяжелыми металлами. Высокая концентрация данных элементов постоянно повышает жесткость почвенных вод.*

Ключевые слова: *город Бердянск, почвенные воды, водоносный горизонт, водосодержащие отложения, минерализация.*

*Sapun Tetyana, Ivanova Valentina, Tambovtsev Hennady
Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky
(Melitopol, Ukraine)*

THE HYDRO-GEO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE UNCONFINED GROUND WATER OF BERDYANSK

Abstraction. *The intensive economic development of the territory of Berdyansk is perceived the deterioration of the quality of the soil waters, which is directly depended on the ecological-hydrological consist of the surface waters and the consist of the soil cover. The analysis of the conducted research is shown that high spread receives nitrate, chloride pollution, and also heavy metal contamination. The high concentration of these elements constantly increases the hardness of the soil waters.*

Key words: *Berdyansk, soil waters, aquifer, water-containing sediments, mineralization.*

Відповідно до геолого-тектонічної будови, що визначає регіональні умови формування підземних вод, на території області виділяються наступні гідрогеологічні басейни першого порядку – Причорноморський артезіанський басейн і Український басейн тріщинних вод. В межах Українського басейну тріщинних вод на території Запорізької області виділяються гідрогеологічні басейни другого порядку – Придніпровський басейн тріщинних вод, Приазовський басейн тріщинних вод і Кінксько-Ялинський дрібний артезіанський басейн. Загальною закономірністю Українського басейну тріщинних вод і Причорноморського артезіанського басейну є приуроченість ґрунтових і міжпластових підземних вод не тільки до окремих стратиграфічних відкладів, а нерідко і до їхніх комплексів [1, 2]. Основні водоносні горизонти

Причорноморського артезіанського басейну, підземні води якого використовуються для господарсько-питного і технічного водопостачання в межах області, приурочені до осадових крейдових, палеогенових, неогенових і четвертинних відкладів [3, с. 59-62; 1].

Водоносний горизонт м. Бердянськ, що залягає у верхній пачці пісків сучасних морських і лиманно-морських відкладів, поширений тільки в межах морської акумулятивної рівнини (нижня частина міста). Водовмісні породи представлені морськими і лиманно-морськими пісками, супісками, що залягають на обводнених мулах (рис. 1).

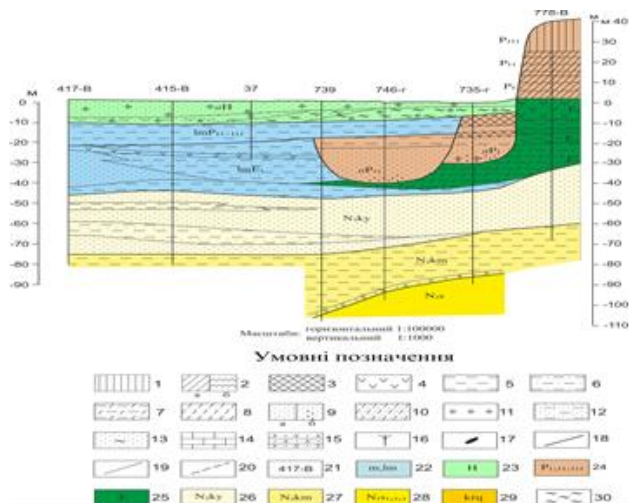


Рис. 1. Геологічний розріз Бердянської коси по лінії свердловин № № 417-В – 778-В [4, с. 45]

Умовні позначення: 1. Суглинки лесовидні, леси; 2. а – суглинки, б – суглинки з похованими ґрунтами; 3. – гігоморфні ґрунти; 4. червоно-бура глина (комплекс похованих червоно-бурих ґрунтів); 5. – глина сіра, темно-сіра, зеленувато-сіра; 6. – глина піщаниста; 7. – глина алевритова; 8. – алеврит; 9. – пісок; 10. – пісок алевритовий; 11. – черепашка в піску; 12. – пісок глинистий; 13. – пісок мулистий; 14. – вапняк; 15. – пісковик; 16. – рештки рослин; 17. – конкреції (CaCO₃); 18. – границя між стратонами; 19. – границя між літологічними різновидами; 20. – тектонічні порушення; номер свердловини по першоджерелу; 22. – морські, лиманно-морські відклади; 23 – голоценові відклади; 24. – нижньо-середньо-верхньонеоплейстоценові відклади; 25. – еоплейстоценові відклади; 26. – куюльницькі відклади; 27. – кіммерійські відклади; 28. – сарматські відклади (нижньо-, середньо-, верхньосарматські); 29 – карангатські відклади; 30. – мул.

Води в пісках та мулах мають прямий гідравлічний зв'язок і являють собою єдиний ґрунтовий водоносний горизонт. Відносним водотривами для них служить покрівля червоно-бурих і зеленувато-чорних глин, а також суглинисто-глинистих лиманно-морських відкладень. Рівень ґрунтових вод залягає на глибині 0,5-1,5 м.

Ґрунтовий потік спрямований від схилу у бік Бердянської затоки й Азовського моря. У поширенні ґрунтових вод чітко виражена вододільна частина, відносно якої відбувається розтікання потоку. Простежується вона від корінного схилу на ділянці між проспектом Леніна і балкою Собача, в напрямку Бердянської коси. Мінералізація вод горизонту змінюється як по розрізу, так і по площі поширення ґрунтового потоку. На більшій частині території вона змінюється від 1,0 до 9,0 г/дм³ [5, с. 56-59]. Живлення горизонту відбувається за рахунок атмосферних опадів, припливу з боку корінного схилу і техногенних джерел обводнення. З початком сніготанення рівні повсюдно піднімаються, підйом триває до середини травня, потім під впливом процесів випаровування рівні ґрунтових вод знижуються, досягаючи мінімуму в кінці серпня – вересня. Амплітуда коливання рівня ґрунтових вод від 0,21 до 0,91 м.

Витрата води горизонту здійснюється за рахунок відтоку в Бердянську затоку, Азовське море, лимани і озера, а також за рахунок інтенсивного випаровування в літній час.

Водоносний горизонт, що залягає в піщаних прошарках на території морської рівнини, поширений в нижній частині міста, там, де у четвертинний вік куюльницькі відклади були розмиті і раніше існуючі зеленувато-чорні глини і дрібнозернисті піски замінилися лиманно-морськими відкладами. Горизонт формується в прошарках пісків і супісків, які виділяються всередині і нижче глинистих відкладень (це характерно для східної частини морської рівнини на схід від балки Собача) [6, с. 1-4].

Розглянутий водоносний горизонт гідравлічно пов'язаний з усіма вище і нижче лежачими водоносними горизонтами.

У межах міської території поширені кіммерійські глини, які мають водостійкі властивості та слугують в якості водотривкого горизонту. В товщі порід, що залягають вище кіммерійських глин, визначені п'ять гідравлічно пов'язаних між собою водоносних горизонтів.

Головні водобалансові показники формування гідродинамічного режиму ґрунтових вод на підтопленій території (нижня частина міста) наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Водобалансові показники (м³/добу) формування гідродинамічного режиму ґрунтових вод на території акумулятивної морської рівнини [6, с. 1-4]

Номер рядка	Показники водного балансу	Розрахункові періоди			
		А	Б	В	Г
1.	Перетік з нижнього горизонту у верхній	0	0	0	0
2.	Перетік з верхнього горизонту в нижній	3544	3408	3218	3602
3.	Надходження ґрунтових вод до озер	4	84	4	14
4.	Надходження до ґрунтових вод води з озер	648	341	375	420
5.	Надходження ґрунтових вод до моря	260	5790	418	1882
6.	Перетік морської води у ґрунтові води	0	410	0	410

Примітка: А – передвесняний період року (XI – II); Б – весняний період (III); В – літній період (IV – IX); Г – осінній період (X). Складено на підставі раніше виконаних досліджень [7, с. 1-4]

В цілому основні воднобалансові характеристики, прибуткові та видаткові складові водного балансу, показують наявність гідродинамічної обстановки, яка змінюється за сезонами року. Найбільш виразно сезонна мінливість воднобалансового режиму проявилася в природних умовах. У період експлуатації існуючої забудови і, особливо, в прогнозований період сезонний взаємозв'язок ґрунтових вод і моря істотно порушується, насамперед за рахунок збільшення в 1,5-2 рази, на відмінну природного, надходження ґрунтових вод в море.

На морській терасі на мінералізацію ґрунтових вод істотний вплив чинять процеси випаровування. Тому в нижній частині міста мінералізація ґрунтових вод коливається в широких межах. На територіях із порівняно забезпеченим водообміном мінералізація становить 2-10 г/дм³, в зоні слабого водообміну – 10-40 г/дм³, а в зоні ускладненого водообміну (за межами забудови, біля озер) – 40-90 г/дм³ [5, с. 183-190].

Більша частина території м. Бердянськ містить ґрунтові води сульфатні, сульфатно-хлоридні зі змішаним катіонним складом і з підвищеною мінералізацією. Величина мінералізації коливається від 0,6 до 12 г/дм³, загальна жорсткість варіює в широких межах 3,64-65,41 ммоль/дм³.

Типовим показником забруднення ґрунтових та підземних вод для даної території є присутність нітрат-іона в кількості від 45 до 310,5 мг/дм³ (згідно вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», концентрація нітратів не повинна перевищувати 45 мг/дм³) [7].

Нітратне забруднення переважно пов'язане із сільськогосподарською діяльністю, хоча помітну роль в його виникненні грають також промислові та комунальні відходи. Основною причиною його виникнення в районах інтенсивного сільськогосподарського освоєння є мінеральні добрива і відходи великих тваринницьких комплексів. Тваринницькі ферми є значними джерелами локального забруднення вод азотистими сполуками (амонійний, нітритний, нітратний азот). Слід також відмітити, що підвищений вміст нітратів в колодязях сільських населених пунктів, може бути обумовлений низьким їх санітарним станом [8, с. 38-40; 9, с. 202-209].

Повсюдно відзначені концентрації сульфатів, які перевищують допустимі значення (до 8,5 разів).

Мікрокомпонентний склад ґрунтових вод характеризується хімічним забрудненням елементами 1-3 класів небезпеки. З елементів 2 класу небезпеки [10, с. 53], віднесених до високо небезпечних, із вмістом, перевищуючим ГДК, виявлені кадмій, стронцій, бор, фтор. З елементів 3 класу небезпеки виявлені залізо, марганець і мідь.

Аналізуючи вище викладений матеріал ми доходимо висновку, що протягом всіх чотирьох сезонів року, спостерігається погіршення гідрекологічних показників ґрунтових вод м. Бердянськ. Зниження якості показників пов'язане зі збільшенням процесу перетікання в нижній водоносний горизонт, втрат води з озер, надходженням ґрунтових вод в море і проникненням морських вод до підземних горизонтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоecологічний стан: монографія / Л. М. Даценко, В. В. Молодиченко, О. В. Непша та ін. Мелітополь: Вид-во МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. 308 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2017 році [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.zoda.gov.ua>.
3. Іванова В. М. Гідрогеологічні умови формування ресурсів підземних вод Запорізької області / В. М. Іванова, О. В. Непша // Меліорація та водокористування-екологічна безпека водних об'єктів: матеріали наук.-практ. конф. – Мелітополь. 2018. – С. 59-62.
4. Непша О. В. Про будову кіс Північного Приазов'я / О.В. Непша // Геологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 44-50
5. Соклаков И. П. Годовой отчет гидрогеологической службы за 2012 год/ И. П. Соклаков. – Бердянск: ЗАО «Приазовкурорт», 2013. – 327 с.
6. Ведомость результатов химического анализа проб воды / Н. С. Крюк, Е. Л. Давиденко, О. Ю. Дорошенко, Г. Н. Шрамова. Днепрорудное: Приазовський отряд ЗГГМЭ, 2015. – С. 1-4.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Електронний ресурс] Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27272
8. Іванова В. М. Современное состояние качества питьевой воды в населенных пунктах Запорожской области и ее влияние на здоровье населения / В. М. Іванова, А. В. Непша, Т. А. Сапун // Меліорація та водокористування: матеріали VIII наук.-практ. конф. – Мелітополь: ФОП Ландар С. М, 2018. – С. 38-40.
9. Прохорова Л. А. Якість поверхневих та підземних вод Запорізької області та її вплив на здоров'я населення / Л. А. Прохорова, О. В. Непша, Т. В. Зав'ялова // «Філософія здоров'я – здоровий спосіб життя – здорова нація». – Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2018. – С. 202-209.
10. Програма моніторингу довкілля Запорізької області / В. В. Головін, Н. І. Гарощук, В. Т. Коба та ін. – Запоріжжя: Запорізька обласна державна адміністрація, Державне управління екології та природних ресурсів в Запорізькій області, Запорізька міська рада, Комунальне науково-виробниче підприємство «Екоцентр», 2001. – 181 с.

УДК 505.8.02 (477.64),.../1917”

Сапун Тетяна Олександрівна
Мелітопольський державний педагогічний університет
ім. Б. Хмельницького
(Мелітополь, Україна)

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОРІЗЬКОГО КРАЮ ДО 1917 РОКУ

Аннотація: *С целью систематизации истории геологической изученности Запорожского края осуществлен анализ геологического исследования основных этапов развития геологии в Запорожской области. Проведенные исследования охватывали период с древних времен включительно до 1917 г. Данные показали, что процесс становления геологии Запорожского края имел фрагментальный характер до начала полномасштабного комплексного бурения скважин.*

Ключевые слова: *этапы развития, Запорожская область, геологическое исследование.*

*Sapun Tetyana
Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky
(Melitopol, Ukraine)*

THE SYSTEMATIZATION OF THE GEOLOGICAL RESEARCH OF THE ZAPORIZHYE REGION UNTIL 1917

Abstraction. *The analysis of the geological research of the main stages of the development of the geology in the Zaporozhye region was realized with the aim of the systematization of the history of the geological knowledge of the Zaporozhye region. The conducted researches covered the period from the ancient times to 1917. The data were shown that the process of the formation of the geology of the Zaporozhye region had the fragmentary character before the beginning of the full-scale complex of the drilling of the wells.*

Key words: *stages of the development, Zaporizhye region, geological research.*

Накопичення відомостей про глибинні мінеральні елементи земної кори на території Запорізької області тісно пов'язано з повсякденною роботою людей, з пошуками нових корисних копалин. З археологічних розкопок ми дізнаємося, що починаючи з кам'яного віку людина стала використовувати певні види гірських порід для виготовлення знарядь праці. Такі знаряддя часто можна побачити у міських та районних музеях, а також на території національного історико-археологічного заповідника «Кам'яна могила». Відомо, що цілеспрямований обробіток приазовського піщанику зберігся у гротах «Кам'яної могили» шляхом нанесення петрогліфів [1, с. 21-56]. Перші гірські породи, які використовували на території колишнього Запорізького краю, були камінь та інші тверді породи. Так, у кам'яному віці (22-14 тис. р. до н.е.) техніка нанесення зображення передбачала використання твердих гірських порід

здатних залишати подряпини на озалізненому піщанику. Дещо пізніше стали видобувати самородні метали та руди, пошуки яких потребували накопичення певних відомостей. Тодішні народи (гуни, скіфи, сармати) вміли не лише знайти цінну сировину, але і володіли примітивною технікою лиття та обробки металів. Поступово з розвитком цивілізації збільшується потреба у повсякденному використанні залізних знарядь праці. Відповідно, населення краю набуває певного досвіду по видобутку та обробці металів, збагачується база геологічних знань. Однак зібрана кількість матеріалу була недостатньою для виділення життєво важливого окремого напрямку вчення. Тому геологічна інформація автоматично потрапляла до ряду природничих наук. Як самостійна наука геологія з'явилася порівняно недавно, близько 250 років тому.

В історії геологічних досліджень території Запорізької області можна виділити кілька етапів

Перший, донауковий (2-3 тис. до н.е. – XVIII ст.) етап – ознаменувався поступовим нагромадженням фактів шляхом спостереження. Здійснені перші спроби аналізу та синтезу зібраного матеріалу у працях відомих вчених: Геродота, Ксенофонта (400 рр. до н. е.), Ератосфена (III ст. до н.е.), Птолемея (150 рр. до н.е.). Так, Страбон (I ст. до н.е) перебуваючи на узбережжі Сарматського моря дійшов висновку, що Земля зазнає вертикальних рухів, завдяки чому виникають острови [1, с. 21-56].

Подальше вивчення геології Запорізької області пов'язані виключно з дослідженням берегової лінії в якості зручних гаваней для стоянки королівської флотилії Петра I. Звітна документація містить значну кількість даних зі складу гірських порід берегових схилів та їх нахилу. Розраховувалася можливість дрейфу під час стоянки судна у затоці. Дані дослідження підкріплюються детальними картами Азово-Чорноморського басейну.

У 1768-1774 рр. вивченням мінеральних багатств Таврійської губернії займався П.С. Паллас. За наказом Катерини II, яка активно цікавилася вивченням багатств Російської імперії, була організована фізична експедиція, головна мета якої полягала у виявленні наявності перспективних родовищ корисних копалин. Перебуваючи на території губернії, вчений знайшов значні поклади будівельних матеріалів (пісок, вапняк, глину та ін.), а у м. Мелітополь (1771 р.) виявив нові родовища мінеральних вод, які мали цілющі властивості.

У 1829-1834 рр. на території Таврійської губернії активно працював майбутній засновник Географічного суспільства П.І. Кеппін. Перебуваючи на території губернії вчений визначив склад поверхневих вод та умови їх формування [2, с. 40-45].

Палеогеологічні дослідження викопних видів представників флори та фауни Катеринославської губернії належать В.Л. Комарову. Вчений доводив, що пізнання рослинного та тваринного світу можливе лише шляхом виявлення історії генетичного розвитку, яка цілковито залежить від умов життя, палеоклімату, ґрунтового покриву та якості води. Пізніше дане вчення було покладено в основу принципу «Модельних груп» [3, с. 155-156].

У другому періоді (1878-1900 рр.) активно розвивається геологорозвідувальна справа, виконуються геологічні роботи по складанню десятиверстної геологічної карти. Вже у 1879 р. С.О. Конткевич дав перше детальне стратиграфічне розділення гірських порід, що складають криворізьку та Білозерську залізородні серії. В результаті проведених робіт російським

інженером-геологом виявлені масштабні поклади залізних руд, аспідних і залізиисто-кварцитових сланців, бурого вугілля, мрамору, граніту та інших корисних копалин, які пізніше послугували базою для розвитку металургійної, гірської і будівельної промисловості. У 1880 р. за результатами власної роботи була підготовлена перша геологічна промислова карта рудоносних районів.

Подальші геологічні дослідження Запорізької області пов'язані з обстеженням берегової лінії Азовського моря геологом М.І. Андрусовим та гідрогеологом Ф.Ф. Врангелем [2, с. 44-47]. Колектив учених застосував палеогеографічний аналіз з метою розроблення детальної стратиграфії неогену півдня Росії і України.

У 1889 р. Н.О. Соколовим була створена перша Загальна геологічна карта Європейської Росії, де на листу 48 картована територія мм. Мелітополь – Бердянськ. Геологом описано ряд розрізів свердловин, де виділені еоценові відклади, 2-й середземноморський, сарматський і меотичний яруси. Вперше надаються відомості по виявленню горючого газу Приазовського району. У 1895 р. Н.О. Соколов провів загальний опис лиманів Північно-Західного Приазов'я та пояснив умови їх походження, виявив передумови необхідні для формування кіс та піщаних наносів [4, с. 44-47].

Часткові дані по якісному складу поверхневих і підземних вод Запорізької області з 1887 по 1900 рр. містяться у працях головного гідрогеолога Таврійської земської управи Н.А. Головкинського. Професор склав карту природного водопостачання Криму де охопив територію майбутньої Запорізької області, наніс всі артезіанські колодці і розрахував межі поширення водоносних горизонтів. Н.А. Головкинський встановив закономірності розподілу фацій у просторі і часі, ввів у дію закон кореляції фацій. Гідрогеолог сформулював головні принципи осадконакопичення і показав залежність рельєфу і річкових терас від вертикальних рухів земної кори. Дані роботи відкрили новий етап у розвитку історичної геології, головне завдання якої полягало не лише у вивченні геохронології і стратиграфії порід, а й у реконструкції фізико-географічних умов.

Подальшим дослідженням поверхневих вод присвятив свої праці О.В. Комаров. Так, у статті гірського журналу 1893 р. розміщені дані пов'язані з першою згадкою про берегові схили Таврійських лиманів, виявлені умови їх формування та виконані прогнози на можливу перспективу видобутку ряду корисних копалин.

Період з 1900 по 1917 рр. характеризується практично повною відсутністю геологічних досліджень на території Запорізької області. Продовжувалося буріння ряду артезіанських свердловин. А у 1915 р. С. В. Константиновим вперше детально описані газonosні пласти кіммерійських відкладів.

Аналізуючи вище викладений матеріал ми доходимо висновку, що процес становлення геології на території Запорізької області мав фрагментальний характер і напряму залежав від регіонального розвитку промисловості та відповідного фінансування геологорозвідувальних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Михайлов Б. Д. Мелітополь: природа, археологія, історія / Б. Д. Михайлов. – Запоріжжя: Дике Поле, 2002. – 280 с.
2. Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоекологічний стан: монографія / Л. М. Даценко, В. В. Молодиченко, О. В. Непша та ін. Мелітополь: Вид-во МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. - 308 с.
3. Князьков Ю. П. Запорізька область. Історико-географічний і топонімічний словник. – Вип. I. (Василівський, Вільнянський, Гуляйпільський, Запорізький, Новомиколаївський райони). – Запоріжжя: Тандем-У, 2004. – 155-156 с.
4. Державна геологічна карта України масштабу 1: 200 000, Центральноукраїнська серія, аркуш L-37-VII (Бердянськ). Пояснювальна записка. – К.: Державна геологічна служба, КП “Південукргеологія”, Приазовська КГП, 2004. – 138 с., рис. 15, додат. 6, бібліограф. 124 назви.

ИНФОРМАЦИЯ О СЛЕДУЮЩЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Уважаемые научно-педагогические работники учебных заведений, аспиранты, соискатели и студенты. Приглашаем Вас принять участие в **XLIV Международной научной конференции «Актуальные научные исследования в современном мире».** (26-27 декабря 2018 г.)

Для участия в конференции необходимо до **25 декабря 2018 г. (включительно)** отправить статью на электронную почту оргкомитета: iscience.in.ua@gmail.com.

Рабочие языки конференции: *українська, русский, english, polski, беларуская, казахша, o'zbek, limba română, кыргыз тили, Հայերեն*

Планируется работа следующих секций:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. АРХИТЕКТУРА | 16. СОВРЕМЕННЫЕ |
| 2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ | ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ |
| 3. ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ | 17. СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 4. ВОЕННЫЕ НАУКИ | 18. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ | 19. ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИЯ |
| 6. ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ | 20. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 7. ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ | 21. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 8. КУЛЬТУРОЛОГИЯ | 22. ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И СПОРТ |
| 9. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ | 23. ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 10. МЕНЕДЖМЕНТ И МАРКЕТИНГ | 24. ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ |
| 11. НАУКИ О ЗЕМЛЕ | 25. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 12. ПЕДАГОГИКА | 26. ЭКОЛОГИЯ |
| 13. ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ | 27. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 14. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ | 28. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ |
| 15. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ | |

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ

Для участия в конференции необходимо до **25.12.2018 г. (включительно)** отправить на электронный адрес: iscience.in.ua@gmail.com:

1. Текст статьи (оформлен в соответствии с нижеприведенными требованиями);
2. заявку участника;
3. копию документа об оплате орг.взноса в электронном виде или (СНГ. Отправить на email № перевода и название системы перевода. Украина (сума, дата, время и ФИО плательщика);
4. личную фотографию в формате.jpeg (по желанию).

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ноябрь 2018 г.

ВЫПУСК 11(43)

Часть 2

Ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования несут авторы

Ответственный за выпуск: Водяной О.
Дизайн и верстка: Вовкодав А.

Учредитель: ОО "Институт социальной трансформации"
свидетельство о государственной регистрации №1453789 от 17.02.2016 г.

Подписано к печати 6.12.2018.
Формат 60x84 1/16.
Тираж 300 шт. Заказ №042
Изготовитель: ФЛП "Кравченко Я.О."
свидетельство о государственной регистрации В01 №560015
Адрес: 03039, Украина, Киев, просп. В. Лобановского, 119
тел. +38 (044) 561-95-31

Адрес ред. коллегии:
08400, Украина, Киевская обл., г. Переяслав-Хмельницкий,
ул. Богдана Хмельницкого, 18
тел.: +38 (063) 5881858
сайт: <http://iscience.in.ua>
e-mail: iscience.in.ua@gmail.com

