

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2020, № 4 (71)

Алматы, 2020

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2020 г., № 4 (71)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Пак И.Т. – заслуженный деятель науки и техники РК,
доктор технических наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бияшев Р.Г. – доктор технических наук, профессор; **Калтаев А. Ж.** – доктор физико-математических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Огай В.Б.** – кандидат биологических наук; **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Kim Chul** – PhD, профессор (Торонто, Канада); **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD, профессор (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *ответственный секретарь*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, *заместитель ответственного секретаря*

EDITOR-IN-CHIEF

Pak I.T. –Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan,
Doctor of Technical Sciences, professor

THE EDITORIAL BOARD:

Biyashev R.G. – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kaltayev A.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Ogay V.B.** – Candidate of Biological Sciences; **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation); **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Kim Chul** – PhD, professor (Toronto, Canada); **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Managing Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, associate professor, *Deputy Managing Editor*

Учредитель: Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.

Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия
Республики Казахстан

Подписной индекс: 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редколлегии и редакции:

050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34
телефон 8(727)-272-79-02, 8(727)-291-60-69

e-mail: izv.ntokahak@mail.ru

Сайт: www.ntokahak.kz

ISSN-1682-0533

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

МРНТИ: 81.93.29

УДК 004.056.5

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ АТАК И УГРОЗ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ PROTÉGÉ 5.0

Амирова А.С., Тохметов А.Т., Жанасбаева А.С.
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,
Нур-Султан, Республика Казахстан
e-mail: whitesilk@mail.ru

Применение онтологической модели, позволяет использовать единую базу знаний, хранящую в себе понятийную систему управления доступом к информационным ресурсам, а также формальную семантику моделируемой системы. Построение программных систем анализа информационной защищенности связано с проблемой представления, обработки и комплексирования разнородной информации. Поэтому, в настоящее время идет достаточно активное применение онтологических моделей, дескриптивных логик и логического вывода в различных аспектах информационной безопасности. В данной статье онтология атак в IoT была построена в четырех измерениях: вектор атаки, воздействие атаки, цель атаки и последствия атаки. Была разработана онтология для определения характера атак. Данная онтология может помочь специалистам по безопасности выявлять и обнаруживать атаки на киберпроизводственные системы. Также может быть использована для дальнейшей разработки системы семантического анализа информационных рисков и угроз.

Ключевые слова: онтология, таксономия, анализ информационных атак и угроз, индустриальный интернет вещей (IIoT), киберпроизводственные системы, классы, язык OWL, Protégé.

Онтологиялық модельді пайдалану ақпараттық ресурстарға қол жетімділікті басқарудың тұжырымдамалық жүйесін, сонымен қатар модельденетін жүйенің формальды семантикасын сақтайтын бірыңғай білім қорын пайдалануға мүмкіндік береді. Ақпараттық қауіпсіздікті талдауға арналған бағдарламалық жүйелерді құру гетерогенді ақпаратты ұсыну, өңдеу және интеграциялау мәселелерімен байланысты. Сондықтан қазіргі кезде ақпараттық қауіпсіздіктің әр түрлі аспектілерінде онтологиялық модельдерді, сипаттама логикасын және логикалық қорытындыларды белсенді түрде қолдану жүруде. Бұл мақалада IIoT-тағы шабуылдардың онтологиясы төрт өлшемде құрылды: шабуыл векторы, шабуылдың әсері, шабуылдың мақсаты және шабуылдың салдары. Шабуыл сипатын анықтайтын онтология жасалды. Бұл онтология қауіпсіздік мамандарына кибер өндіріс жүйелеріне шабуылдарды анықтауға және анықтауға көмектеседі. Сондай-ақ, оны ақпараттық тәуекелдер мен қауіп-қатерлерді семантикалық талдау жүйесін одан әрі дамыту үшін пайдалануға болады.

Тірек сөздер: онтология, таксономия, ақпараттық шабуылдар мен қатерлерді талдау, заттардың өндірістік интернеті (IIoT), киберөндіріс жүйелері, класстар, OWL тілі, Protégé.

The use of the ontological model makes it possible to use a unified knowledge base that stores a conceptual system for managing access to information resources, as well as the formal semantics of the system being modeled. The construction of software systems for analyzing information security is associated with the problem of presentation, processing and integration of heterogeneous information. Therefore, at present there is a fairly active use of ontological models, descriptive logics and logical inference in various aspects of information security. In this article, the ontology of attacks in IIoT was built in four dimensions: the attack vector, the impact of the attack, the target of the attack, and the consequences of the attack. An ontology was developed to determine the nature of attacks. This ontology can help security professionals identify and detect attacks on cyber production systems. It can also be used for further development of a system of semantic analysis of information risks and threats.

Keywords: *ontology, taxonomy, analysis of information attacks and threats, industrial Internet of things (IIoT), cyber production systems, classes, OWL language, Protégé.*

Термин «онтология» сначала появился в области инженерии знаний, позже стал использоваться при обработке естественных языков, а к настоящему моменту применяется и в представлении знаний. Одно из наиболее известных определений термина «онтология» было дано Томасом Грабером в 1995 [1]: «Онтология – это формальное, явное, точное определение (спецификация) совместно используемой концептуализации».

Более рабочим и приближённым к управлению знаниями является определение, приведённое в книге Гавриловой Т.А. и Хорошевского В.Ф [2]: «Онтология – это базы знаний специального типа, которые могут «читаться» и пониматься, отчуждаться от их разработчика и/или физически разделяться их пользователями». Таким образом, онтология должна соединять человеческое и компьютерное понимание символов. Формально онтология определяется тремя множествами $O = \langle C, R, F \rangle$ [2], где:

- C – конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области, которую представляет онтология O ;
- R – конечное множество отношений между концептами заданной предметной области;
- F – конечное множество функций интерпретации (аксиоматизация), заданных на концептах и/или отношениях онтологии O .

Естественными ограничениями, накладываемыми на множество, являются конечность и непустота ($C \neq \emptyset$). Множества R и F могут быть пустыми, что соответствует частным видам онтологии. Например, если $R = \emptyset$ и $F = \emptyset$, то онтология будет являться простым словарём, а если только $F = \emptyset$, то таксономией понятий, то есть иерархией по отношению вложения. Таким образом, онтологии на базовом уровне должны, прежде всего, обеспечивать словарь понятий (терминов) для представления и обмена знаниями о предметной области и множество связей (отношений), установленных между понятиями в этом словаре. Основные части онтологии – это классы, отношения, функции, аксиомы и индивиды. Классы (понятия) используются в широком смысле. Классом является любая сущность, к которой может относиться какая-либо информация. Класс – это абстрактная коллекция, которая может включать в себя другие классы и/или индивиды. Если информация относится к классу, значит она относится ко всем объектам, включённым в этот класс [3].

Каждый из объектов онтологии может иметь отношения (свойства или атрибуты). Атрибут задаётся именем и значением, и содержит специфичную для объекта информацию.

Наконец, индивиды (экземпляры) – это основные, нижеуровневые компоненты онтологии. С их помощью могут быть представлены как физические объекты (сотрудник, магазин, город), так и абстрактные (число, слово). Онтология может существовать и без индивидов. Но одна из целей построения онтологии – это классификация индивидов, поэтому обычно онтология их также содержит. Построение и применение онтологических моделей в различных аспектах информационной безопасности развивается довольно активно.

Консорциум всемирной паутины (W3C), начиная с 2004 года, рекомендует использовать язык OWL, который объединяет лучшее из своих предшественников (DAML+OIL, OIL) и расширяет их (RDFS, RDF, XML). Используем данную рекомендацию и остановимся на языке OWL. Язык OWL состоит из классов, свойств и ограничений. Так как OWL расширяет RDF и RDFS, то в нём присутствуют базовые элементы из этих языков.

Чтобы сократить рутинную работу по заданию XML разметки, было создано большое количество графических редакторов для определения онтологий на OWL. На первых этапах разработки онтологии использовалось средство Enterprise Architect, разработанное компанией Sparx Systems. Изначально оно разрабатывалось как редактор UML схем и хорошо поддерживает работу в графическом режиме. Бесплатный, триальный период использования позволил применить данное средство для создания онтологии. Впоследствии онтология стала усложняться, и потребовалось средство, специализирующееся на работе с языком OWL. Таким средством оказался кроссплатформенный редактор Protege, разработанный в Стэнфордском университете. Этот редактор является открытым и доступен бесплатно.

Материалы и методы исследования. Для реализации онтологии в формате owl была выбрана таксономия атак на киберпроизводственные системы, предложенная в [4] (рисунок 1).

Первое измерение: вектор атаки. Вектор атаки или метод атаки – это путь, по которому атака получает доступ к жертве. Это важный параметр, поскольку он предоставляет важную информацию для описания атаки [5].

Вектор кибератаки. Вектор кибератак в IoT в основном исходит от сетевых и компьютерных атак в цифровом формате. Таксономия включает Shellshock, переполнение буфера, состояние гонки, подделку межсайтовых запросов, внедрение кода, переупаковку, вирусы и черви.

– Shellshock: это ошибка безопасности в оболочке Unix Bash, впервые обнаруженная 24 сентября 2014 года. Эта уязвимость может использовать различные системы и запускаться либо удаленно, либо с локального компьютера. Интернет-сервисы в IoT, такие как сервисы для клиентов, могут использовать Bash для обработки определенных запросов.

– Переполнение буфера: это относится к состоянию, когда программа пытается записать данные за пределами предварительно выделенных буферов фиксированной длины. Это происходит, когда фрагмент кода или данных не проверяет соответствующую длину ввода, а значение не соответствует размеру, ожидаемому программой [6].

– Состояние гонки: состояние гонки возникает, когда несколько процессов одновременно обращаются к одним и тем же данным и манипулируют ими.

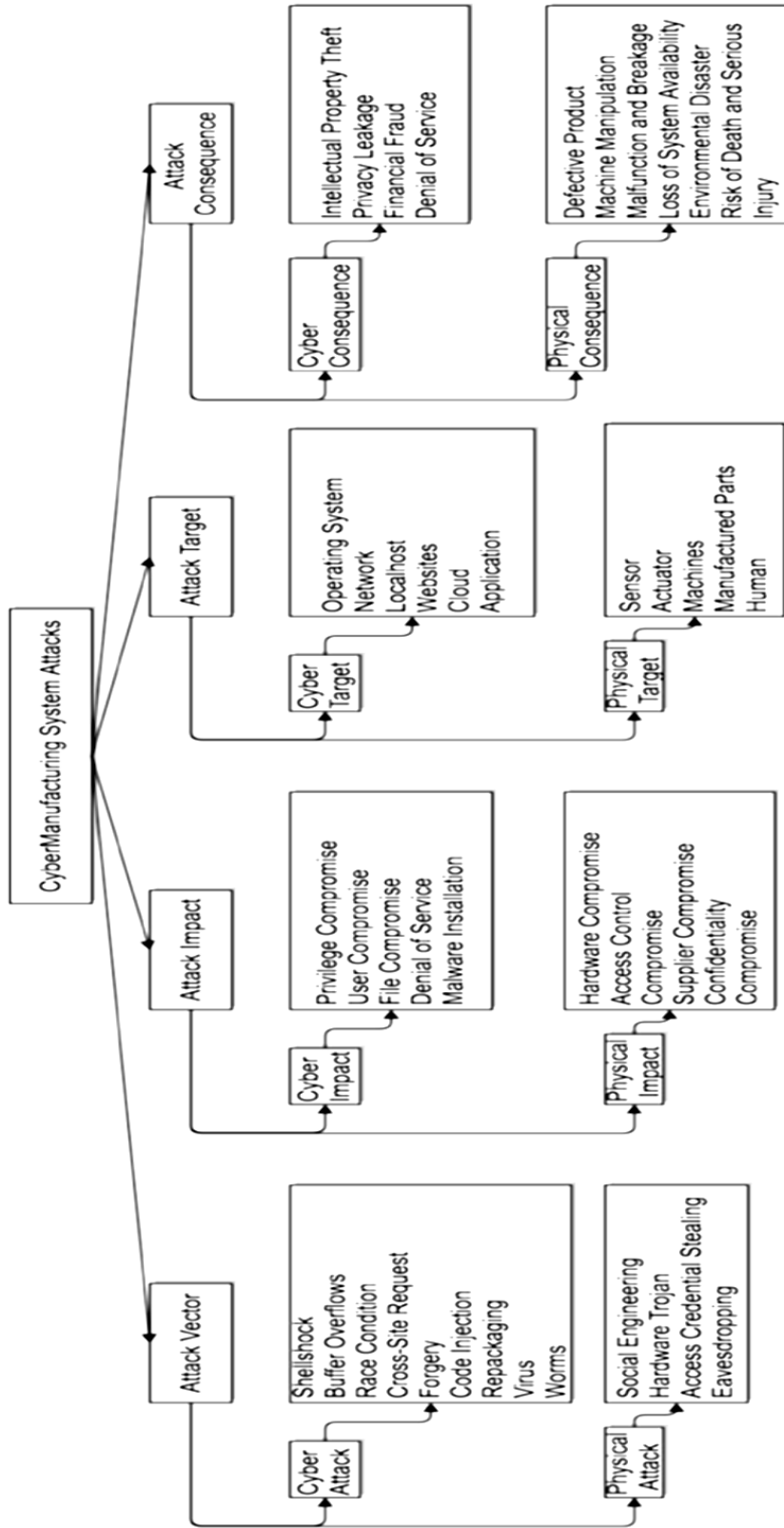


Рисунок 1 – Таксономия атак на киберпроизводственные системы [4]

– Подделка межсайтовых запросов (CSRF): также известная как «загрузка сеанса», это тип атаки на веб-сайт, при котором неавторизованные команды передаются от пользователя, которому веб-сайт доверяет. Это может происходить в веб-приложениях, с которыми сталкиваются клиенты в IIoT. В CSRF-атаке участвует пользователь-жертва (клиент), доверенный сайт (сеть IIoT) и вредоносный сайт (сайт атаки). Когда клиент проводит активный сеанс с веб-приложением IIoT при посещении вредоносного сайта, вредоносный сайт может внедрить HTTP-запросы в пользовательский сеанс веб-приложения IIoT, что приведет к изменению информации учетной записи.

– Внедрение кода. Внедрение кода вызвано тем, что злоумышленники вводят код в уязвимую компьютерную программу и изменяют процесс выполнения. Места для внедрения кода могут включать SQL (язык структурированных запросов), команды ОС и т.д. Например, к большинству небольших и промышленных приложений баз данных можно получить доступ с помощью операторов SQL для структурной модификации и манипулирования контентом [7]. Злоумышленники могут использовать SQL-инъекцию и манипулировать информацией других клиентов.

– Переупаковка: это тип атак на приложения ОС Android. Злоумышленники загружают популярные приложения из магазина, распаковывают и модифицируют приложение с помощью вредоносных запросов привилегий, а затем размещают приложение в определенных сторонних магазинах приложений. В проекты с моделями САПР можно предлагать онлайн. Подобно переупаковке приложения, злоумышленники могут переупаковывать проект путем обратного проектирования или просто изменяя файл САПР; затем загрузка обратно на онлайн-платформы. Такие атаки могут вызвать дефектные детали, продукты или даже сбои в работе оборудования.

– Вирус: эта самовоспроизводящаяся программа может распространяться через некоторые типы зараженных файлов [5].

– Черви: эта самовоспроизводящаяся программа может распространяться без использования зараженных файлов. Черви обычно распространяются через сетевые службы на компьютерах или через электронную почту.

Вектор физической атаки. Вектор физической атаки может исходить от человека, оборудования или датчика в физическом формате. Таксономия включает социальную инженерию, аппаратных троянцев, кражу учетных данных и перехват физических атак.

– Социальная инженерия: эта атака представляет собой процесс использования социальных взаимодействий для получения информации о жертве или компьютерной системе. Он включает в себя действия по взаимодействию с людьми и часто предполагает обман человека с целью нарушения процедур безопасности. Например, сотрудника могут попросить открыть вредоносную флешку и заразить хост внутри среды.

– Аппаратный троян: внедряющий в интегральную схему программу-бэкдор и модификацию. Он пытается обойти или отключить защитное ограждение системы. Он может передавать личные данные по радио. Аппаратные трояны также могут вывести из строя или уничтожить весь чип или его сегменты [8].

– Кража учетных данных: некоторая информация об учетных данных может быть украдена.

– Подслушивание: подслушивание сообщений, физических сигналов, таких как акустическое излучение от 3D-печати [9] или нажатие клавиш, может привести к краже IP или даже потере учетных данных.

Второе измерение: влияние атаки. Второе измерение, воздействие атаки, объясняет степень последствий вторжения. Цель этого измерения – прояснить прямые последствия инцидента атаки. Он также предоставляет информацию для понимания воздействия атак.

Кибервоздействие. Кибервоздействие показывает влияние на цифровые платформы, такие как веб-приложение, программа, операционная система, цифровой файл и т.д. Таксономия включает компрометацию привилегий, компрометацию пользователя, компрометацию файлов, отказ в обслуживании и установку вредоносного ПО.

– Компромисс привилегий: используя векторы атаки, такие как переполнение буфера, шеллшок, состояние гонки, злоумышленник может получить более высокие привилегии, такие как суперпользователь.

– Взлом пользователя: злоумышленник получает несанкционированное использование другой учетной записи пользователя или привилегий на хосте, веб-приложении или базе данных.

– Компрометация файлов. Злоумышленник вносит злонамеренные изменения, используя переупаковку, внедрение кода, таким образом может изменить критическую структуру и физические характеристики дизайна.

– Отказ в обслуживании (DoS): злоумышленник может провести атаку отказа в обслуживании (DoS-атака), которая делает подключенный компьютер, такой как база данных или вычислительный ресурс, недоступным для предполагаемых клиентов.

– Установка вредоносного ПО: атака может быть запущена с помощью вредоносного ПО, установленного пользователем, как при установке пользователем, так и при автоматической установке. Установленное вредоносное ПО может позволить злоумышленнику получить полный контроль над скомпрометированными системами, что может привести к раскрытию конфиденциальной информации или удаленному управлению хостом.

Физическое воздействие.

– Взлом оборудования. Атаки социальной инженерии могут вызвать сбои в работе оборудования, например жесткого диска, DVD-привода или компьютеров.

– Компрометация контроля доступа: кража учетных данных доступа или социальная инженерия могут привести к компрометации физического контроля доступа в среде IoT.

– Компрометация поставщика: аппаратный троян от поставщика нарушает целостность источника.

– Нарушение конфиденциальности: подслушивание в рабочей области среды, на уровне связи или даже на физическом уровне провайдера может привести к нарушению конфиденциальности.

Третье измерение: цель атаки.

Кибер цель:

– Операционная система: ОС существует от уровня клиента до уровня физического поставщика. Атака может быть сформулирована для нацеливания на уязвимости в конкретной операционной системе. Операционная система в производственной системе с устаревшим оборудованием обычно не имеет обновленных мер безопасности, поэтому она очень уязвима для атак.

– Сеть: сама сеть или ее протоколы также могут быть целями злоумышленников. Например, ring-поток атакует сеть, а не оборудование или программное обеспечение [5].

– Хост: злоумышленник может нацелить цель на хост-компьютеры из среды IoT или клиентов.

– Веб-сайт.

– Облако. Облачный сервис – это любой ресурс, доступный через Интернет. Ресурсы облачной службы могут быть программным обеспечением как услугой (SaaS), платформой как услугой (PaaS) и инфраструктурой как услугой (IaaS).

– Приложение: приложения могут быть целевыми, включая функции распределения заданий, функции машинного обучения и анализа данных или функции моделирования в реальном времени.

Физическая цель:

– Датчик: он позволяет контролировать производственную систему и может предоставлять данные для устранения неисправностей и моделирования.

– Привод – это основной компонент машины, который перемещает или управляет механизмом или системой.

Машины: Машина является ключевым компонентом физического уровня провайдера в ИИТ. Это также может быть набор исполнительных механизмов, датчиков и блока управления, такого как программируемый логический контроллер (ПЛК).

– Изготовленные детали. Изготовленные детали или узлы – это готовые изделия с производственной линии.

– Человек: человек также может быть целевой жертвой в ИИТ. Операторы и монтажники, работающие рядом с роботами, подвергаются опасности, когда хакеры могут послать злонамеренный контроль исполнительным механизмам.

Четвертое измерение: последствия атаки.

Кибер-последствия:

– Кража интеллектуальной собственности/пиратство: кража интеллектуальной собственности на производстве обходится в миллиарды долларов и приводит к потере рабочих мест. Поддельные продукты и украденные образцы могут нанести ущерб интересам или репутации клиентов и производителей.

– Утечка конфиденциальности: утечка частной информации от клиентов в базе данных может быть одним из критических последствий.

– Финансовое мошенничество. Утечка финансовой информации клиента, такой как данные кредитной карты во время покупки, адрес для выставления счета, может привести к финансовому мошенничеству.

– Отказ в обслуживании (DoS). Отказ в обслуживании может иметь и последствия. Примером может служить DoS сервера (воздействие), вызывающее DoS системы онлайн-выставления счетов клиента (последствия).

Физические последствия:

– Неисправный продукт. Дефектные продукты или даже вредоносные продукты являются физическими последствиями. Стоимость брака, отзыв будет произведен с дефектной продукцией или изготовленной частью. Последствия, такие как ущерб имиджу компании или риск для жизни людей.

- Манипуляции с машиной: атаки могут вызвать проблемы на машинах, такие как перерасход энергии, непредвиденный поломка, снижение точности, замедление и т.д.
- Неисправность и поломка: поломка или неисправность могут быть следствием манипуляций с машиной.
- Потеря доступности системы: критическая доступность физических компонентов, таких как 3D-принтеры, станки с ЧПУ, логистики, может быть нарушена.
- Экологическая катастрофа: Экологические бедствия, такие как утечка и взрыв, имеют серьезные физические последствия.
- Риск смерти и серьезных травм: Человек как наиболее уязвимый компонент ПОТ подвергается риску для своего здоровья и жизни при работе в среде с опасными химическими веществами, радиацией и роботами.

В данной онтологии имеются 4 класса (рисунки 2 и 3).

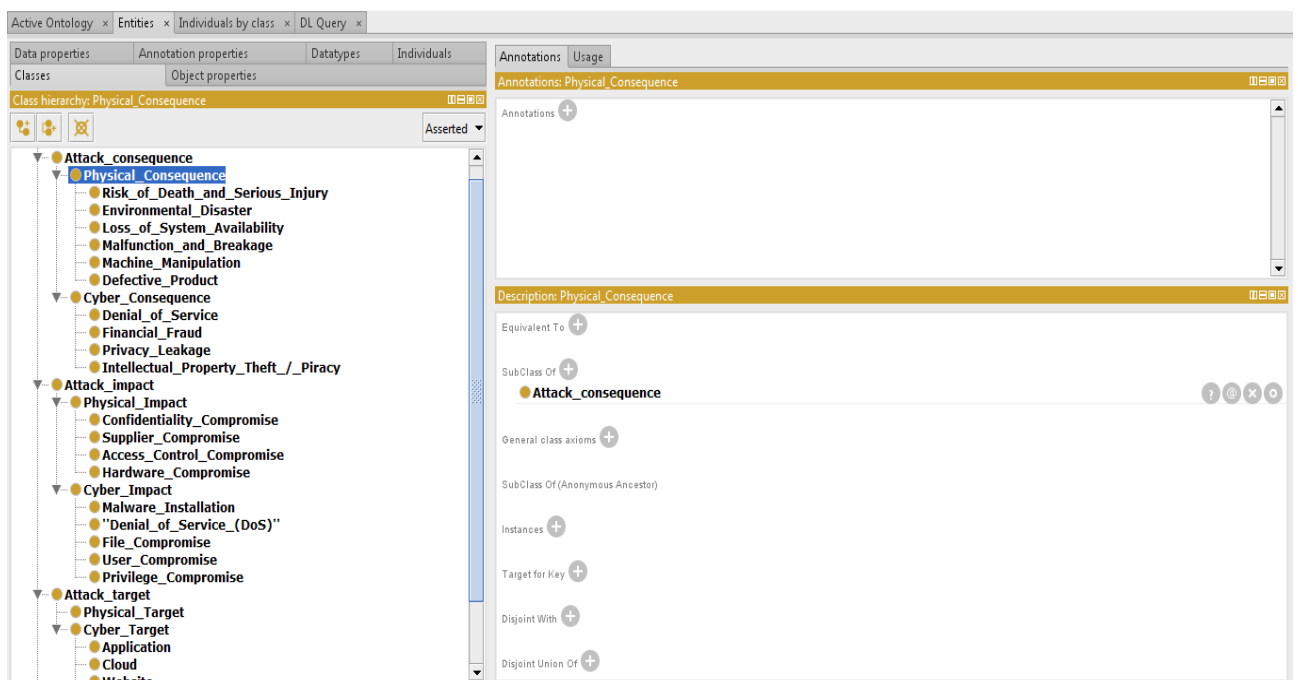


Рисунок 2 – Данные онтологии

Соответствующее описание классов на XML выглядит следующим образом:

```

<!--http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_consequence -->
  <owl:Class      rdf:about="http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_consequence"/>
  <!--          http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_impact -->
    <owl:Class      rdf:about="http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_impact"/><!--
  http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_target -->
  
```

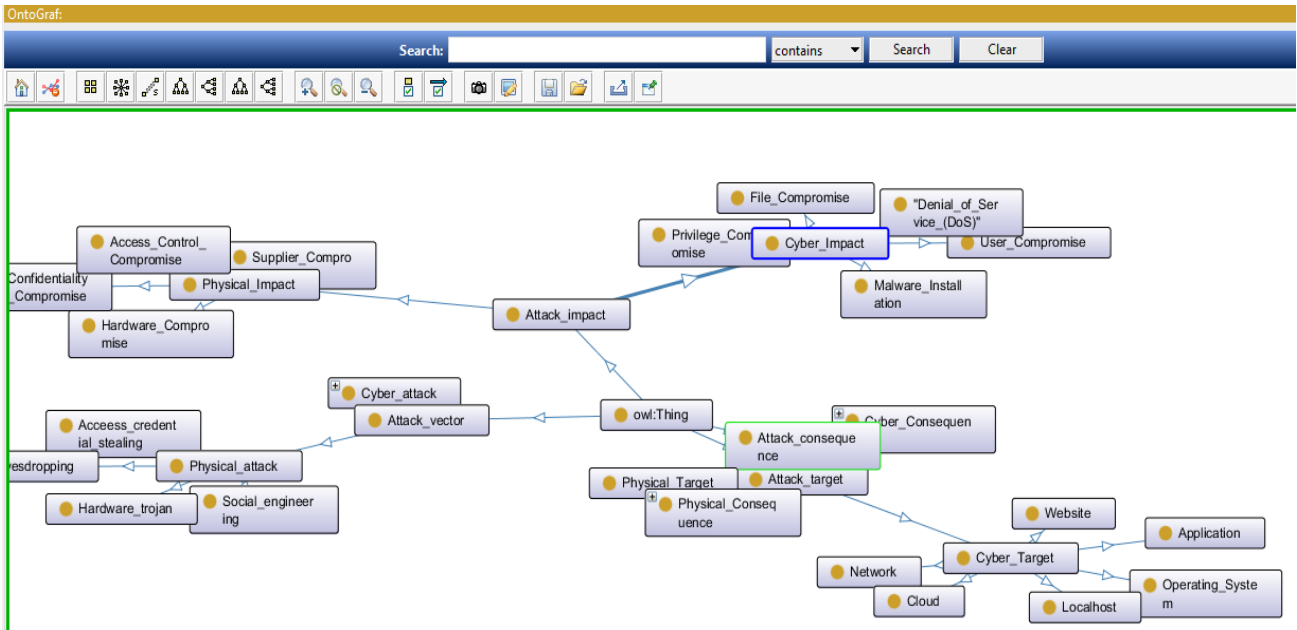


Рисунок 3 – Диаграмма классов онтологии

```

<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_target"/>
<!--http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_vector
-->
<owl:Class rdf:about="http://www.semanticweb.org/акжибек/ontologies/2020/6/untitled-ontology-9#Attack_vector"/>
    
```

В данной статье была разработана онтология атак на киберпроизводственные системы в программной среде Protege. Данная онтология является началом классификации атак в ИТ и помогает экспертам в предметной области – как в области кибербезопасности, так и в области производства – лучше понять природу атак на киберпроизводственные системы. Кроме того, данная онтология может использоваться в качестве источника для разработки политики безопасности, обнаружения вторжений, предотвращения и разработки мер противодействия с целью создания защищенной производственной системы. Она также содержит рекомендации о том, каких атак следует ожидать, какие типы компонентов следует отслеживать и каких последствий следует ожидать. Для будущей работы разработанную онтологию можно использовать для разработки системы, поддерживающей семантический анализ информационных рисков и угроз.

Литература:

1. Gruber T. A translation approach for portable ontologies// Knowledge Acquisition. – 1993. – N 5. – P. 199–220.
2. Гаврилова Т., Хорошевский В. Базы знаний интеллектуальных систем – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.

3. Priebe T., Dobmeier W., Schlager C., Kamprath N. Supporting Attribute based Access Control in Authorization and Authentication Infrastructures with Ontologies // Journal of software. – 2007. – N 1. – P. 36–41.
4. Mingtao Wu, Young B. Moon Taxonomy of Cross-Domain Attacks on CyberManufacturing System // Complex Adaptive Systems Conference with Theme: Engineering Cyber Physical Systems. – 2017. – P.367–374.
5. Hansman S, Hunt R. A taxonomy of network and computer attacks// Computers & Security. – 2005. – N 4. – P.31–43.
6. Simmons C., Ellis C., Shiva S., Dasgupta D., Wu Q. A cyber attack taxonomy// 9th Annu Symp Inf Assur. – 2014. – P.12–22.
7. Zhu B., Joseph A., Sastry S. A Taxonomy of Cyber Attacks on SCADA Systems// International conference on and 4th international conference on cyber, physical and social computing. – 2011. – P.380–388.
8. Beaumont M., Hopkins B., Newby T. Hardware Trojans – Prevention, Detection, Countermeasures (A Literature Review)// Command Control Communications and Intelligence Div. – 2011. – N 5. – P.56–63.
9. Song C., Lin F., Ba Z., Ren K., Zhou C., Xu W. Exploring Smartphone-based Side-channel Attacks Against 3D Printers// ACM CCS. – 2016. – N 7. – P.895–907.

Поступила 3 сентября 2020 г.

МРНТИ 20.15.05; 20.53.23; 82.05.21; 14.35.07
УДК 004.4:378.147.7

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ОБУЧЕНИИ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Насс О.В., Камалова Г.А., Абуова Ж.М.

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
Уральск, Республика Казахстан
e-mail: nass55@mail.ru, gokhakam@gmail.com, zhanargul81@mail.ru*

В статье анализируется опыт применения мобильных устройств в обучении с применением дистанционных технологий. Рассматриваются структурные элементы, из которых строится деятельность преподавателя и студента в процессе мобильного обучения. Основное внимание уделяется платформам связи для дистанционного обучения. Формулируются преимущества и недостатки использования мобильных устройств в учебном процессе. Делаются выводы об условиях снижения информационного неравенства студентов и обеспечения их равного доступа к учебному и организационному контенту. В результате показано, что мобильное обучение становится управляемым процессом. Материал статьи может быть использован преподавателями в целях повышения эффективности образовательного процесса.

Ключевые слова: *информатизация образования, информационное неравенство, Интернет-технология, платформа связи, мобильное обучение, платформа связи, структура деятельности преподавателя и студента, преимущества и недостатки мобильного обучения.*

Мақалада қашықтықтан оқыту технологияларын қолдану арқылы мобильді құрылғыларды қолдану тәжірибесі талданған. Мобильді оқыту процесінде оқытушы мен студенттің қызметі құрылатын құрылымдық элементтер қарастырылған. Басты көңіл қашықтықтан оқытуға арналған байланыс платформаларына бөлінеді. Оқу процесінде мобильді құрылғыларды қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері тұжырымдалады. Студенттердің ақпараттық теңсіздігін төмендету және олардың оқу және ұйымдастырушылық мазмұнға тең қол жетімділігін қамтамасыз ету шарттары туралы қорытынды жасалады. Нәтижесінде мобильдік оқыту басқарылатын процесс екендігі көрсетілген. Мақала материалын оқытушылар білім беру процесінің тиімділігін арттыру мақсатында қолдана алады.

Тірек сөздер: *білім беруді ақпараттандыру, ақпараттық теңсіздік, Интернет технология, байланыс платформасы, мобильді оқыту, оқытушы мен студент қызметінің құрылымы, мобильді оқытудың артықшылықтары мен кемшіліктері.*

The article analyses the experience of using mobile devices in distance learning. The structural elements are considered, the activity of the tutor and the student in the process of mobile learning are based. The main focus is on communication platforms for distance learning. The advantages and disadvantages of using mobile devices in the educational process are formulated. Conclusions about the conditions for reducing of students' inequality information and ensuring their equal access to educational and organizational content are made. As the result, it is shown that mobile learning becomes a managed process. The material of the article can be used by tutors to improve educational process efficiency

Keywords: *computerization of education, information inequality, Internet technology, communication platform, mobile learning, structure of tutor and student activity, advantages and disadvantages of mobile learning.*

В настоящее время мобильное обучение становится одним из ключевых направлений процесса информатизации образования [1, 2, 3, 4, 5].

В Казахстане новый способ обучения становится особенно популярным во время карантина и самоизоляции в 2020 году в связи с повсеместным переходом на обучение с применением дистанционных технологий [6, 7, 8].

В этих условиях основа обучения – это телекоммуникации и Интернет-технологии. А так как у некоторых студентов нет компьютера, то это затрудняет или делает невозможным их доступ к учебному контенту и организационным материалам (расписание, оплата за обучение и т.п.) и может привести к информационному неравенству студентов.

Смартфоны же и другие мобильные устройства стоят намного дешевле стационарного компьютера и являются естественными элементами современного жизненного пространства студентов [9, 10, 11, 12]. Поэтому целесообразно именно их использовать в учебном процессе с применением дистанционных технологий.

Мобильное обучение понимается нами как обучение при помощи мобильных устройств, таких как смартфоны, планшетные компьютеры, ультрабуки и т.д., когда студент может обучаться вне зависимости от места, времени и стационарного компьютера, перемещаясь с мобильным устройством, как внутри учебного заведения, так и за его пределами.

Рассмотрим особенности традиционных форм организации учебной деятельности, применяемых в условиях мобильного обучения:

– Фронтальная форма организации мобильного обучения – на базе Интернет платформ Zoom, Microsoft Teams; Zoom (<https://zoom.us>) – программа для организации видеоконференций, имеющая надежное соединение и бесперебойную работу. Microsoft Teams (<https://teams.microsoft.com>) – клиент системы мгновенного обмена сообщениями, объединяющий в рабочем пространстве чат, встречи, заметки, инструменты для работы с интерактивной доской.

– Групповая форма организации мобильного обучения – на базе Интернет платформы Skype. Skype (<https://www.skype.com>) – бесплатное проприетарное программное обеспечение с закрытым исходным кодом, обеспечивающее текстовую, голосовую и видеосвязь через Интернет.

– Индивидуальная форма организации мобильного обучения – на базе электронной почты и системы мгновенного обмена сообщениями WhatsApp. WhatsApp (<https://www.whatsapp.com>) – бесплатная система для мобильных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи. Позволяет пересылать текстовые сообщения, аудио, видео и электронные документы через Интернет.

Мобильное обучение предоставляет студенту самостоятельно выбирать содержимое учебных дисциплин, уровень сложности учебного контента. Кроме того, мобильные устройства позволяют каждому студенту изучать контент в той форме, в какой ему удобнее.

Студенты могут продвигаться на следующий уровень сложности в зависимости от личных предпочтений и усвоенных знаний, самостоятельно оценивать свои результаты и выполнять дополнительные задания для закрепления материала.

Так, с помощью мобильных устройств студенты могут изучать учебный контент, проходить компьютерные тесты и выполнять контрольные задания, подготовленные преподавателем в соответствии с государственным общеобязательным стандартам образования Республики Казахстан (ГОСО РК) и авторским методикам преподавания и размещенные на базе автоматизированных систем управления обучением (англ. Learning Management System, LMS), таких как Moodle (<http://moodle.org>), Platonus (<https://platonus.kz/ru>).

Для подготовки контента преподавателями используются такие программы, как Camtasia, Bandicam, Movavi и др.

Camtasia – это программное обеспечение для захвата видео с экрана, разработанное компанией TechSmith. Программа позволяет пользователю записывать звук с микрофона или динамиков, а также разместить на экране видеоматериалы с Web-камеры.

Bandicam – это компактная программа записи экрана для Windows, которая может записывать все, что происходит на экране ПК, в формате высококачественного видео. Также можно выполнять запись определенной части экрана или игр, использующих графические технологии DirectX/OpenGL/Vulkan.

Movavi – это конвертер видео, а также аудио, видео и фоторедактор в одной программе.

Студенты могут использовать мобильный Web-браузер для изучения дополнительных учебных и контролирующих материалов в глобальной сети Интернет (Web-страницы, видеоуроки и пр.).

Кроме того, студенты могут использовать мобильные приложения из онлайн-магазинов, таких как Google Play (<https://play.google.com>), AppStore (<https://www.apple.com/iphone/appstore>), 1Mobile Market (<http://1mobile-market-download.com/ru>), Windows Phone Store (windowsphone.com/store), BlackBerry World (appworld.blackberry.com) и др.

Мобильное обучение предполагает некоторые изменения в учебном процессе. Рассмотрим некоторые из них:

– В процессе мобильного обучения передача знаний и умений студентам происходит обязательно с применением мобильных устройств, которые выступают как средством организации и управления учебной деятельностью, так и дополнительной коммуникации с преподавателем и другими студентами, внутри учебной группы.

– В процессе общения преподавателя и студентов, а также студентов между собой применяются чаты, форумы, e-mail, видеоконференции, социальные сети (куда в последнее время преподаватели стали все чаще выкладывать полезную для студентов информацию), осуществляется обмен файлами.

– В процессе мобильного обучения изменяется классическая форма подачи учебного и организационного контента. Студент изучает контент на небольшом экране смартфона, то есть текст, видеолекции, презентации и пр. учебные, контролирующие и организационные материалы необходимо переработать, сократить и тщательно поэкранно структурировать.

– При подготовке мобильного контента необходимо учитывать применение сенсорного (англ. touch), а не консольно-мышкового управления.

– Память мобильного устройства значительно меньше (и медленнее), чем у стационарного компьютера. Как следствие, для хранения информации необходимо применять такие современные сервисы, как облачные хранилища, хостинги медиаданных.

– Педагогический контроль и мониторинг процесса обучения осуществляется с помощью мобильного тестирования, в том числе в игровой форме; посредством опросов в форумах и чатах; подготовки отчетов по учебным проектам и исследованиям.

Например, для проверки знаний одного или группы студентов могут использоваться Web-браузеры (расположенные на мобильных устройствах студентов) и мобильные викторины со множеством выборов Kahoot! (<http://marinakurvits.com/kahoot>).

Таким образом, можно выделить ряд преимуществ мобильного обучения:

– реализация необходимого современному образованию дистанционного дополнения к очному обучению;

– открытый доступ к образовательным ресурсам в любое время, в любом месте (7/24);

– оперативное представление информационно-справочной информации;

– быстрое и качественное общение преподавателей и студентов, а также студентов между собой независимо от их местоположения;

– применение мобильных устройств снижает информационное неравенство студентов и создает благоприятные условия для обеспечения им равного доступа к учебному контенту.

Несмотря на плюсы, также имеются определенные недостатки мобильного обучения:

– длительное время использования мобильных устройств оказывают негативное влияние на здоровье студентов;

– идет спад объема освоенных знаний и умений, так как контакт между студентами и преподавателем уменьшается;

– неумение работать с мобильным устройством приводит к возникновению трудностей в изучении дисциплин;

– потеря концентрации при изучении объемных текстовых материалов.

Итак, мы считаем, что применение мобильного обучения создает условия для обеспечения равного доступа (с помощью мобильных устройств) к электронным образовательным ресурсам, для снижения информационного неравенства студентов. Мобильное обучение становится управляемым процессом, выявляются основные характеристики процесса; формируется система диагностики и мониторинга; разрабатывается система мер по коррекции и предупреждению отклонений (рисунок 1).

Кроме того, освоение студентами и преподавателями мобильного программного обеспечения и Интернет технологий, практическая работа с голосовой связью, различными форматами аудио и видео файлов; обмен сообщениями, пересылка графики, Интернет-браузеры и др., обеспечивают студентам благоприятные условия для достижения ими высокого уровня знаний и умений в области информационных и коммуникационных технологий; для расширения кругозора и получения межпредметных у внутри предметных связей.

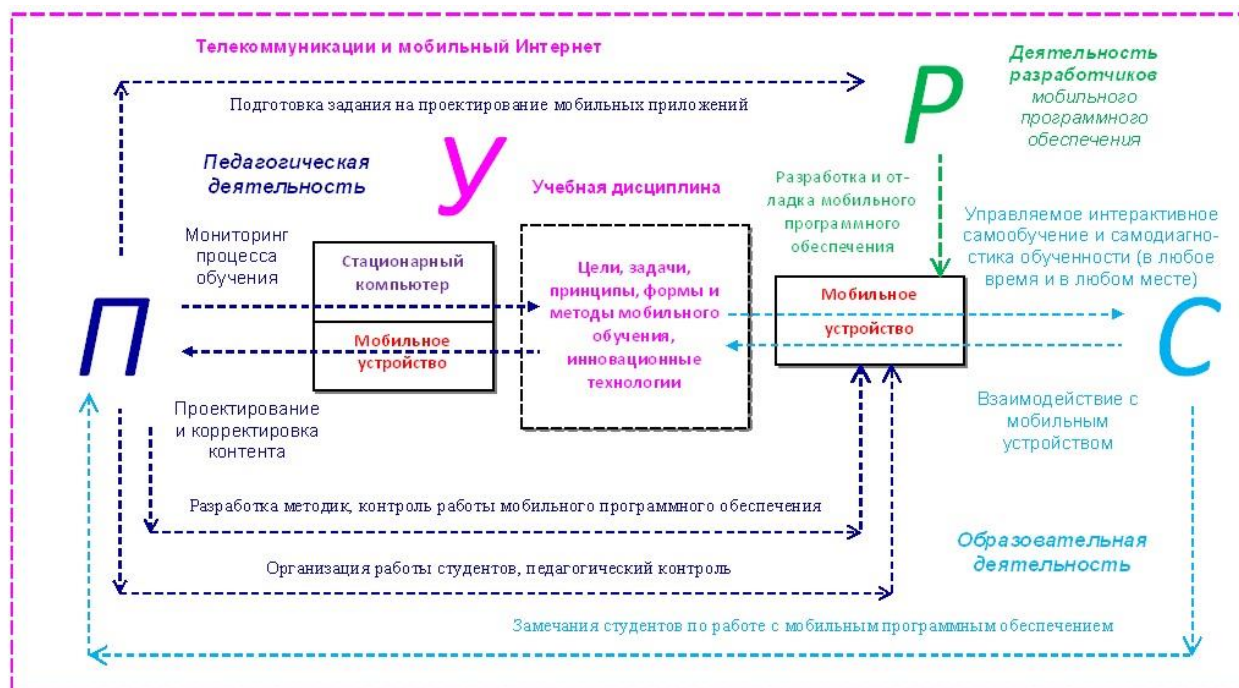


Рисунок 1 – Структура деятельности преподавателя и студента в процессе мобильного обучения

Литература:

1. Куклев В. А. Становление системы мобильного обучения в открытом дистанционном образовании: Автореф. дис. докт. пед. наук. – Ульяновск, 2010. – 46 с.
2. Новые возможности использования мобильных устройств в учебном процессе вуза // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 71–76.
3. Смагулова М.Б. Смарт технологияны қолдану тиімділігі // «"Өрлеу" біліктілікті арттыру ұлттық орталығы» акционерлік қоғамының филиалы. Батыс Қазақстан облысы бойынша педагогикалық қызметкерлердің біліктілігін арттыру институты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zkoipk.kz/kz/2015smart2/1393-conf.html>.
4. Хашими С. Разработка приложений для Android / С. Хашими, С. Коматинени, Д. Маклин. – СПб.: Питер, 2011. – 736 с.
5. Valérie Viet Triem Tong, Aurélien Trulla, Mourad Leslous, Jean-François Lalande. Information flows at OS level unmask sophisticated Android malware // 14th International Conference on Security and Cryptography. – Madrid: SciTePress. – 2017. – N 6. – P. 578–585.
6. Как учатся на карантине казахстанские студенты // inform БЮРО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://informburo.kz/stati/nam-prosto-skidyvayut-zadaniya-na-platonus-i-vsyo-kak-uchatsya-na-karantine-kazahstanskie-studenty.html>.
7. Министерство образования Казахстана готовится к дистанционному обучению? Как же будем учиться в 2020-2021 учебном году во время карантина // Педагогический форум Казахстана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pedforum.kz/news/1124-ministerstvo-obrazovaniya-kazahstana-vedet-gotovitsja-k-distancionnomu-obucheniju-kak-zhe-budem-uchitsja-v-2020-2021-uchebnom-godu-vo-vremja-karantina.html>.
8. Дистанционное обучение в условиях карантина и после // Учительская плюс: областная еженедельная общественная информационно-образовательная газета. [Электронный ресурс]. Режим

доступа: <https://uchitelskaya.kz/vse-rubriki/shkola-xxi-veka/modernizacziya-obrazovaniya/distanczionnoe-obuchenie-v-usloviyah-karantina-i-posle>.

9. Ramiz A. Mitigating Higher Educational Challenges through Blended Learning: A Maldivian Experience // The International Journal of E-Learning and Educational Technologies in the Digital Media (IJETDM). – 2016. – N 2(3). – P. 95–104. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdiwc.net/digital-library/mitigating-higher-educational-challenges-through-blended-learning-a-maldivian-experience>.

10. Hamdan Hani. A mobile health monitoring application for obesity management and control using the internet-of-things // International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC 2016). – Beirut, Lebanon. – 2016. – P. 19–24.

11. Kenshiro Fujii, Nobuyuki Nishiuchi. A Usability Evaluation Considering Difference of Prototype // Proceedings of The Second International Conference on Electronics and Software Science (ICESS2016). – Japan. – 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdiwc.net/digital-library/a-usability-evaluation-considering-difference-of-prototype.html>.

12. Smart-технологии в высшем образовании // Научно-методическая конференция «Smart-технологии в образовании: портрет выпускника 2020». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://library.fa.ru/exhib.asp?id=199#top>.

Поступила 16 ноября 2020 г.

МРНТИ 81.93.29

УДК 002:004.056

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПРИ ПЕРЕНОСЕ ПРИМЕСЕЙ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Когай Г.Д.¹, Те А.Л.², Дрозд В.Г.³, Спанова Б.Ж.³, Тен Т.Л.³

¹Карагандинский технический университет

²Алматинская академия экономики и статистики

³Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза

Республика Казахстан

e-mail: g.kogay@mail.ru ,saба_86@mail.ru ,vgdrozd@mail.ru, sbg789@mail.ru, tentl@mail.ru

Работа посвящена актуальным проблемам изучения статистических характеристик вихревых структур. Рассматриваются интенсивности турбулентных пульсаций скорости при математическом описании турбулентных пульсаций. Используются статистико-феноменологические теории турбулентного переноса. С помощью вероятно-статистической модели выполняются различные варианты расчета траекторий частиц газовой примеси в турбулентном потоке. Рассчитывается концентрация вредных газовых примесей. Проводится оценка динамики происходящих в примеси изменений. Определяются интенсивности турбулентных пульсаций в соответствующих направлениях. Выполняются методические расчеты переноса газовых примесей от точечных и линейных источников. Демонстрируются результаты расчетов переноса вредных газовых примесей от линейных источников на горизонтальном сечении.

Ключевые слова: турбулентное движение, атмосфера, газовые примеси, хаотические пульсации, турбулентная диффузия, неупорядоченный процесс, ядро потока, уравнение движения, гидравлическое сопротивление, вихревое течение.

Жұмыс құйынды құрылымдардың статистикалық сипаттамаларын зерттеудің өзекті мәселелеріне арналған. Турбулентті пульсацияның қарқындылығы турбулентті пульсацияның математикалық сипаттамасында қарастырылады. Турбулентті тасымалдаудың статистикалық-феноменологиялық теориялары қолданылады. Ықтимал статистикалық модельді пайдаланып, турбулентті ағындағы газ қоспалары бөлшектерінің траекториясын есептеудің әртүрлі нұсқалары орындалады. Зиянды газ қоспаларының концентрациясы есептеледі. Қоспада болатын өзгерістер динамикасы бағаланады. Тиісті бағыттардағы турбулентті пульсациялардың қарқындылығы анықталады. Газ қоспаларын нүктелік және сызықтық көздерден тасымалдаудың әдістемелік есептеулері орындалады. Сызықтық көздерден зиянды газ қоспаларын горизонталь учаске бойынша тасымалдаудың есептеулерінің нәтижелері көрсетілген.

Тірек сөздер: турбулентті қозғалыс, атмосфера, газ қоспалары, ретсіз пульсациялар, турбулентті диффузия, ретсіз процесс, ағын өзегі, қозғалыс теңдеуі, гидравликалық кедергі, құйынды ағын.

The work is devoted to topical problems of studying the statistical characteristics of vortex structures. The intensities of turbulent velocity pulsations are considered in the mathematical description of turbulent pulsations. Statistical-phenomenological theories of turbulent transport are used. Using the probable-statistical model, various options for calculating the trajectories of gas impurity particles in a turbulent flow are performed. The concentration of harmful gas impurities is calculated. The dynamics of the changes occurring in the admixture is assessed. The intensities of turbulent pulsations in the corresponding directions are determined. Methodical calculations of the transport of gas impurities from point and linear sources are performed. The results of calculations of the transfer of harmful gas impurities from linear sources on a horizontal section are demonstrated.

Keywords: *turbulent motion, atmosphere, gas impurities, chaotic pulsations, turbulent diffusion, disordered process, flow core, equation of motion, hydraulic resistance, vortex flow.*

Введение. Атмосфера, как газовая оболочка планеты, представляет собой особо сложную турбулентную и динамическую систему, в которой постоянно протекают различные динамические и физико-химические процессы. Проблемными вопросами, при описании переноса вредных примесей в атмосфере, становятся математическое моделирование нестационарности и постоянной изменчивости как газового, так и аэрозольного состава атмосферы, а также оценивание влияния на окружающую среду атмосферных примесей.

Для турбулентного движения атмосферы присущи характерные беспорядочные и хаотические пульсации вектора скорости во всех точках потока и во всех направлениях, которые придают для всех протекающих процессов стохастический характер изменений. Образование специфической турбулентной диффузии и беспорядочного интенсивного перемешивания, являются прямым следствием хаотических пульсационных движений, которые в большей степени превосходят молекулярную турбулентную вязкость газа и более равномерное течение, по сравнению с ламинарным течением, происходит распределение осредненной скорости и даже резкое ее снижение в области пристенка, а также большой рост потерь на трение.

С этой целью требуется разработать модели динамической изменчивости состава атмосферы. При этом, применяемая статистическая теория будет требовать предварительных данных о турбулентных характеристиках воздушного потока. Исходя из этого, наибольшее распространение в теории и практике, стали получать статистико-феноменологические теории турбулентного переноса, которые характеризуют себя масштабом и интенсивностью или иначе, кинетической энергией пульсационного движения и скоростью перехода в энергию неупорядоченных процессов. Наряду с системой уравнений осредненного турбулентного потока, для описания процессов турбулентного переноса, также задействована система уравнений баланса пульсационной энергии, а для обеспечения замыкания всех уравнений системы принимаются еще и дополнительные гипотезы.

Основные результаты. Чаще всего принимается, что стохастическое движение может определяться только турбулентностью потока, а взаимовлиянием их частиц можно и пренебречь. При этом, для определения диффузионного поведения и коэффициента турбулентной диффузии частиц из-за сложной турбулентной структуры потока, в зависимости от параметров этого потока и характеристик его частиц, принимаются существенные упрощающие допущения. Кроме этого, принято применять допущения о

наблюдаемой изотропной турбулентности, которые с удовлетворительной степенью точности подтверждаются данными экспериментальных исследований в обычных условиях.

К главному недостатку для всех диффузионных моделей следует отнести допущение об однородности имеющегося поля турбулентных пульсаций действующих по всем направлениям, к тому же, сложившийся характер движения дисперсной фазы в исследуемом турбулентном потоке несет в себе вероятно-стохастический характер, и всякие попытки по его описанию детерминированными зависимостями будут существенно снижать качественные возможности проведенного анализа и эффективности принятия управленческих решений. Как показывает практика, в большинстве случаев, применение детерминированных методов дает возможность определять только усредненные или ориентировочные значения параметров и характеристик процесса, что достаточно часто ведет к необходимости включения в систему уравнений эмпирических коэффициентов или снижению уровня точности в расчетах. Применение диффузионных моделей ведет, кроме этого, и к потребности введения не имеющих четкого физического смысла неопределенных коэффициентов эффективной диффузии или продольного перемешивания.

Основной причиной, вызывающей турбулентную пульсацию в газовом потоке, являются его локальные выбросы из неустойчивой зоны пристенной области с существенным уровнем значимости градиента скорости и периодичностью. Такие локальные выбросы порождают вихри, которые направлены в ядро потока и тем самым дополнительно стимулируют формирование новых выбросов. Сопоставимость масштаба первичных вихрей имеет сходство с масштабом газового потока, а его скорость сопоставима со скоростью течения, но при этом его частота сравнительно низкая. Движение крупных вихрей, в турбулентном потоке, имеет весьма низкую устойчивость и по ходу может порождать другие более мелкие локальные вихри, а далее за ними еще более мелкие и так вплоть до мельчайших. Внутри мельчайших вихрей течение носит ламинарный характер. Следует отметить, что на движении мелкомасштабных вихрей не сказывается общее направление газового потока, т.е. пульсации практически изотропны и все направления равновероятны, а частота пульсаций для данных условий максимальна и постоянна [1].

Выполнение подстановки выражений в систему уравнений движения Навье-Стокса и путем усреднения по пространству и по времени приводит к системе уравнений движения Рейнольдса, в состав которых включены добавочные касательные напряжения, вызывающие повышение гидравлического сопротивления и уровня вязкости. Уэмпирические или статистические теории турбулентности применяются для достижения замыкания системы уравнений, а также применяются аналогии между молекулярными и турбулентными напряжениями, где участвуют экспериментальные данные о статистических связях между пульсациями по времени и в пространстве.

Для любой точки газового потока мгновенная скорость атмосферы в каждом направлении распространения представляется как сумма осредненной скорости и скорости пульсаций:

$$u = \bar{u} + u' , \quad v = \bar{v} + v' , \quad w = \bar{w} + w' , \quad (1)$$

Уровень значимости скорости турбулентных пульсаций определяет скорость трения (динамическая скорость) – усредненное значение поперечной и продольной скоростей, которые составляют общую скорость пульсаций:

$$\omega^* = \sqrt{(\omega'_z \omega'_y)} = \sqrt{\tau_0 / \rho} \quad (2)$$

Параметр масштабирования турбулентности демонстрирует не столько среднюю, сколько более вероятную размерность турбулентных вихрей. В развернутом турбулентном газовом потоке максимальный параметр масштабирования пульсаций сопоставим с характерным диаметром (размером) канала $l_{max} \sim D$, а самый минимальный определяется сложившимися условиями вязкостной диссипации части кинетической энергии пульсации $l_{min} \sim R/Re^{0,75}$. Проводимые экспериментальные исследования спектра поперечных и продольных скоростей турбулентных пульсаций демонстрируют то, что будут весьма вероятны те турбулентные пульсации, для которых скорость пропорциональна скорости потока газа.

В применяемой полуэмпирической теории турбулентности задействовано понятие пути смешения (перемешивания), т.е. это такое расстояние, на котором турбулентный вихрь станет терять свою целостность. При проведении анализа турбулентной вязкости вблизи стенки, получаемая длина пути перемешивания – l_m чаще всего берется пропорционально расстоянию до стенки – ($l_m = k^* y$), где коэффициент турбулентности или турбулентной структуры k^* (коэффициент пропорциональности) принимается $k^* \approx 0,4$ или находится опытным путем. Число происходящих изменений амплитудных значений пульсационной скорости в единицу времени характеризует частота турбулентных пульсаций. Формируемые статистические характеристики для среднечастотной турбулентности не находятся в зависимости от вязкости и плотности среды, зависят от величины скорости диссипации энергии. Проводится вычисление нижнего предела частоты крупномасштабных турбулентных пульсаций масштаба D:

$$\omega_0 \approx \omega_{cp} / D. \quad (3)$$

Для общего случая вычисляется скорость пульсационного движения газовой среды по интегральной формуле Фурье [2,3]

$$\omega'(t) = \int_0^\infty (A \cos \omega t + B \sin \omega t) d\omega, \quad (4)$$

где ω – значение угловой частоты турбулентных пульсаций, c^{-1} ; А и В – коэффициенты:

$$A = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega' \cos \omega t dt, \quad B = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega' \sin \omega t dt. \quad (5)$$

Однако в формульном представлении турбулентных пульсаций динамика изменения скорости пульсационного движения среды во всех направлениях обычно представляется моногармонической функцией

$$\omega'(t) = W \cdot \sin(\omega t), \quad (6)$$

где W – амплитуда скорости пульсаций, м/с [3].

Проведем численную реализацию вероятно-статистического моделирования по распространению вредных газовых примесей от автотранспортных средств в атмосфере городского конгломерата.

Частица примеси может делать перемещение в атмосфере вместе с газовыми потоками воздуха под влиянием внешних сил, так и за счет турбулентной диффузии под действием турбулентных пульсаций потока атмосферы. Следовательно, полученную траекторию движения частиц примеси можно рассматривать как общий суммарный случайный путь. Тогда, в любой момент времени, любая из ее координат может быть рассчитана как сумма случайной и детерминированной составляющих [4, 5]:

$$x(t) = \int_0^t u_x(t)dt + x'(t), \quad (7)$$

где $x(t)$ – временная проекция детерминированной скорости, м/с; $x'(t)$ – случайный процесс.

При рассмотрении перемещения частицы газовой примеси как повторяющиеся скачкообразные перемещения с длиной h через малые временные промежутки Δt в одной из степеней свободы перемещения в ортогональной системе координат x, y, z , тогда полученная траектория движения частиц будет представлять из себя трехмерную ломанную кривую, а вектор направления движения в каждый момент времени будет рассчитываться вероятностными характеристиками $p_i : p_{+x}, p_{-x}, p_{+y}, p_{-y}, p_{+z}, p_{-z}$. Тогда станет очевидно, что в любой момент времени:

$$p_{+x}(t) + p_{-x}(t) + p_{+y}(t) + p_{-y}(t) + p_{+z}(t) + p_{-z}(t) = 1. \quad (8)$$

При влиянии внешних сил в изотропной турбулентности и отсутствии конвективного движения, когда частица газовой примеси совершает лишь случайные перемещения, все вероятности одинаковы и векторные направления смещения равновероятны:

$$p_{+x}(t) = p_{-x}(t) = p_{+y}(t) = p_{-y}(t) = p_{+z}(t) = p_{-z}(t) = \frac{1}{6}.$$

Рассмотрим процесс переноса одной частицы газовой примеси из точечного источника. Примем, что направление ветра совпадает с осью Ox . В этом случае, можно перейти к двумерной системе координат x, z и в каждый момент времени рассматривать движение частиц газовой примеси только в одном из четырех возможных направлений. Тогда, вероятности каждого направления будут p_{+x}, p_{-x}, p_{+z} и p_{-z} ($p_{+x}(t) + p_{-x}(t) + p_{+z}(t) + p_{-z}(t) = 1$).

Очевидно, что при изотропной турбулентности и при отсутствии ветра $p_{+x} = p_{-x} = p_{+z} = p_{-z} = 1/4$. В случае присутствия ветрового воздействия совпадающего с направлением оси Ox , это влияние можно выразить путем соотношения соответствующих вероятностей направлений движения, т.е. при изотропной турбулентности в неподвижной системе координат и восходящем течении $p_{+x} > p_{-x} = p_{+z} = p_{-z}$.

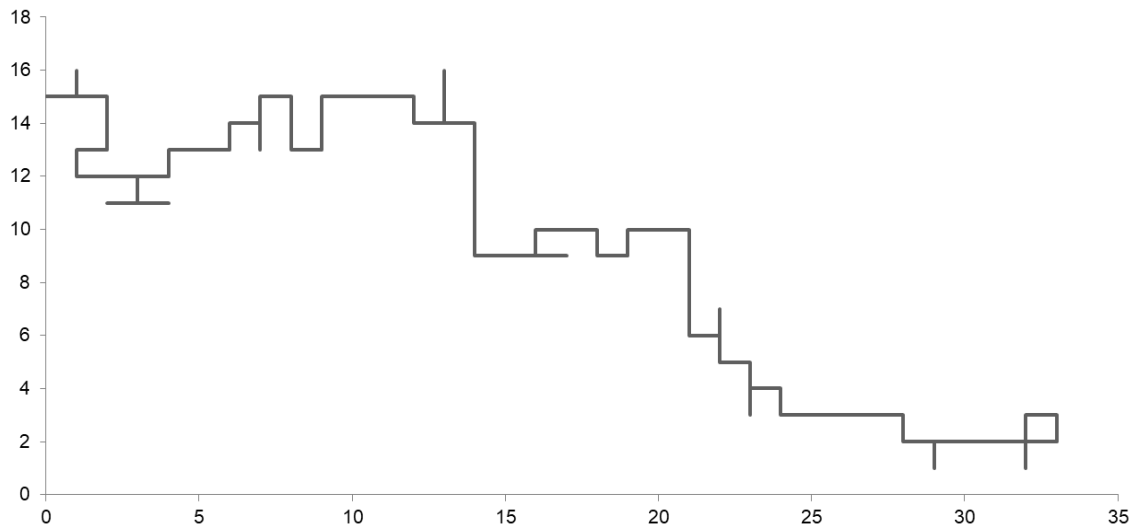


Рисунок 1 – Варианты расчета траектории одной частицы газовой примеси в турбулентном потоке ($p_{+x} = 0.7, p_{-x} = p_{+y} = p_{-y} = 0.1$ (100 шагов))

При известных значениях генератора случайных чисел и вероятностей p_i , с помощью выше описанной вероятно-статистической модели, на рисунках 1 и 2 соответственно отражены варианты результатов расчета возможных траекторий одной и десяти частиц газовой примеси в турбулентном потоке.

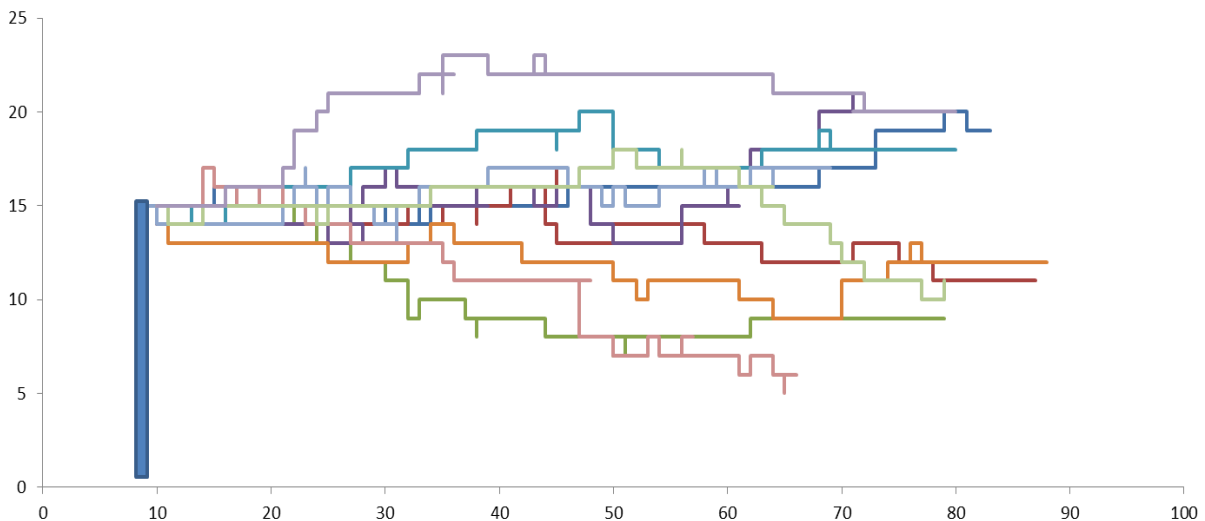


Рисунок 2 – Варианты расчета возможных траекторий десяти частиц газовой примеси в турбулентном потоке ($p_{+x} = 0.7, p_{-x} = p_{+y} = p_{-y} = 0.1$ (10x100 шагов))

Следует отметить, что в случае существования множества объемов выброса и множества источников вредных веществ, данный подход затруднит расчет. Поэтому, в каждом временном интервале любая частица может пребывать в одном из таких узлов сетки и любое из подобных положений следует воспринимать как вероятностное состояние частицы в

момент времени с соответствующей вероятностью $P(i, j, t)$ (i, j – номера узлов сетки) [7].

Представим, что получены вероятности всех возможных положений частицы в определенный момент времени t , и проанализируем динамику изменения вероятности пребывания частицы в определенном положении (i, j) через короткий временной период Δt .

Вероятность частицы $P(i, j, t + \Delta t)$ в момент времени $t + \Delta t$ определяется в двух случаях: первое, это когда из положения (i, j) вытекают в соседние узлы ($(i - 1, j)$, $(i + 1, j)$, $(i, j - 1)$ и $(i, j + 1)$); второе, когда втекают из соседних узлов ($(i - 1, j)$, $(i + 1, j)$, $(i, j - 1)$ и $(i, j + 1)$) (рисунок 3). Можно предположить, что в любой временной период $t + \Delta t$, в положении (i, j) определяется вероятное направление перехода частицы $P_{l,i,j}^{n+1}$ ($l = +x, -x, +z, -z$), и соответственно то, что вытекает – отнимается, а то, что втекает – добавляется [8].

Следовательно, итоговое уравнение по определению вероятности нахождения частицы в положении (i, j) в определенный момент времени $t + \Delta t$ выглядит следующим образом:

$$P_{i,j}^{n+1} = P_{i,j}^n + p_{+x,i,j}^{n+1} P_{i-1,j}^n + p_{-x,i,j}^{n+1} P_{i+1,j}^n + p_{+z,i,j}^{n+1} P_{i,j-1}^n + p_{-z,i,j}^{n+1} P_{i,j+1}^n - (p_{+x,i,j}^{n+1} + p_{-x,i,j}^{n+1} + p_{+z,i,j}^{n+1} + p_{-z,i,j}^{n+1}) P_{i,j}^n \quad (9)$$

где $P_{i,j}^{n+1}$ – вероятность нахождения частицы в определенный момент времени $t + \Delta t$ в положении (i, j) , $p_{+x,i,j}^{n+1}$ – вероятность переходов в соответствующее положение (i, j) в момент времени $t + \Delta t$ из положения (i, j) [4].

При $\mu_l(i, j)\Delta t \ll 1$ для рекуррентного пуассоновского потока событий получаем:

$$p_{l,i,j}^{n+1} = 1 - \exp[-\mu_l(i, j)\Delta t] \approx 1 - [1 - \mu_l(i, j)\Delta t] = \mu_l(i, j)\Delta t \quad (10)$$

где μ_l ($l = +x, -x, +z, -z$) – интенсивность переходов в турбулентном потоке, которые определяются уровнем интенсивности турбулентных пульсаций, c^{-1} .

Аналоги данных приближений возможно записывать и для всех остальных переходов, выполняя соответствующие обозначая $\mu_{l,i,j}$. В этом случае, уравнение (9) примет вид:

$$P_{i,j}^{n+1} = P_{i,j}^n + \mu_{+x,i,j}\Delta t P_{i-1,j}^n + \mu_{-x,i,j}\Delta t P_{i+1,j}^n + \mu_{+z,i,j}\Delta t P_{i,j-1}^n + \mu_{-z,i,j}\Delta t P_{i,j+1}^n - (\mu_{+x,i,j} + \mu_{-x,i,j} + \mu_{+z,i,j} + \mu_{-z,i,j}) P_{i,j}^n \Delta t \quad (11)$$

Из выражения (11) получаем:

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^n}{\Delta t} = \mu_{+x,i,j} P_{i-1,j}^n + \mu_{-x,i,j} P_{i+1,j}^n + \mu_{+z,i,j} P_{i,j-1}^n + \mu_{-z,i,j} P_{i,j+1}^n - (\mu_{+x,i,j} + \mu_{-x,i,j} + \mu_{+z,i,j} + \mu_{-z,i,j}) P_{i,j}^n \quad (12)$$

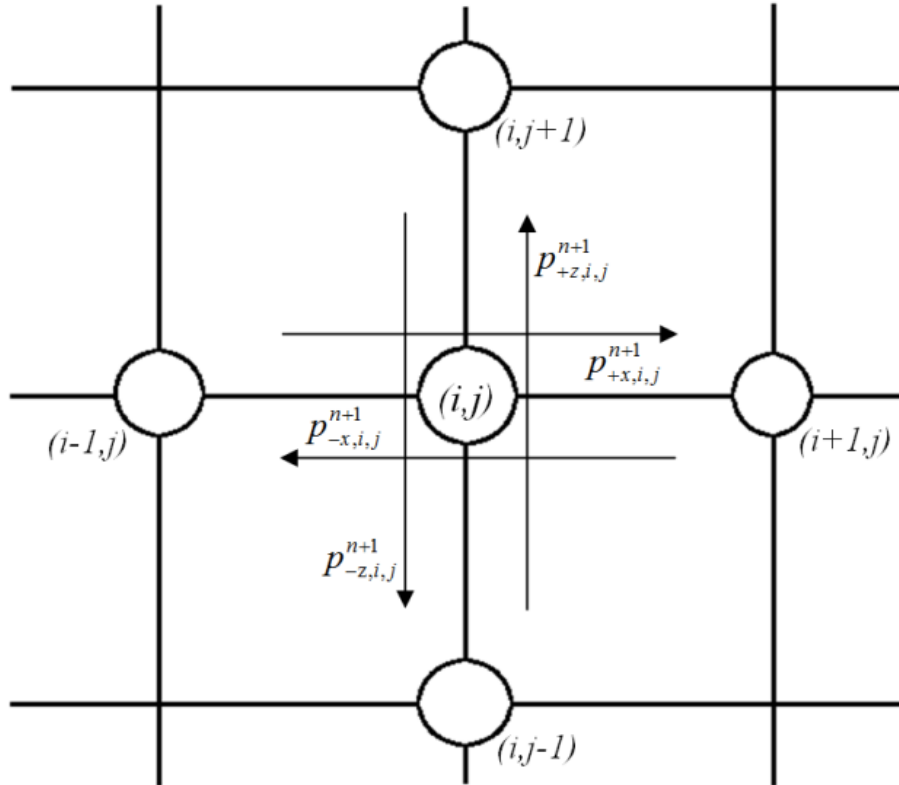


Рисунок 3 – Схемы направлений переходов частицы

Делая переход к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получаем дифференциальное уравнение относительно вероятности нахождения частицы в определенный момент времени t в точке (i, j) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial t} = & \mu_{+x,i,j} P_{i-1,j}^n + \mu_{-x,i,j} P_{i+1,j}^n + \mu_{+z,i,j} P_{i,j-1}^n + \\ & + \mu_{-z,i,j} P_{i,j+1}^n - (\mu_{+x,i,j} + \mu_{-x,i,j} + \mu_{+z,i,j} + \mu_{-z,i,j}) P_{i,j}^n \end{aligned} \quad (13)$$

В любом положении $P_{i,j}^n$ вероятность нахождения одиночной частицы в соответствии с законом больших чисел одновременно будет означать долю частиц $N(i, j, t)/N$ от их общего числа в системе, которые находятся в момент времени t в элементарном объеме $v(i, j)$ сечением $h_x \times h_z$, т.е.:

$$P_{i,j}^n = \frac{N(i, j, t)}{N} = \varphi_{i,j}^n \frac{V(i, j)}{N} \quad (14)$$

где $\varphi_{i,j}^n$ – локальная численная концентрация газовых примесей, m^{-3} .

Выполнив подстановки в уравнения, получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} \frac{V(i, j)}{N} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = & \mu_{+x,i,j} \frac{V(i, j)}{N} (\varphi_{i-1,j}^n - \varphi_{i,j}^n) + \mu_{-x,i,j} \frac{V(i, j)}{N} (\varphi_{i+1,j}^n - \varphi_{i,j}^n) + \\ & + \mu_{+z,i,j} \frac{V(i, j)}{N} (\varphi_{i,j-1}^n - \varphi_{i,j}^n) + \mu_{-z,i,j} \frac{V(i, j)}{N} (\varphi_{i,j+1}^n - \varphi_{i,j}^n) \end{aligned} \quad (15)$$

Принимая во внимание, что элементарный объем и общее число делений постоянная величина, добавляем функцию, которая описывает источники выбросов вредных веществ в полученное уравнение:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \mu_{+x,i,j}(\varphi_{i-1,j}^n - \varphi_{i,j}^n) + \mu_{-x,i,j}(\varphi_{i+1,j}^n - \varphi_{i,j}^n) + \mu_{+z,i,j}(\varphi_{i,j-1}^n - \varphi_{i,j}^n) + \mu_{-z,i,j}(\varphi_{i,j+1}^n - \varphi_{i,j}^n) + f \quad (16)$$

где f – функция, описывающая источник выброса вредных веществ.

При заданных начальных и граничных условиях система дифференциальных уравнений (16) дает возможность рассчитать концентрацию вредных газовых примесей и оценить динамику ее изменения. Рассмотрим два вида граничных условий: 1. свободная граница; 2. твердая стенка. Для свободной границы уберем те слагаемые, которые выходят за пределы границы. Например, на границе $x = X$:

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{x=X} = \mu_{+x,n_1,j}(\varphi_{n_1-1,j}^n - \varphi_{n_1,j}^n) + \mu_{-x,n_1,j}(-\varphi_{n_1,j}^n) + \mu_{+z,n_1,j}(\varphi_{n_1,j-1}^n - \varphi_{n_1,j}^n) + \mu_{-z,n_1,j}(\varphi_{n_1,j+1}^n - \varphi_{n_1,j}^n) + f \quad (17)$$

Это будет означать, что из расчетной области примесь беспрепятственно вытекает, но при этом не втекает.

Тогда, при необходимости, возможно рассчитывать объемы выведенных из расчетной области примесей для определения самоочищения атмосферы ветровыми режимами.

В случае, если границей является твердая стенка, например, на границе $z = 0$:

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{z=0} = \mu_{+x,i,1}(\varphi_{i-1,1}^n - \varphi_{i,1}^n) + \mu_{-x,i,1}(\varphi_{i+1,1}^n - \varphi_{i,1}^n) + \mu_{+z,i,j}(-\varphi_{i,1}^n) + \mu_{-z,i,1}(\varphi_{i,2}^n) + f. \quad (18)$$

Тогда, примесь не вытекает и не втекает. Подобным образом возможно получить граничные условия для всех других границ рассматриваемой области.

Расчетные значения интенсивности переходов $\mu_{+x,i,j}$, $\mu_{-x,i,j}$, $\mu_{+z,i,j}$ и $\mu_{-z,i,j}$ определяются интенсивностями турбулентных пульсаций и детерминированными скоростями в соответствующих направлениях. Скорость частиц газовых примесей для любых направлений рассчитывается в суммовом выражении детерминированной и случайной составляющих:

$$u = \bar{u} + u' \quad (19)$$

В этом случае, общая интенсивность переходов вдоль любой из осей определяется суммой осредненной детерминированной скорости и турбулентных пульсаций.

$$\mu_{+x} = u + \mu_{+x}, \quad \mu_{-x} = |-u| + \mu_{-x}, \quad \mu_{+z} = w + \mu_{+z}, \quad \mu_{-z} = |-w| + \mu_{-z}$$

где u, w – компоненты скорости ветра.

При отсутствии ветра в атмосфере, интенсивности турбулентных пульсаций для всех направлений следует считать одинаковыми, т.е. $\mu_{+x} = \mu_{-x} = \mu_{+z} = \mu_{-z}$.

Если принять, что вектор направления ветра совпадает с направлением оси Ox , то интенсивности переходов будут определяться следующим образом:

$$\mu_{+x} = \bar{u}_x + \mu_{+x}, \mu_{-x} = \mu_{+z} = \mu_{-z}$$

При расчетной реализации уравнений (16) из интенсивности переходов $\mu_{+x,i,j}$, $\mu_{-x,i,j}$, $\mu_{+z,i,j}$ и $\mu_{-z,i,j}$ только один из них принимает значение 1, а остальные 0. Такой подход обеспечит выполнение условий (8). И тот из них, который примет значение 1, определяется на базе генератора случайных чисел.

Проведем с помощью вероятностно-стохастической модели методические расчеты переноса газовых примесей от точечных и линейных источников [9, 10].

На рисунках 4 и 5 отражено воздействие скоростного режима ветра на точечный источник. Например, при скорости ветра 3 м/с газовая примесь быстрее смещается, даже не успевая включиться в диффузионные процессы (рисунок 4). При скорости ветра в 1 м/с процесс переноса газовой примеси протекает медленнее (рисунок 5).

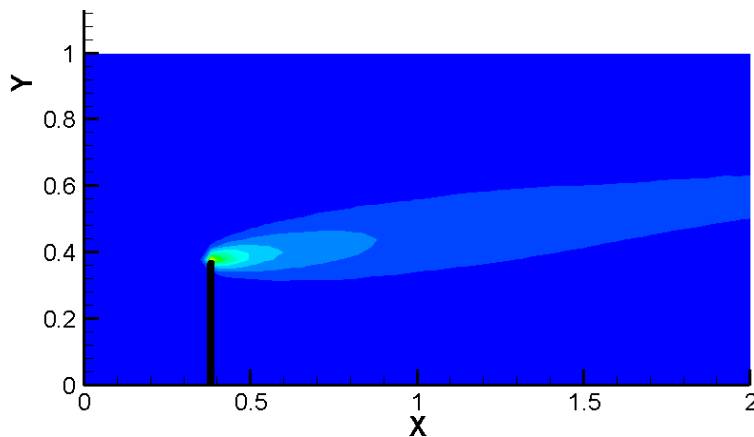


Рисунок 4 – Воздействие скоростного режима ветра при скорости ветра 3м/с, точечный источник

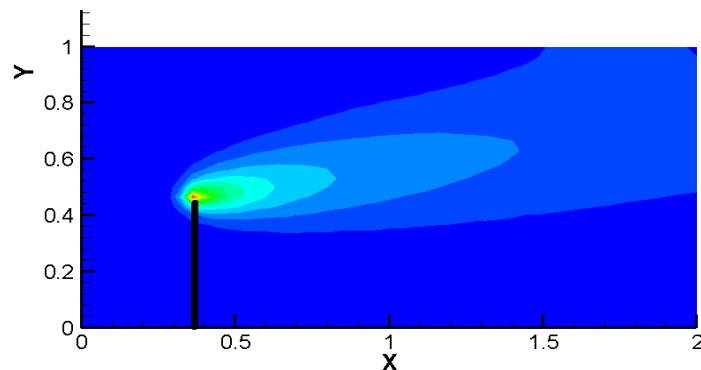


Рисунок 5 – Воздействие скоростного режима ветра при скорости ветра 1м/с, точечный источник

На рисунках 6 и 7 представлены результаты расчетов переноса вредных газовых примесей от линейных источников на горизонтальном сечении.

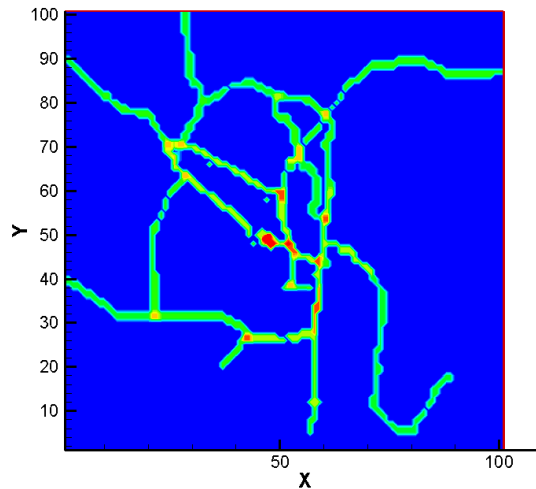


Рисунок 6 – Входные данные о переносе вредных газовых примесей от линейного источника

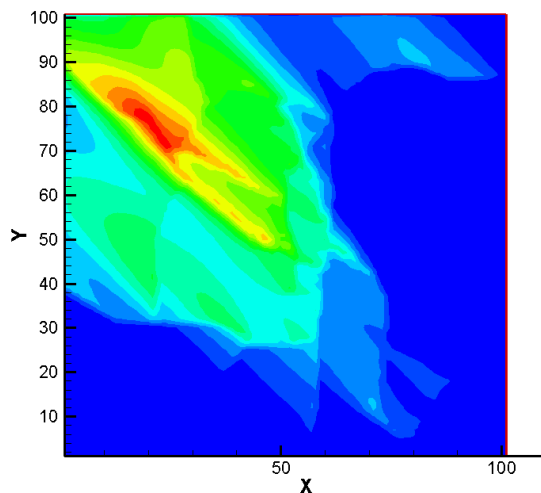


Рисунок 7 – Распространение вредных газовых примесей от линейного источника при скорости ветра 5м/с в северо-западном направлении

Таким образом, можно констатировать, что использование даже упрощенной методики вероятностно-стохастического моделирования предоставляет хорошие возможности построить эффективные численные алгоритмы расчета, тем самым, существенно сократить объем вычислений без потери их точности.

Литература:

1. Лапин Ю. В., Стрелец М. Х. Внутренние течения газовых смесей. – Москва: Наука, 1989. – 368с.
2. Белов И. А., Исаев С. А. Моделирование турбулентных течений. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ, 2001. – 108 с.

3. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений. – Москва: Физматлит, 2008. – 368 с.
4. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – Москва: Наука, 1987. – 840 с.
5. Монин А. С., Яглом А. М. Статистическая гидромеханика. Теория турбулентности. Том 1. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 694 с.
6. Илюшин Б.Б. Моделирование процессов переноса в турбулентных течениях. Учебное пособие Часть I. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 1999. – 155 с.
7. Вараксин А.Ю. Турбулентные течения газа с твердыми частицами. – Москва: Физматлит, 2003. – 192 с.
8. Вараксин А.Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами. – Москва: Физматлит, 2008. – 312 с.
9. Вараксин А.Ю., Ромаш М.Э., Копейцев В.Н. Торнадо. – Москва: Физматлит, 2011. – 344 с.
10. Разин А.Н. Моделирование неустойчивости и турбулентного перемешивания в слоистых системах – Саров: Издат. ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2010. – 414с.

Поступила 10 октября 2020 г.

МРНТИ 81.93.29

УДК 002:004.056

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРЯМЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Когай Г.Д.¹, Те А.Л.², Дрозд В.Г.³, Аяжанов К.С.³, Тен Т.Л.³

¹Карагандинский технический университет

²Алматинская академия экономики и статистики

³Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза

Республика Казахстан

e-mail: g.kogay@mail.ru ,saba_86@mail.ru ,vgdrozd@mail.ru, kuanysh1@mail.ru,
tentl@mail.ru

В статье рассматриваются методы решения прикладных задач электродинамики в случае слоистых и вертикально-неоднородных сред. Предложены алгоритмы первичной обработки георадарных данных. Исследованы показания георадара в фиксированной точке наблюдения с помощью метода «подбора». Проводится анализ частотной характеристики распределения энергии сигнала по частотным составляющим. Предлагается программная реализация определения глубины залегания объектов и относительную диэлектрическую проницаемость подповерхностной среды. Для решения поставленной задачи используется модуль определения глубины залегания и проводимости подповерхностных объектов. Расчетная часть выполнялась распространенным в вычислительной практике способом приближенного решения. В результате проведенного исследования разработаны численные методы решения прямых задач электродинамики.

Ключевые слова: электромагнитное возмущение, класс функций, физические поля, численные алгоритмы, физические характеристики, структура сред, прямая задача, уравнение модели, фиксированная точка.

Мақалада электродинамиканың қабатты және тігінен біртекті емес орта жағдайындағы қолданбалы мәселелерін шешу әдістері талқыланады. GPR деректерін алғашқы өңдеу алгоритмдері ұсынылған. Белгіленген бақылау нүктесіндегі георадардың көрсеткіштері «таңдау» әдісімен зерттелді. Жиілік компоненттері бойынша сигнал энергиясының таралуының жиіліктік реакциясын талдау жүзеге асырылады. Нысандардың тереңдігі мен жер асты ортасының салыстырмалы өткізгіштігін анықтайтын бағдарламалық қамтамасыз ету ұсынылған. Бұл мәселені шешу үшін жер қойнауы объектілерінің тереңдігі мен өткізгіштігін анықтайтын модуль қолданылады. Есептеу бөлімі есептеу практикасында кең таралған, жуықтап шешім әдісі арқылы жүзеге асырылды. Зерттеу нәтижесінде электродинамиканың тікелей есептерін шешудің сандық әдістері жасалды.

Тірек сөздер: электромагниттік бұзылулар, функциялар класы, физикалық өрістер, сандық алгоритмдер, физикалық сипаттамалар, орталардың құрылымы, тікелей есеп, модель теңдеуі, тіркелген нүкте.

The article discusses methods for solving applied problems of electrodynamics in the case of layered and vertically inhomogeneous media. Algorithms for the primary processing of GPR data are proposed. The readings of a georadar at a fixed observation point were investigated using the "selection" method. The analysis of the frequency response of the signal energy distribution by frequency components is carried out. A software implementation for determining the depth of objects and the relative permittivity of the subsurface medium is proposed. To solve this problem, a module for determining the depth and conductivity of subsurface objects is used. The computational part was carried out by the method of an approximate solution that is widespread in computational practice. As a result of the study, numerical methods have been developed for solving direct problems of electrodynamics.

Keywords: *electromagnetic disturbance, class of functions, physical fields, numerical algorithms, physical characteristics, structure of media, direct problem, model equation, fixed point.*

Введение. Актуальная и насущная необходимость применения аналитических и численных методов исследования задач электродинамики определяет потребность рассмотрения их в случае слоистых и вертикально-неоднородных сред. Исходная задача электродинамики, в случае специального выбора источника электромагнитного возмущения, сведена к серии одномерных задач для уравнения геоэлектрики. На основе метода «подбора» фиксированные точки измерения для класса вычисленных физических полей определяют класс функций, описывающих отклик среды.

Для решения подобных прикладных задач необходимо иметь зависимость амплитуды сигнала от глубины его отражения, а исходная радарограмма будет выражать зависимость амплитуды сигнала от времени отражения. Затем необходимо избавиться от различных помех, скрывающих полезный сигнал.

С этой целью следует рассматривать алгоритмы снижения уровня шума в радарограмме с использованием различных вейвлетов. Использовались: вейвлет Хаара и вейвлеты Добеши 4-порядка. Основная область применения вейвлетных преобразований – анализ и обработка сигналов и функций, нестационарных во времени и неоднородных в пространстве. Результаты такого анализа должны содержать частотную характеристику сигнала, распределение энергии сигнала по частотным составляющим. По сравнению с разложением сигналов на ряды Фурье вейвлеты способны с более высокой точностью представлять локальные особенности сигналов [1].

Основные результаты. В результате исследования подповерхностной среды, получим множество сигналов, полученных от приемной антенны для каждого измерения георадаром. Множество таких трасс визуализируется методом переменной плотности в виде изображения. Автоматизацию расчетных процессов следует реализовать на базе программного модуля, что позволит определять глубины залегания объектов и относительную диэлектрическую проницаемость подповерхностной среды. Местоположения подповерхностного объекта определяются вершиной гиперболы, строящейся по точкам максимальных значений амплитуд каждой трассы [2].

Для реализации поставленных задач разрабатывается алгоритм для интерпретации данных георадара по определению диэлектрической проницаемости и проводимости среды. С этой целью решены две практические обратные задачи. В начале определены параметры источника, генерируемого георадаром. По известному источнику, найдены относительная диэлектрическая проницаемость и проводимость среды. Задачи решаются на известных

средах, которые специально были подготовлены на полигоне. Для первой задачи создана однородная среда, для второй – локальная неоднородность, расположенная в горизонтально-слоистой однородной среде. Для второй задачи описан программный модуль определения глубины залегания и проводимости подповерхностных объектов [3].

Экспериментальные исследования проведены на полигоне с геологическим разрезом, содержащим идеально чистый песок и неоднородное включение «соляной купол» искусственного происхождения. Численный алгоритм позволяет определить вторичный источник, возбуждаемый неоднородным включением и, впоследствии, определить диэлектрическую проницаемость этого включения. Отклик среды, полученный от георадара, был очищен от шума и помех при помощи алгоритмов фильтрации и вейвлетов. Табличное представление отклика среды использовалось как дополнительная информация для решения обратной задачи по определению геофизических свойств локализованного объекта.

Полученные результаты демонстрируют как адекватность математической модели, так и возможность практического применения рассматриваемого метода для интерпретации радарограмм.

Исходная задача электродинамики, в случае специального выбора источника электромагнитного возмущения, сведена к серии одномерных задач для уравнения геоэлектрики [4]. Вертикально-неоднородные среды, рассмотрены нами как случаи наклонных сред, а также комбинации наклонных и слоистых сред, т.е. рассматриваются непрерывные (сглаженные среды). Для такого случая, нет разрывов коэффициентов физических характеристик сред, которые в случае разрывов, приводят к определенным трудностям при построении алгоритма решения прямой и, тем более, алгоритмов решения обратных задач, в последнем случае при построении градиента функционала невязки. На основе метода «подбора» фиксированные точки измерения для класса вычисленных физических полей определяет класс функций, описывающих отклик среды [5]. Из условия минимума квадратичного отклонения наблюдаемого поля (георадарные данные в фиксированной точке) и вычисленного физического поля, в силу теоремы единственности получаем искомую структуру среды, соответствующую данным георадара.

Рассмотрим алгоритм численного метода решения задачи электродинамики в слоистой среде. Метод «подбора» является распространенным в вычислительной практике способом приближенного решения уравнения вида:

$$Az = u, \quad \forall u \in U, \quad z \in F, \quad \text{где } U, F \text{ – метрические пространства.}$$

При использовании данного метода, задаваясь достаточно широким классом возможных сред, вычисляют соответствующие им вычисленные физические поля и выбирают в качестве решения задачи какую-либо возможную структуру среды, для которой вычисленное физическое поле мало отличающегося от наблюдаемого поля. Для элемента z некоторого заранее заданного подкласса возможных решений $M (M \subset F)$ вычисляется оператор Az , т.е. решается прямая задача. В качестве приближенного решения берется такой элемент z_0 из множества M , на котором невязка $\rho_u(Az_0, u) = \inf_{z \in M} \rho_u(Az, u)$, достигает минимума [6].

В нашем случае метод «подбора» осуществим следующим образом: пусть $M^{(1)}(\varepsilon_n, \sigma_n, \hbar_n^{(s)}), M^{(2)}(\varepsilon_n^{(s)}, \sigma_n, \hbar_n), M^{(3)}(\varepsilon_n, \sigma_n^{(s)}, \hbar_n)$ – классы возможных структур сред (геоэлектрический разрез), где $\hbar^{(s)} = \hbar^{(s-1)} + \delta\hbar^{(s)}$, $\sigma^{(s)} = \sigma^{(s-1)} + \delta\sigma^{(s)}$, $s=0,1,2,\dots$ – параметр вариации, \hbar – ширина слоев модели. Как отмечено выше решаем серию прямых задач $Az_j = u_j, j = \overline{1, n}$. Откуда нетрудно определить класс откликов сред, в фиксированной точке наблюдения, т.е. $z_j(x, t) = g^j(t)$. Пусть показания прибора (георадара), в точке наблюдения известно, т.е. $f^j(t)$. Согласно методу «подбора», вычисляем невязку $\rho_u^j(Az_j^*, u) = \inf_{z_j \in M} \rho_u(Az; u_j)$. Полученное расчетное значение формирует минимум невязки отклика среды из класса сред, тем самым будет решена задача интерпретации данных георадара.

Была создана совокупность данных решения алгоритма для построения класса возможных вычисленных физических полей, для набора моделей геологического разреза в случае слоистых сред. Приведем способы формирования класса возможных структур сред, как показано на рисунках 1–3.

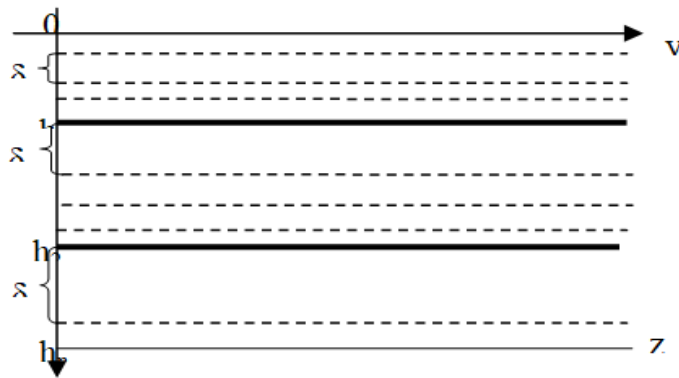


Рисунок 1 – Вариации по глубине мощности слоев

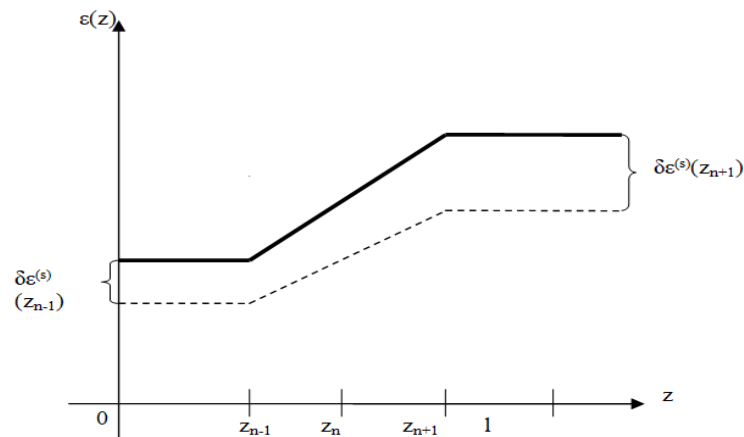


Рисунок 2 – Вариации по параметру-диэлектрической проницаемости

При помощи варьирования основных характеристик сред (диэлектрическая проницаемость, проводимость сред, мощности слоев) был создан достаточно широкий класс возможных сред. Далее были решены серии прямых задач для каждого класса возможных структур сред.

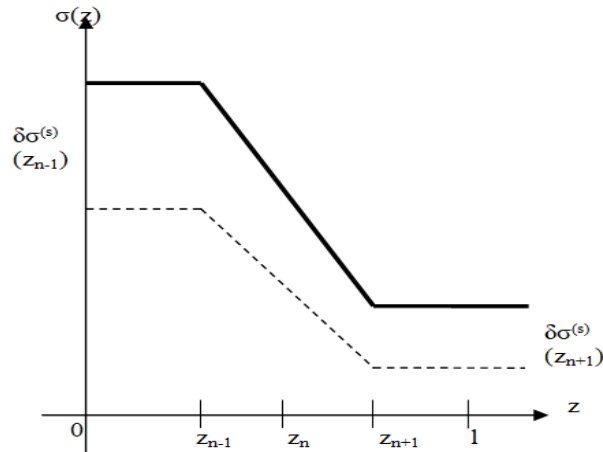


Рисунок 3 – Вариации по параметру-проводимости среды

Для ясности рассуждений приведем постановку прямой задачи электродинамики, которая состоит в следующем: на дневной поверхности включается источник стороннего тока j^{cm} , имеющий по времени колоколо-образный вид $r(t)$. В течении порядка 30-50 наносекунд измеряется отклик среды, представляющий с собой решение прямой задачи в точке наблюдения (измерения).

Полагаем, что коэффициент диэлектрической проницаемости ε , проводимость σ зависят от глубины x_3 . Выберем в качестве источника стороннего тока достаточно длинный кабель, расположенный по центру и протянутый вдоль по оси x_2 .

При таких предположениях система уравнений Максвелла сводиться к системе одномерных задач в построенном классе и удовлетворяют следующим уравнениям:

$$\varepsilon^{(s)} V^{(k)}_{tt} + \sigma V^{(k)}_t = \frac{1}{\mu} (V^{(k)}_{x_3 x_3} - \lambda^2 V^{(k)}) - P_\lambda q(x_3) r'(t), \quad (1)$$

$$V^{(k)}|_{t=0} = 0, \quad V^{(k)}_{t|t=0} = 0. \quad (2)$$

здесь: $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{отн}$, – диэлектрическая проницаемость, $\mu = \mu_0 \cdot \mu_{отн}$ – магнитная проницаемость, σ – проводимость сред, $p(x_1)$, $q(x_3)$ – функции, описывающие поперечные размеры источника, s – параметр вариации, $V^{(k)}$ – решения соответствующие классам $M^{(k)}(\varepsilon_n^{(s)}, \sigma_n, \hbar_n), k = 1, 2, 3, m, e$.

$V^{(k)} = F_{x_1} [E_2^{(k)}(x_1, x_3, t)]$, $P_\lambda = F_{x_1} [p(x_1)]$, λ – параметр преобразования Фурье по переменной x_1 .

$$\mathcal{G} = p_\lambda q(x_3) r'(t), \quad \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_{\text{омн}}, \quad \mu = \mu_0 \mu_{\text{омн}}, \quad \varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{M}, \quad \mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6} \frac{Г}{M}.$$

Рассмотрим случай слоистой среды, с известными границами раздела сред. В этом случае добавим к системе (1) и (2), условия непрерывности для горизонтальной компоненты E_2 , на границах раздела сред x_3^m :

$$\left[V^{(k)} \right]_{x_3=x_3^m} = 0, \quad \left[V_{x_3}^{(k)} \right]_{x_3=x_3^m} = 0, \quad m - \text{номер узлов разрыва} \quad (3)$$

Постановка прямой задачи: По известным значениям кусочно-постоянных функций $\varepsilon^{(s)}(x_3)$, $\sigma^{(s)}(x_3)$, и положительной постоянной μ определить функцию $V^{(k)}$ как решение обобщенной задачи Коши из соотношений (1) и (3). При использовании класса $M^{(3)}(\varepsilon_n, \sigma_n^{(s)}, \hbar_n)$ рассматриваем систему одномерных задач:

$$\varepsilon V_{tt}^{(3)} + \sigma^{(s)} V_t^3 = \frac{1}{\mu} (V_{x_3 x_3}^{(3)} - \lambda^2 V^{(3)}) - P_\lambda q(x_3) r'(t),$$

и, соответственно, при использовании класса $M^{(1)}(\varepsilon_n, \sigma_n, \hbar_n^{(s)})$ рассматриваем следующее уравнения:

$$\varepsilon V_{tt}^{(1)} + \sigma V_t^{(1)} = \frac{1}{\mu} (V_{x_3 x_3}^{(1)} - \lambda^2 V^{(1)}) - P_\lambda q(x_3) r'(t),$$

Здесь проводим вариацию по мощности слоев сред и $\hbar^{(s)} = \hbar^{(s-1)} + \delta \hbar^{(s)}$.

Приведем численный алгоритм решения прямой задачи, построенной согласно общей теории разностных схем [7].

Введем замену переменных $\tau = \beta t$, β – коэффициент обезразмеривания. Положим, что $\beta = 10^8$, тогда решение задачи в новых переменных (τ, x_3) , U , примет вид:

$$b^{(s)} U_{tt}^{(1)} + a^{(s)} U_\tau^{(1)} = U_{x_3 x_3}^{(1)} - \lambda^2 U^{(1)} - \gamma \bar{\mathcal{G}}, \quad x_3 \neq x_3^k, \quad (4)$$

$$U^{(1)}|_{\tau=0} = 0, \quad U_\tau^{(1)}|_{\tau=0} = 0, \quad (5)$$

$$\left[U^{(1)} \right]_{x_3=x_3^k} = 0, \quad \left[U_{x_3}^{(1)} \right]_{x_3=x_3^k} = 0, \quad (6)$$

где: $b^{(s)} = c \cdot \varepsilon_{\text{омн}}^{(s)}$, $a^{(s)} = \gamma \cdot \sigma_{\text{омн}}^{(s)}$, $\gamma = 1,256 \cdot 100$, $c = 8.854 \cdot 1.256 \cdot 0.01$, $\bar{\mathcal{G}} = p_\lambda q(x_3) r'(\tau)$.

Определим размеры области вычислений по переменным x_3 , и τ . С этой целью вычислим время пробега прямой и отраженной волны в средах. Скорость волн по слоям вычисляем, так:

$$v^{(k)} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0 \varepsilon_{\text{они}}^k}}, \quad (k - \text{номер слоя}).$$

Разностная схема для уравнения (4), имеет вид:

$$b_i^{(s)} \frac{\hat{y}_i^{(1)} - 2y_i^{(1)} + \overset{\vee}{y}_i^{(1)}}{\tau_0^2} + a_i^{(s)} \frac{\hat{y}_i^{(1)} - y_i^{(1)}}{2\tau_0} = \frac{1}{i} \left(\frac{y_{i+1}^{(1)} - y_i^{(1)}}{h_{i+1}} - \frac{y_i^{(1)} - y_{i-1}^{(1)}}{h_i} \right) - \lambda^2 y_i^{(1)} - \gamma \mathcal{G}, \text{ при } i \neq i^k,$$

и

$$i = -N_1, -N_1 + 1, \dots, 0, 1, \dots, N_1, \quad j = 3, 4, \dots, N_2 \quad (7)$$

Разностный аналог начальных условий (5):

$$y_i^{(1)} = 0, \quad y_i^{(2)} = 0, \quad i = -N_1, -N_1 + 1, \dots, 0, 1, \dots, N_1. \quad (8)$$

Для расчетов в конечной области, из условия (6) вытекает, что:

$$\hat{y}_{-N_1}^{(1)} = 0, \quad \hat{y}_{N_1}^{(1)} = 0, \quad j = 3, \dots, N_2, \quad (9)$$

Разрешив уравнение (7) относительно $\hat{y}_i^{(1)}$, имеем:

$$\hat{y}_i^{(1)} = \left[(r_2 y_{i+1}^{(1)} + r_1 y_{i-1}^{(1)}) + (2b_i^{(s)} - (r_2 + r_1 + \lambda^2)) y_i^{(1)} - (b^{(s)} - 0.5\tau_0 a_i^{(s)}) \overset{\vee}{y}_i^{(1)} - \gamma \tau^2 \bar{\mathcal{G}} \right] / (b^{(s)} + 0.5\tau_0 a_i^{(s)})$$

$$i \neq i^k, \quad j = 3, 4, \dots, N_2. \quad (10)$$

Обозначено: $r_2 = \tau_0^2 / i^{h_i+1}$, $r_1 = \tau_0^2 / i^{h_i}$ в узлах разрыва, т.е. при $i \neq i^k$. На основании условий сопряжений (6) имеем:

$$\hat{y}_{i^k}^{(1)} = \left(\frac{1}{h_{i^k+1}} \hat{y}_{i^k+1}^{(1)} + \frac{1}{h_{i^k}} \hat{y}_{i^k-1}^{(1)} \right) / \left(\frac{1}{h_{i^k+1}} + \frac{1}{h_{i^k}} \right), \quad j = 3, 4, \dots, N_2. \quad (11)$$

Аппроксимируем источник $\bar{\mathcal{G}} = q(x_3) r'(\tau)$. Положим:

$$q(x_3) \cong \begin{cases} \cos(\pi(x_3/l_0 + 1)) + 1, & x_3 \in [-l_0, 0] \\ 0, & x_3 \notin [-l_0, 0] \end{cases}$$

$$r'(\tau) \cong \begin{cases} (\pi/2t_0) \sin(\pi\tau/t_0) & \tau \in [0, t_0] \\ 0, & \tau \notin [0, t_0] \end{cases} \quad (12)$$

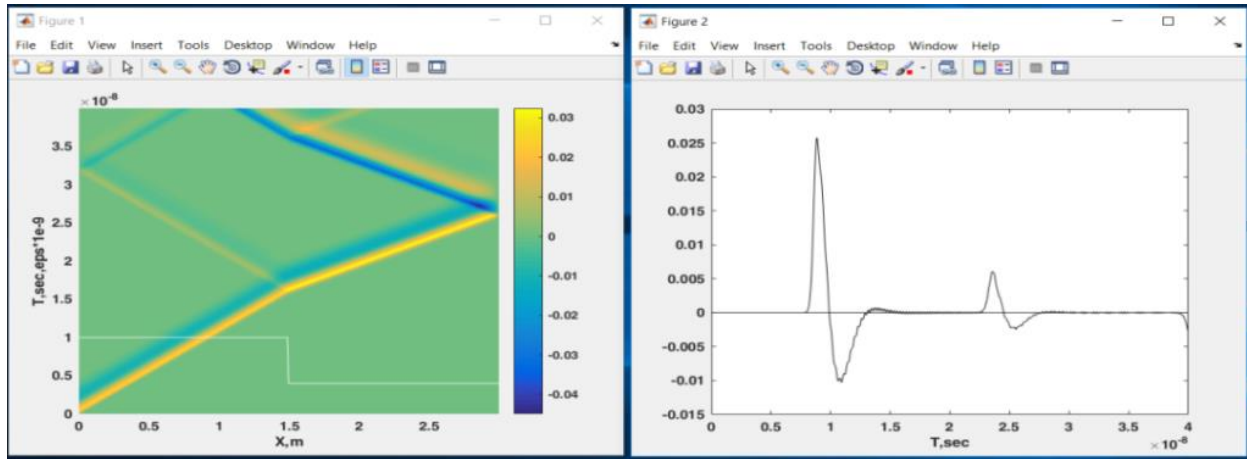
Значения t_0 определяются из условия задачи, т.е. если длительность источника $2нс$, тогда для реальной модели $2t_0 = 2нс$, а в безразмерной форме составит 0,2 единиц. В нашем случае условия Куранта имеет вид: $\tau_0 < h_0/\bar{c}$, где $h_0 = \min_{-N_1 < i < N_1} h_i$, $\bar{c} = \max_{-N_1 < i < N_1} b_i$.

Область по времени τ , аппроксимируем равномерной сеткой:

$\omega_\tau = \{\tau = (j-1)\tau_0, j = 1, 2, \dots, N_2\}$, где $N_2 = \tilde{T}/\tau_0 + 1$, \tilde{T} – время пробега прямой и отраженных волн. Область по переменной x_3 аппроксимируем неравномерной сеткой, чтобы узлы разрывов x_3^k совпадали с ее узлами

$$\tilde{\omega}_h = \{x_{3,i} = ih_i, i = -N_1, -N_1 + 1, \dots, 0, 1, \dots, N_1\}$$

Для демонстрации работы алгоритма (7) и (12) на рисунке 4 показано численное решение прямой задач для возможной структуры слоистой среды.



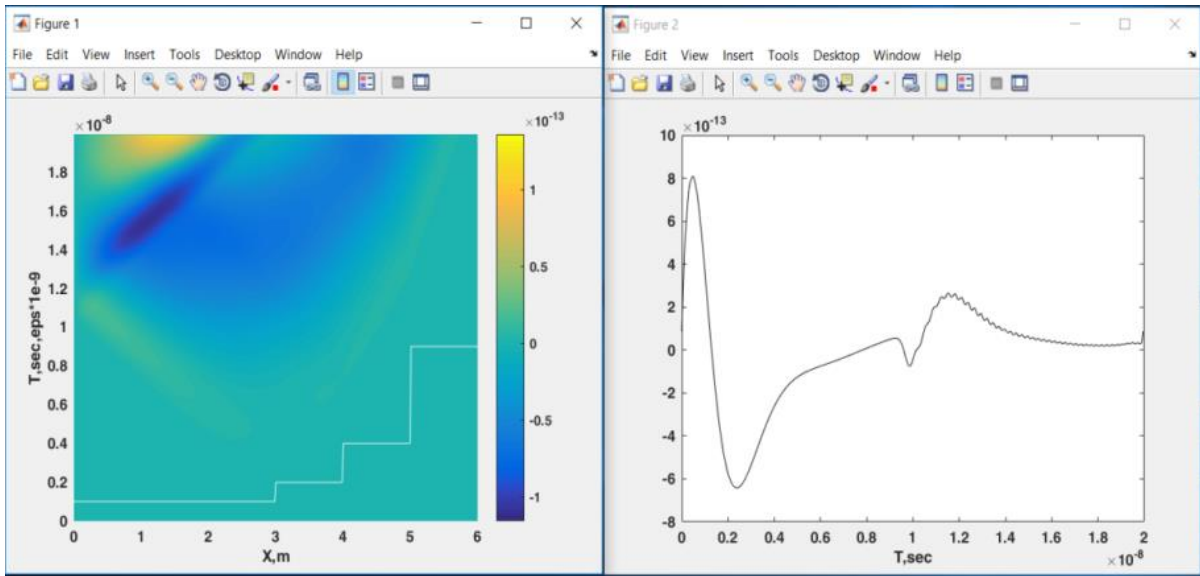
а) распространения сигнала

б) отклик средыв слоистой среде

Рисунок 4 – Численное решение прямой задач для возможной структуры слоистой среды

На рисунке 5 показано решение прямой задачи для другой модели возможной структуры слоистой среды.

Заключение. Полученные показания георадара в фиксированной точке наблюдения с помощью метода «подбора», были сравнены с классом возможных структур, созданных более чем для 10000 вариантов. Тем самым была проведена интерпретация радарограмм. На рисунках 6 и 7 наглядно показана работа данного алгоритма. На рисунке 6 жирной черной линией показано решение прямой задачи для возможной структуры слоистой среды, тонкой черной линией полученные показания георадара в фиксированной точке наблюдения, полученная на 5002 интерации работы метода «подбора». Аналогичный результат, полученный на 6752 интерации, представлен на рисунке 7.



а) распространения сигнала б) отклик сред в слоистой среде

Рисунок 5 – Решение прямой задачи для другой модели возможной структуры слоистой среды

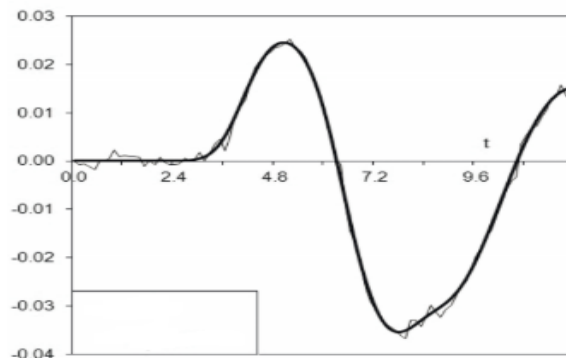


Рисунок 6 – Результат метода «подбора» для случая слоистых сред

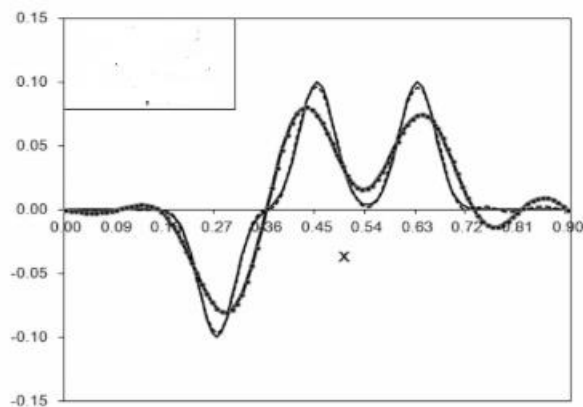


Рисунок 7 – Результат метода «подбора» для случая слоистых сред

В результате проведенного исследования разработаны численные методы решения прямых задач электродинамики (слоистые среды). Разработаны алгоритмы и программа численных методов решения прямых задач электродинамики. Для сопоставления данных георадара с результатами расчетов модельных задач для уравнения геоэлектрики в случае слоистых сред использован метод «подбора». В классе конечно-параметрических сред построен алгоритм и программное обеспечение по определению класса вычисленных физических полей. Далее сопоставляя данные измерений с этим классом, восстанавливаем геологический разрез.

Литература:

1. Вараксин А.Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами. – Москва: Физматлит, 2008. – 312 с.
2. Гончаров В. А. Методы моделирования электромагнитных полей в вычислительных средах / Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/5166> (дата обращения: 07.10.2020).
3. Марков Г.Т., Васильев Е.Н. Математические методы прикладной электродинамики. — Москва: Сов. радио, 1970. – 119 с.
4. Банков С. Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР. – Москва: Солон-Пресс, 2008. – 185 с.
5. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1987. – 640 с.
6. Амитей Н., Галиндо В., Ву Ч. Теория и анализ фазированных антенных решеток: Пер. с англ. / Под ред. Чаплина А.Ф. – Москва: Мир, 1974. – 453 с.
7. Ильин В.П. Численные методы решения задач электрофизики. – Москва: Наука, 1985. – 336с.

Поступила 10 октября 2020 г.

МРНТИ 47.13.07

УДК 004.942

ДЫБЫССІҢІРГІШ ЖӘНЕ ДЫБЫСШАҒЫЛЫСТЫРАТЫН МАТЕРИАЛДАРДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Сайманова З.Б.¹, Сухинин С.В.², Жумадиллаева А.К.¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,

²Лаврентьев атындағы Гидродинамика институты, СО РГА, Новосибирск, Ресей

e-mail: zagira_sb@mail.ru, rusukhinin@hydro.nsc.ru, ay8222@mail.ru

Бұл мақалада симметриялардың топтарын ұсыну әдістерінің көмегімен шешімдер кеңістігінде біртекті гетерогендік жартылай кеңістік алынды. Осы кеңістіктен жалпақ акустикалық толқындардың біртекті жартылай кеңістікке құлау процесі қарастырылды. Осы процестен бір өлшемдік жақындауда сипаттайтын математикалық модель құрылды. Толқындардың біртектілігі кезеңі салыстырылды. Одан кейін ұзын жақындау шеңберінде әртүрлі комбинациялар үшін шағылысу және өту коэффициенттері зерттелді. Жүйенің геометриялық параметрлерінің (біртектілік мөлшерінің) және жүйеге кіретін ортаның физикалық параметрлерінің (тығыздығы, дыбыс жылдамдығы) өту және шағылысу коэффициенттеріне әсері зерттелді. Дыбыс жұтатын материалдар параметрлерінің оңтайлы мәндеріне мысал келтірілген.

Тірек сөздер: тербеліс режімі, толқындық функциялар, коэффициенттерді сандық-талдамалық зерттеу, тербеліс фазасының жылжуы, өткізу жолақтары, құлыптау жолақтары, шағылысу.

В статье при помощи методов представления групп симметрий в пространстве решений построена математическая модель, описывающая в одномерном приближении установившийся процесс падения плоских акустических волн из однородного полупространства на неоднородное гетерогенное полупространство. В рамках приближения длинных по сравнению с периодом неоднородностей волн исследованы коэффициенты отражения и прохождения для различных комбинаций сред. Изучено влияние геометрических параметров системы (размера неоднородностей) и физических параметров сред входящих в систему (плотность, скорость звука) на коэффициенты прохождения и отражения. Приведен пример оптимальных значений параметров звукопоглощающих материалов.

Ключевые слова: режим колебаний, волновые функции, численно-аналитическое исследование коэффициентов, сдвиг фазы колебаний, полосы пропускания, полосы блокировки, отражение.

Using the methods of representing symmetry groups in the solution space, a mathematical model is constructed that describes in a one-dimensional approximation the steady-state process of incidence of plane acoustic waves from a homogeneous half-space onto an inhomogeneous heterogeneous half-space. The reflection and transmission coefficients for various combinations of media are investigated within the approximation of waves that are long in comparison with the period of inhomogeneities. The influence of the geometric parameters of the system (size of inhomogeneities) and physical parameters of the media included in the system (density, speed of sound) on the transmission and reflection coefficients has been studied. An example of the optimal values of the parameters of sound-absorbing materials is given.

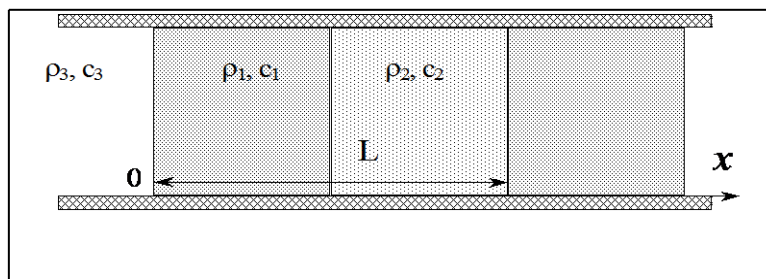
Keywords: oscillation mode, wave functions, numerical and analytical study of coefficients, phase shift of oscillations, bandwidth, blocking bands, reflection.

Kipicne. Материалдарды демпфирлейтін зерттеудің қазіргі әдістері негізінен материалдың қандай да бір интегралдық (орташаланған) сипаттамаларын (тығыздығы, дыбыс жылдамдығы) есепке алуға негізделеді, бұл үдеріс механикасының нәзік ерекшелігін түсінуге мүмкіндік бермейді. Құрылым геометриясының кеңістіктік ерекшеліктерін, мысалы кезеңділігін ескеретін тәсіл түбегейлі өзгеше болып табылады. Бұл әдісті біртекті емес ортаның толқындық қасиеттерін зерттеуге қолдануды [1- 3] табуға болады. Сол жерде осы проблематика бойынша одан әрі библиография табуға болады.

Осы жұмыста біртектіліктің шексіз бір кезеңдік жүйесіне еденде құлайтын толқындардың шағылысу және өту коэффициенттерін зерттеу әдістемесі ұсынылған. Осы міндеттің шеңберінде шағылысу коэффициенттерін табу және құлайтын толқынның өтуі үшін жақындатылған модельді құру мүмкін болды. Салынған модельдің негізінде берілген орта үшін шағылысу және өту коэффициенттерін есептеуге мүмкіндік беретін бағдарлама құрылды. Геометриялық және физикалық параметрлердің біртектілік жүйесінің көрсететін қасиетіне әсерін сандық зерттеу жүргізілді және алюминий-қорғасын резеңке түріндегі демпфирлейтін материалдың үлгісі есептелді.

Тапсырманы тұжырымдау. Жартылай кеңістік \tilde{n}_3 дыбыс жылдамдығымен және тыныштық жағдайындағы ρ_3 тығыздықпен екінші жартылай кеңістік параметрлері бар, сәйкесінше екі ортадан тұратын (\tilde{n}_1, ρ_1) және (\tilde{n}_2, ρ_2) біртектілік жүйесімен толтырылған. Біртексіздіктер жүйесі минималды L (1-сурет) кезеңімен периодты болсын. 1 орта 2 ортаға қарағанда тығызырақ деп қабылдауға ыңғайлы. Барлық қозғалыстар тек бір x айнымалыға тәуелді деп есептеледі. Жаңа өлшемсіз $x' = x/L$ айнымалысын енгізу ыңғайлы (әрі қарай штрихсыз) және келесі жазуды қолданыңыз:

$\Omega_1 = \{x : 0 \leq x \leq k_1\}$ $\Omega_2 = \{x : k_1 \leq x \leq 1\}$ $\Omega_3 = \{x : 0 \geq x\}$, осы жерде және әрі қарай k_1 - аймақтың өлшемсіз ұзындығы 1 ортамен толтырылған, $\Gamma_{12} = \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_2$ $\Gamma_{13} = \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_3$ - тиісті аймақтардың шекаралары.



1 сурет – Құрылым геометриясы және белгілеу жүйесі

3-ортадан Γ_{13} шекарасына дейін жазық толқын түссін. Әрі қарай, уақытқа тәуелділіктің формасы $e^{-i\omega t}$ түріне ие және Γ_{13} шекарада e^{ikx} форманың толқуы келтірілген, мұндағы

$k = \omega L / c_3$ элементарлы толқын пакетіне сәйкес келеді деп есептеледі. Шағылған толқынның формасы Re^{-ikx} болсын, R - шағылысу коэффициенті.

1 және 2-ден тұратын сіңіргіш материалды оңтайландыру міндеті – R дан k_1 шағылысу коэффициентін азайту.

Дыбыс толқындары, қысымның тербелісі $p_1(x), p_2(x)$, сәйкесінше, 1 және 2 ортада сипатталады, олар келесі теңдеулерді қанағаттандырады:

$$p_1'' + \lambda^2 p_1 = 0 \text{ в } \Omega_1, \quad p_2'' + \lambda^2 \kappa_{12}^2 p_2 = 0 \text{ в } \Omega_2 \quad (1)$$

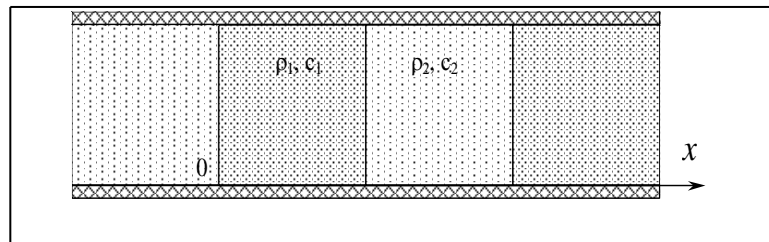
$$\lambda = \omega L / c_1, \quad \kappa_{12} = c_1 / c_2$$

1 және 2, 1 және 3 ортаның байланыс шекарасында қысымның үздіксіздігі және жылдамдықтың қалыпты компоненті шарттары орындалуы керек.

$$p_1 = p_2, \quad p_1 = p_3, \quad \frac{\partial}{\partial x} p_2 = \tau_{12} \frac{\partial}{\partial x} p_1, \quad \frac{\partial}{\partial x} p_3 = \tau_{13} \frac{\partial}{\partial x} p_1 \quad (2)$$

$$\tau_{12} = \rho_2 / \rho_1, \quad \tau_{13} = \rho_3 / \rho_1$$

Өткізу және құлыптау жолақтары. Толқындық функциялар. Тізбек белгілі бір параметрлері бар екі ортадан тұрсын (тығыздық, дыбыс жылдамдығы) (2 сурет).



2 сурет – Шексіз периодты құрылымның геометриясы және белгілеу жүйесі

Бұл мәселені егжей-тегжейлі зерттеу [4, 5]. Орнатылған акустикалық тербелістер ω жиілігімен (1) теңдеулер көмегімен сипатталады. Жиілікпен орнатылған акустикалық тербелістер (1) теңдеулер көмегімен сипатталады. Ортаның жанасу шекарасында қысым мен жылдамдықтың үздіксіздігі шарттары орындалуы тиіс (2). Трансляциялар тобы коммутативті болғандықтан, оның рұқсат етілген шешімдер кеңістігіндегі кез-келген көрінісі біртұтас және бір өлшемді, сондықтан шешімдер кеңістігін оның ішкі кеңістігін ұсынуға қатысты бір өлшемді инвариантқа бөлуге болады. Бұл ішкі кеңістік келесі қасиеттерге ие:

1. Көптеген инвариантты ішкі кеңістіктердің қуаты-континуум.

2. Егер p_1, p_2 функциялары бір кезеңдегі (ұяшықтағы) есепті шешу осы ішкі кеңістіктердің біріне тиесілі болса, онда олар шартты қанағаттандырады (тербеліс фазасының ығысуы)

$$p_1(x+1) = p_1(x)e^{i\xi} \quad p_2(x+1) = p_2(x)e^{i\xi} \quad -\pi \leq \xi < \pi \quad (3)$$

(1)–(3) – әрі қарай C_ξ деп аталады.

Анықтама 1: Есептің толқындық мәні C_ξ есебі. Мұндай $\lambda^* = \lambda^*(\xi)$ мәнді, (1) – (3) арақатынасын қанағаттандыратын тривиалды емес шешімі бар мән деп атайық.

Анықтама 2: C_ξ толқындық жиілік есебі $\omega = \lambda^* L / c_1$ деп аталады.

Анықтама 3: C_ξ толқындық функция есебі (1) –(3) арақатынасын қанағаттандыратын $\lambda = \lambda^*$ функциясы деп аталады.

Бір периодқа тарылған толқындық функция, сәйкесінше (1)–(3) шекаралық есептің меншікті функциясы болып табылады.

Ω_1 және Ω_2 аймақтарындағы Гельмгольц теңдеуін шешудің жалпы формасын келесі түрінде жазуға болады

$$p_1 = a_1 \exp(i\lambda x) + b_1 \exp(-i\lambda x) \quad (4)$$

$$p_2 = a_2 \exp(i\lambda \kappa_{12} x) + b_2 \exp(-i\lambda \kappa_{12} x)$$

(1) теңдеу бойынша белгісіз кеңею a_1, b_1, a_2, b_2 коэффициенттері біртекті сызықтық теңдеулер жүйесінің шешімі болып табылады.

Бұл жүйенің анықтамасы [4] түрге ие:

$$f(\lambda, \xi) = \frac{1}{2\kappa\tau} (2\kappa \sin(\lambda\kappa) \sin(\lambda\kappa_1) \cos(\lambda\kappa_1)\tau - \kappa^2 \sin(\lambda\kappa) \cos(\lambda\kappa_1) \sin(\lambda\kappa_1) - \\ - 2\kappa\tau \cos(\xi) + \cos(\lambda\kappa) \sin(\lambda\kappa_1) \sin(\lambda\kappa_1)\tau^2 + 2\kappa \cos(\lambda\kappa) \cos(\lambda\kappa_1) \cos(\lambda\kappa_1)\tau - \\ - \sin(\lambda\kappa) \sin(\lambda\kappa_1) \sin(\lambda\kappa_1)\tau^2 + \kappa^2 \cos(\lambda\kappa) \sin(\lambda\kappa_1) \sin(\lambda\kappa_1)) \quad (5)$$

Мұндағы $k_1 - 1$ ортаның ұзындығы концентрация деп аталады. Ұзын толқындар үшін [4] өрнекті қолдануға болады

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{2\tau_{12}(1 - \cos\xi)}{k_1^2((1 + \kappa_{12}^2)\tau_{12} - \tau_{12}^2 - \kappa_{12}^2) + k_1(\tau_{12}^2 - 2\kappa_{12}^2\tau_{12} + \kappa_{12}^2) + \kappa_{12}^2\tau_{12}}} \quad (6)$$

Әрі қарай, төменгі толқындық жиілікке сәйкес келетін тербелістер режимі жылжымалы деп аталады.

Мақсатты функция. Егер барлық материалдар берілген болса, басқару параметрін k_1 , $R = R(k_1)$ деп қарастыруға болады. Модельдің болжамына сәйкес [7], бірінші ұяшықта (1сурет) өткен толқынның формасы $Tw(x)$ мындай түрге ие, мұндағы $w(x)$ – тізбектің өзіндік функциясы,

$$w(x) = \begin{cases} a_1 \exp(i\lambda x) + b_1 \exp(-i\lambda x) & 0 < x < k_1 \\ a_2 \exp(i\lambda \kappa_{12} x) + b_2 \exp(-i\lambda \kappa_{12} x) & k_1 < x < 1 \end{cases}$$

Шекаралық шарттарда $x = 0$ жағдайында: $R = T(a_1 + b_1) - 1$,

$$T = \frac{2}{a_1(1 + \lambda \tau_{13}/k) + b_1(1 - \lambda \tau_{13}/k)}.$$

Егер оқиға толқынының ω жиілігі келесідей болса, онда $\lambda = \omega L / c_1$ толқындық емес тізбек жиілігі, яғни ω өткізу жиілігіне түспеген, онда $T = 0$, $R = 1$.

(5) ішінен Тейлор қатарын қолдана отырып λ да $\lambda=0$ нүктесін және квадраттық терминдерді елемей, келесі қатынастар алынады:

$$R = -\frac{\tau_{13}(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) + \kappa_{13} \sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})}}{\tau_{13}(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) - \kappa_{13} \sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})}} +$$

$$i \frac{\kappa_{13} k_1 (\tau_{12}^2 + \kappa_{12}^2) (1 - k_1) (\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) \lambda}{\tau_{13}(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) - \kappa_{13} \sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})}}$$

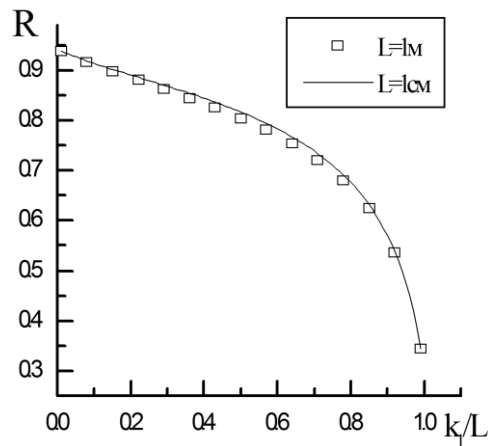
$$T = 2 \frac{(\kappa_{13}(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) - \sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})})}{(\tau_{12}(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12}) - \sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})})} \cdot$$

$$\frac{\sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)}}{\sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - 2k_1) + \kappa_{12}^2(k_1 - 1) - 2\sqrt{\tau_{12}(\tau_{12}(k_1 - 1) - k_1)(\kappa_{12}^2(k_1 - 1) - k_1 \tau_{12})}}}$$

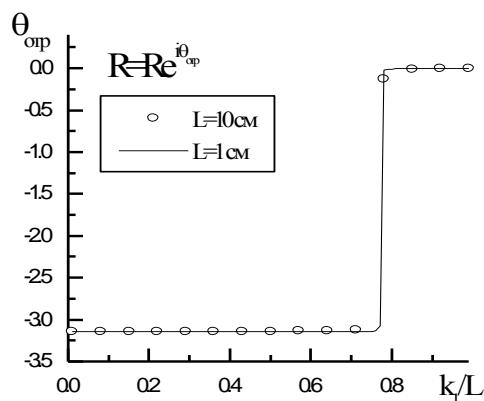
Мысал. Алюминий - қорғасын – резеңке жүйесін оңтайландыру. Резеңке – қорғасын сіңіргіш көмегімен алюминий арқылы өтетін толқындардың жұтылуы.

Ең қарапайым нұсқа – резеңкеге дәнекерленген түйіршіктер. 1 ортада -қорғасын, 2 ортада -резеңке. ($\rho_1=11336$ кг/м³, $\rho_2=1190$ кг/м³, $c_1=2160$ м/с, $c_2=1480$ м/с). Бұл жүйе 3 –ортадағы алюминиймен жұптастырылсын ($\rho_3=2700$ кг/м³, $c_3=6260$ м/с), $f=10$ Гц толқын жиілігі түссін. Тапсырма жүйенің параметрлерін шама $|R|$ минималды болатындай етіп анықтау болып табылады[8]. Есептеу нәтижелері 3-4 суретте көрсетілген.

3-суретте шағылысу коэффициенті модулінің тізбектің әр түрлі өлшемдері үшін қорғасынның сызықтық концентрациясына тәуелділігі көрсетілген. Ұяшықтың кез-келген мөлшері үшін шағылысқан толқын минималды болатын оңтайлы концентрация мәні бар екені анық ($k_1=0.78$). Бірлік ұяшықтың мөлшеріне әлсіз тәуелділікті атап өту керек.



3 сурет – R ден k_1 тәуелділігі (болат үшін)



4 сурет – Шағылысқан толқын фазасының k_1 (алюминий) тәуелділігі

4-суретте шағылысқан толқын фазасының қорғасын концентрациясына тәуелділігі көрсетілген. Концентрацияның оңтайлы мәні π кезінде фазаның өзгеруі байқалады. Мұны гетерогенділік жүйесінің қаттылық қасиеттерінің түбегейлі өзгеруі деп түсіндіруге болады (шамамен "қатты" еді, "жұмсақ" болды).

Қорытындылар және жалпылау ықтималдылығы. Жазық толқын біркелкі емес жүйеге құлаған кезде шағылысу және өту коэффициенттерін сандық-аналитикалық зерттеуге арналған модель жасалды.

Орта параметрлеріне байланысты шағылысу және өту коэффициенттері үшін формулалар алынды.

Жүйенің геометриялық және физикалық параметрлерінің оның шағылысу қасиеттеріне әсерін сандық талдау жүргізілді (құлаған толқынның ортасы мен жиіліктерінің кез-келген жиынтығы үшін параметрлердің оңтайлы мәндері жоқ екендігі көрсетілген).

Осы жұмыста және [5] дамыған тәсілдер мен әдістерді геофизикада, инженерлік геофизикада, сейсмикалық барлауда және басқа да бұзылмайтын бақылау әдістерінде қолдануға болатындығын атап өткен жөн.

Әдебиеттер:

1. Бриллюэн Л. Пароди М. Распространение волн в периодических структурах // М. Изд. Иност. Лит., 1959. – 457с.
2. Сухинин С.В. Собственные волны одномерной проницаемой периодической цепочки // Динамика сплошной среды. Сб.науч. тр. /АН СССР СО. Ин-т Гидродинамики. – 1992. – Вып.106. – С. 234– 243.
3. Сухинин С.В. Особенности распространения сигналов в гетерогенных средах //Сб.науч. тр. V межд. сем. По устойчивости течений гомогенных и гетерогенных жидкостей. – Новосибирск. – 1998. – С. 98– 103.
4. Сухинин С.В. Волновое, аномальное и шепчущее свойства периодической цепочки препятствий// Сибирский журнал индустриальной математики. – 1998. – Т. 1, №2. – С. 175–198.
5. Сухинин С.В. Распространение волн и резонансные явления в неоднородных средах. // Прикладная механика и техническая физика. – 2001. –Т.42. – №3. – С. 32–42.
6. Разин А.В., Собисевич А.Л. Геоакустика слоистых сред. – М.: ФГБУН Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. –2012. – С. 210–215.
7. Губайдуллин А.А., Болдырева О.Ю. Распространение поверхностных акустических волн вдоль свободной границы насыщенной пористой среды // Прикладная механика и техническая физика. – 2009. – Т. 50, № 5. – С.57–62.
8. Konstantinov A.P., Sukhinin S.V., Yurkovskiy V.S. Wave transmission and reflection at the boundary of phononic crystals //J. Phys. Conference Series– 2017. – N 1. – P. 894–903.
9. Saimanova Z.B., Sukhinin S.V., Zhumadillayeva A.K. Wave transmission and reflection from the boundary of phononic crystal homogeneous medium //Eurasian journal of mathematical and computer applications. – 2020. – Vol. 8. – N 20. – P. 1–17.

Поступила 12 октября 2020 г.

МРНТИ 27.39.19

УДК 517.547.7

ON PROPERTIES OF ONE LINEAR OPERATOR IN COMPLEX SPACES OF ORLICH

Utepkaliev S.U., Makhatova V.E., Shambilova G.K., Melsova N.Sh., Seitov A.S.

Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan

e-mail: shambilova_gulba@mail.ru

The authors of the article considered Orlicz spaces of complex continuous functions given on G area. So, the boundary problems for an elliptic system of differential equations were studied. The attributes of continuity and operator of complete continuity of the kind $T_G u = -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{u(\eta)}{\eta - z} dG_\eta$, $z \in G$ в in Orlicz spaces of complex-valued functions have been set. As an example, N -function $M(u) = e^u - u - 1$, $u \geq 0$. is considered. Due to Gelder's and Jung's inequality, the operator \bar{T}^2 is limited and continuous. It follows from this that the operator T is continuously acting from $E_\Phi(\bar{G})$ to $L_\Psi^(\bar{G})$. The theorem of quite continuous action of operator T from space $L_2(\bar{G})$ to Orlicz space $L_\Psi(\bar{G})$ is demonstrated.*

Keywords: differential equations, Orlicz space, function, linear operator, Holder's inequality, sequence, limited area.

Жұмыста G облыстарға берілген $M(u)$ кешенді үздіксіз функциялардың $L_M^(G)$ Орлич кеңістігі қарастырылған. Дифференциалдық теңдеулердің эллиптикалық жүйесі үшін шекаралық есептер зерттелген. Комплекстік функциялардың Орлич кеңістіктеріндегі $z \in G$ үздіксіздігі мен толық үздіксіздік белгілері $T_G u = -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{u(\eta)}{\eta - z} dG_\eta$ орналастырылған. Мысал ретінде N -функция*

$M(u) = e^u - u - 1$, $u \geq 0$. қарастырылған. Гельдер мен Юнгтің теңсіздігіне байланысты \bar{T}^2 оператордың шектеулі және үздіксіз екендігі алынды. Осыдан T оператор $E_\Phi(\bar{G})$ -дан $L_\Psi^(\bar{G})$ -ге үздіксіз жұмыс істейді. $L_2(\bar{G})$ кеңістігіндегі T операторының $L_\Psi(\bar{G})$ Орлич кеңістігіне толық әрекет етуі туралы теорема дәлелденді.*

Тірек сөздер: дифференциалдық теңдеулер, Орлич кеңістігі, функция, сызықтық оператор, Гельдер теңсіздігі, реттілік, шектелген аймақ.

В работе рассмотрены пространства Орлича $L_M^(G)$ комплексных непрерывных функций $M(u)$, заданных на области G . Изучены краевые задачи для эллиптической системы дифференциальных уравнений. Установлены признаки непрерывности и полной непрерывности оператора вида*

$T_G u = -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{u(\eta)}{\eta - z} dG_\eta$, $z \in G$ в пространствах Орлича комплекснозначных функций. В качестве примера рассмотрена N -функция $M(u) = e^u - u - 1$, $u \geq 0$. В силу неравенств Гельдера и Юнга получено, что оператор \bar{T}^2 ограничен и непрерывен. Из этого вытекает, что оператор T непрерывно действует из $E_\phi(\bar{G})$ в $L_\psi^*(\bar{G})$. Доказана теорема о вполне непрерывном действии оператора T из пространства $L_2(\bar{G})$ в пространство Орлича $L_\psi(\bar{G})$.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, пространства Орлича, функция, линейный оператор, неравенство Гельдера, последовательность, ограниченная область.

$M_1(u)$ and $M_2(u)$ are continuous, monotonically increasing for $u > 0$, N -functions, i.e. $\lim_{u \rightarrow \infty} M_1(u) = \lim_{u \rightarrow \infty} M_2(u) = +\infty$, $M_1(0) = M_2(0) = 0$. We assume that $M_1(u) < M_2(u)$ if for large values of u the inequality $M_1(ku) = M_1(u)$ holds, where k is some positive number.

The functions $M_1(u)$ and $M_2(u)$ will be called equivalent if both

$$M_1(u) < M_2(u) \text{ and } M_1(u) > M_2(u).$$

Let G be a bounded domain in the complex lane C . We consider the Orlicz spaces $L_M^*(G)$ of complex continuous N -functions $M(u)$ defined on the domain G . We denote by $E_M(\bar{G})$ the closure in $L_M^*(\bar{G})$ of the set of bounded functions.

As is known, the set of bounded functions is everywhere dense in the Orlicz class $L_M(\bar{G})$ in the sense of convergence in the mean, and when the Δ_2 -condition is satisfied, the set of bounded functions is everywhere dense in the Orlicz space $L_M^*(G) = L_M(G)$. Thus, if the N -function $M(u)$ satisfies the Δ_2 -condition, then the spaces $E_M(\bar{G})$ and $L_M^*(G)$ coincide [1].

In the study of boundary value problems for an elliptic system of differential equations:

$$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} + au + bv = f, \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + cu + dv = g \tag{1}$$

the following linear integral perator naturally arises:

$$T_G u = -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{u(\eta)}{\eta - z} dG_\eta, \quad z \in G. \tag{*}$$

It is obvious that for the kernel of the $(\eta - z)^{-1}$ operator (1) for $1 < p < 2$ the operator

$$\iint_G |\eta - z|^{-p} dG_\eta < A(p, G), \quad z \in G.$$

It is known that if $f \in L_p(\overline{G})$, $p > 2$, then the function $h = T_G f$ is bounded and Holder continuous with exponent $\frac{p-2}{p}$ on the whole complex plane [2, 3].

In this paper we establish the continuity and complete continuity of the operator (*) in the Orlicz spaces of complex-valued functions.

Let $M(u)$ – be an N – function satisfying the condition $u^p \leq M(u)$, $p > 2$, such that its complementary N – function $N(u)$ satisfies the Δ' – condition, that is,

$$N(uv) \leq c \cdot N(u) \cdot N(v), c = const, \text{ or large } u, v.$$

Theorem 1. The operator (*) acts completely continuously from the space $L_M(\overline{G})$ in to $C_\alpha(\overline{G})$, $\alpha = \frac{p-2}{p}$, $p > 2$, of complex-valued functions.

Evidence. We can assume that $u^p \leq M(u)$, $p > 2$ for large u . Therefore for an additional N – function we have the inequality

$$N(u) \leq u^q, 1 \leq q \leq 2, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1, \text{ for all } u. \tag{a}$$

It is obvious that the kernel of the operator (*) for almost all $z \in G$ as a function of belongs to the class $L_N(\overline{G})$, that is,

$$\iint_G |\eta - z|^{-p} dG_\eta < \infty.$$

By Hölder's inequality for $f \in L_M^*(\overline{G})$:

$$|h(z)| = |T_\eta f| \leq \frac{1}{\pi} \iint_G |f(\eta)| \cdot |\eta - z|^{-1} dG_\eta \leq \frac{1}{\pi} \|f\|_{L_M^*(\overline{G})} \cdot \|(\eta - z)\|_{L_M(\overline{G})}^{-1}.$$

Condition (a) implies an embedding [1]: $L_q(\overline{G}) \subset L_N^*(\overline{G})$, $1 < q < 2$, and

$$\|g\|_{L_N^*(\overline{G})} \leq \|g\|_{L_q(\overline{G})}, g \in L_q(\overline{G}). \tag{a1}$$

Consequently, $\frac{1}{\pi} \|(\eta - z)^{-1}\|_{L_N^*(\overline{G})} \leq \frac{1}{\pi} \left(\iint_G |\eta - z|^{-q} dG_\eta \right)^{\frac{1}{q}} \leq \frac{1}{\pi} \left(\frac{2\pi}{\alpha q} \right)^{\frac{1}{q}} \cdot d^\alpha = F(p, G)$,

where d – is the diameter of the region G , $\alpha = \frac{p-2}{p}$, $p > 2$. Therefore, it follows from (*) that

$$|T_G f| \leq F(p, G) \cdot \|f\|_{L_M^*(G)}.$$

We can also prove that the operator (*) is bounded and, therefore, acts completely continuously from $L_M(\overline{G})$ in to $C_\alpha(\overline{G})$ of bounded and Holder continuous functions on G .

As an example, consider the N -function $M(u) = e^u - u - 1, u \geq 0$. Here, $u^p \leq M(u), p > 2, u \geq u_0$. The additional function $N(u) = (1+u) \cdot \ln(1+u) - u$ satisfies the Δ' -condition for $u \geq u_0$, where $N(u), 1 < q < 2, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$.

For the kernel of the operator (*), the conditions

$$\iint_G \left[\left(1 + \frac{1}{\eta - z}\right) \ln\left(1 + \frac{1}{\eta - z}\right) - \frac{1}{\eta - z} \right] dG_\eta < \infty.$$

Then, by *Theorem 1*, the operator (*) is bounded and, therefore, acts completely continuous from the space $L_M(\bar{G})$ into $C_\alpha(\bar{G}), \alpha = \frac{p-2}{p}, p > 2$.

Now we assume that G is a bounded domain (sufficiently smooth boundary) of the complex plane C . It is known that the linear operator T acts in the space $L_2(\bar{G})$ [2]. Then the operator T^2 will also be a linear integral operator with kernel

$$K_2(\eta, z) = \iint_G [(\eta - z)(\zeta - z)]^{-1} dG_\zeta, \eta, z \in G.$$

A direct calculation shows that, $|K_2(\eta, \zeta)| \leq b + c \cdot |\ln r|, r = |\eta - z|$, where b and c – are positive numbers. Therefore, $K_2(\eta, z) \in L_\psi(\bar{G} \times \bar{G})$, where $\psi(u) = e^u - u - 1, u \geq 0$, the condition holds for some $\lambda > 0$:

$$\iint_G \left(\iint_G \psi(\lambda \cdot |K_2(\eta, z)|) dG_\eta \right) dG_z < \infty.$$

It is obvious that the additional N -function $\Phi(u) = (1+u)\ln(1+u) - u$, satisfies the Δ' -condition for large $u > 0$, therefore, Φ is a Δ_2 -condition [1], and

$$\Phi(u) < u^2 < \psi(u) \text{ for large } u > 0.$$

The operator T^2 admits a continuous extension to an operator \bar{T}^2 defined by a kernel $K_2(\eta, z)$, acting continuously from space $L_\Phi^*(\bar{G}) = E_\Phi(\bar{G})$ to space $L_\psi^*(\bar{G})$.

In fact, in view of Holder's inequality $f, g \in L_\Phi^*(\bar{G})$, when, taking into account that $\Phi(u)$ satisfies the Δ' -condition, we obtain:

$$\begin{aligned} \left| \iint_G \bar{T}^2 F(z) \cdot g(z) dG_z \right| &\leq \iint_G \left| \iint_G K_2(\eta, z) \cdot f(\eta) dG_\eta \right| \cdot g(z) \cdot dG_z \leq \\ &\leq \iint_G \iint_G |K_2(\eta, z)| \cdot |f(\eta) \cdot g(z)| \cdot d_\eta G dG_z \leq b \|K_2(\eta, z)\|_{L_\psi^*(\bar{G} \times \bar{G})} \cdot \|f\|_{L_\Phi^*(\bar{G})} \cdot \|g\|_{L_\Phi^*(\bar{G})}, \quad (**) \end{aligned}$$

from which it follows that the operator \bar{T}^2 acts from $L_\Phi^*(\bar{G}) = E_\Phi(\bar{G})$ to space $L_\psi^*(\bar{G})$.

Since, by virtue of Young's inequality [4]:

$$\|g\|_{L_\Phi^*(\bar{G})} = \text{Sup}_{\rho(|g|; \Phi) \leq 1} \left| \iint_G \bar{T}^2 f(z) \cdot g(z) \cdot dG_z \right| \leq 1 + \iint_G \Phi(|g(z)|) dG_z \leq 2$$

for this $\rho(|g|; \Phi) \leq 1$, it follows from the inequality (***) that

$$\|\bar{T}^2 f\|_{L_\Psi^*(\bar{G})} = \text{Sup}_{\rho(|g|; \Phi) \leq 1} \left| \iint_G \bar{T}^2 f(z) \cdot g(z) \cdot dG_z \right| \leq 2l \cdot \|K_2(\eta, z)\|_{L_\Psi^*(\bar{G})} \cdot \|f\|_{L_\Phi^*(\bar{G})} \leq \|\bar{T}^2\|_{L_\Psi^*} \cdot \|f\|_{L_\Phi^*(\bar{G})}^2.$$

Thus, the operator \bar{T}^2 is bounded and, consequently, continuous.

Suppose $f \in L_2(\bar{G})$, then, by the Holder inequality, we have:

$$\|Tf\|_{L_2(\bar{G})} \leq k \cdot \|f\|_{L_\Phi^*(\bar{G})}, f \in L_2(\bar{G}). \tag{***}$$

$L_2(\bar{G})$ is dense in $E_\Phi(\bar{G})$, since it contains all bounded functions, therefore it follows from (***) that the operator T admits a continuous extension to $E_\Phi(\bar{G})$ everything and acts continuously from $E_\Phi(\bar{G})$ to space $L_\Psi^*(\bar{G})$.

Suppose $\psi_1(u) = u(e^{u^{1-\varepsilon}} - 1)$, that $0 < \varepsilon < 1$. It is easy to see that the function $\psi_1(u)$ satisfies the Δ^2 -condition, i.e. $\psi_1(u) \cong \psi_1^2(u), u \geq 0$. Therefore, the additional function $\Phi(u)$ satisfies the Δ' -condition, and

$$\Phi(u) < u^2 < \psi_1(u).$$

The kernel $K_2(\eta, z)$ constructed above belongs to the space, since $\iint_G \iint_G \psi_1(|K_2(\eta, z)|^{\frac{1}{1-\varepsilon}}) dG_\eta dG_z < \infty$. Therefore, by the theorem [1], the operator \bar{T}^2 defined by the kernel $K_2(\eta, z)$, acts completely continuously from $L_{\Phi_1}^*(\bar{G}) = E_\Phi(\bar{G})$ to $L_{\psi_1}^*(\bar{G})$. In view of the above, the operator T acts continuously from $L_2(\bar{G})$ in $L_{\psi_1}(\bar{G})$.

Let T_1 be a continuous extension of the operator T acting from $E_{\Phi_1}(\bar{G})$ in $L_2(\bar{G})$, where T is conjugate to T_1 . Therefore, to prove the complete continuity of the operator T , it suffices to show that the operator T_1 is completely continuous.

Let $f_1(z), f_2(z), \dots$ – be a weakly convergent in $E_{\Phi_1}(\bar{G})$ sequence of a function $L_2(\bar{G})$. Then $T_1 f_i(z) = T f_i(z), i = 1, 2, \dots$

$$\|T_1(f_n - f_m)\|_{L_2(\bar{G})}^2 = (T_1^2(f_n - f_m), f_n - f_m) \leq \|T^2(f_n - f_m)\|_{L_{\psi_1}^*(\bar{G})} \cdot \|f_n - f_m\|_{L_{\Phi_1}^*(\bar{G})}. \tag{2}$$

Since the operator T^2 is completely continuous and transforms every function that converges weakly in a sequence in to $E_{\Phi_1}(\bar{G})$ a sequence that converges in norm to $L_{\psi_1}^*(\bar{G})$, then $\|T^2(f_n - f_m)\|_{L_{\psi_1}^*(\bar{G})} \rightarrow 0$.

The second factor on the right-hand side of (2) is bounded. Consequently, the sequence $T_1 f_n(z), n = 1, 2, \dots$ converges in the norm of $L_2(G)$.

Let $g_1(z), g_2(z), \dots$ – be an arbitrary sequence that weakly converges in $E_{\phi_1}(\bar{G})$. Since $L_2(\bar{G})$ is dense $E_{\phi_1}(\bar{G})$, we can find a sequence $f_1(z), f_2(z), \dots$ in $L_2(\bar{G})$ such that, $\|g_n - f_n\|_{E_{\phi_1}(\bar{G})} \rightarrow 0$.

The sequence $f_1(z), f_2(z), \dots$ also weakly converges. As already proved, the sequence $T_1 f_n(z), n=1, 2, \dots$ converges in the norm of $L_2(\bar{G})$, therefore the sequence $T_1 f_n(z), n=1, 2, \dots$ also converges in $L_2(G)$, since

$$\|T_1(g_n - g_m)\|_{L_2(\bar{G})} \leq \|T_1(f_n - f_m)\|_{L_2(\bar{G})} + \|T_1(f_n - g_n)\|_{L_2(\bar{G})} + \|T_1(f_m - g_m)\|_{L_2(\bar{G})}.$$

This implies that the operator T_1 is completely continuous. Consequently, the operator T acts continuously from $L_2(\bar{G})$ in $L_{\psi_1}(\bar{G})$.

Thus, the following theorem holds.

Theorem 2. The linear integral operator (*) acts from $L_2(\bar{G})$ in $L_{\psi}(\bar{G})$, to where $\psi(u) = e^u - u - 1, u > 0$, and is continuous, and as an operator acting from из $L_2(\bar{G})$ in $L_{\psi_1}(\bar{G})$, to where $\psi_1(u) = u(e^{u^{1-\varepsilon}} - 1), 0 < \varepsilon < 1$, it is completely continuous.

References:

1. Krasnoselsky M.A., Rutitsky Ya.B. Convex functions and Orlicz spaces. – M.: Fizmatgiz, 1958. – 271 p. [in Russian].
2. Vekua I.N. Generalized analytic functions. – M.: Nauka, 1988. – 512 p. [in Russian].
3. Blied N.K. Generalized in the sense of I.N. Vekua analytic functions and boundary value problems in fractional spaces // Differential equations. – 1978. – Vol. 14. – N 1. – P. 3–11 [in Russian].
4. Grishina A.M., Ovchinnikov V.I. Interpolation theorem for Orlicz-Lorentz spaces // Vestnik VSU: Physics. Mathematics. – 2013. – N. 2. – P. 162–172 [in Russian].

Поступила 4 ноября 2020 г.

МРНТИ 27.39.19

УДК 517.547.7

SOME STATEMENTS IN ORLICZ SPACES

Utepkaliev S.U., Makhatova V.E., Shambilova G.K., Bazargalieva B.L., Sagynbaev S.G.

Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan

e-mail: shambilova_gulba@mail.ru

This article is devoted to considering of some statements about the generalized space of Lebesgue L_p , in particular about the normalized Orlicz spaces. The normalized Orlicz spaces show continuations of the linear operator of the kind of $Au(x) = \int_G k(x, y)u(y)dy$ and the nonlinear operator of the kind

$K\varphi(x) = \int_G k(x, y)f[x, \varphi(y)]dy$. It is necessary to apply Orlicz and Sobolev-Orlicz spaces in cases where

the Lebesgue space does not allow to describe the object under study fully and precisely. The advantage of using these spaces in the study of some nonlinear equations is considered. As an example, the function value for Orlicz spaces was solved. The definition and properties of continuous convex N -functions are introduced. In addition, the solvability and mathematical correctness of motion problems of an ideal incompressible fluid (Euler system) are shown.

Keywords: *differential equations, Orlicz spaces, real variable, convex function, linear functionals, Euclidean space, class of functions.*

Мақалада Лебег L_p жалпыланған кеңістігінің кейбір тұжырымдарына, атап айтқанда Орличтің нормаланған кеңістігі қарастырылған. Үздіксіз дөңес N -функциялардың анықтамасы мен қасиеттері енгізілді. Орлич кеңістіктерінде $Au(x) = \int_G k(x, y)u(y)dy$ сызықтық операторының және

$K\varphi(x) = \int_G k(x, y)f[x, \varphi(y)]dy$ түрінде сызықты емес операторының үздіксіздігі көрсетілген. Лебег

кеңістігі зерттелетін объектіні толық және дәл сипаттауға мүмкіндік бермейтін жағдайларда Орлич және Соболев-Орлич кеңістігін қолдану қажеттілігі атап өтілді. Кейбір сызықтық емес теңдеулерді зерттеуде осы кеңістікті қолданудың артықшылығы қарастырылады. Мысал ретінде Орлич кеңістігі үшін $k(y)$ функцияның мәні есептеледі. Сондай-ақ, идеалды сығылмайтын сұйықтықтың (Эйлер жүйесінің) қозғалысы есептерінің шешілуі мен математикалық дұрыстығы көрсетілген.

Тірек сөздер: *дифференциалдық теңдеулер, Орлич кеңістіктері, нақты айнымалы, дөңес функция, сызықтық функционалдар, евклидтік кеңістік, функциялар кластары.*

Статья посвящена некоторым утверждениям обобщенного пространства Лебега L_p , в частности, нормированного пространства Орлича. Введены определение и свойства непрерывных выпуклых N -функций. В пространствах Орлича показаны непрерывности линейного оператора вида $Au(x) = \int_G k(x, y)u(y)dy$ и нелинейного оператора вида $K\varphi(x) = \int_G k(x, y)f[x, \varphi(y)]dy$. Отмечена

необходимость применения пространств Орлица и Соболева-Орлица в случаях, когда пространство Лебега не позволяет достаточно полно и точно описать изучаемый объект. Рассмотрено преимущество использования этих пространств при изучении некоторых нелинейных уравнений. В качестве примера вычислено значение функции $k(v)$ для пространств Орлица. Также показана разрешимость и математическая корректность задач движения идеальной несжимаемой жидкости (системы Эйлера).

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, пространства Орлица, вещественная переменная, выпуклая функция, линейные функционалы, евклидово пространство, классы функций.

Mathematical problems of continuum mechanics are always associated with problems of mathematical analysis, the general theory of differential equations and other branches of mathematics. The theory of Orlicz spaces also has application in problems of mechanics.

Orlicz spaces are normed spaces, a special case of which are Lebesgue spaces L_p , first introduced by V.Orlicz. Currently they are used in various branches of mathematics. The most detailed and systematic Orlicz space was first described in the monograph by M.A. Krasnoselsky and Ya.B. Rutitsky. They also proved many basic propositions of the general theory of these spaces. It turned out that Orlicz spaces are partially similar to Lebesgue spaces. However, in cases where the Lebesgue space does not allow sufficiently complete and accurate description of the object under study, in particular, it becomes necessary to use Orlicz spaces. After a long development of the theory of embeddings in Sobolev-Orlicz spaces, the embedding theorems for Orlicz and Sobolev-Orlicz spaces were obtained [1, 2].

Modern authors have shown the advantage of using these spaces in the study of some nonlinear equations.

We give some well-known statements in the Orlicz space.

It is known that a real function $M(u)$ of a real variable u is called convex if, for all u_1 and u_2 , the inequality is done

$$M\left(\frac{u_1 + u_2}{2}\right) \leq \frac{1}{2}[M(u_1) + M(u_2)] \quad (1)$$

Further we will be interested only in continuous convex functions. The condition (1) means that the midpoint of the chord connecting two points of the graph of the function $M(u)$ lies above the corresponding point of the graph. It is geometrically clear that the whole chord lies above the graph of the function, i.e. for all $0 \leq \alpha \leq 1$, the inequality holds

$$M[\alpha u_1 + (1 - \alpha)u_2] \leq \alpha M(u_1) + (1 - \alpha)M(u_2) \quad (2)$$

It is known that this inequality is called Jensen's inequality.

For a convex function $M(u)$ (figure 1), the following theorem holds.

Theorem. Any convex function $M(u)$, satisfying the condition $M(a) = 0$, can be represented as

$$M(u) = \int_a^u p(t) dt, \text{ where } p(t) \text{ is a non-decreasing right continuous function.}$$

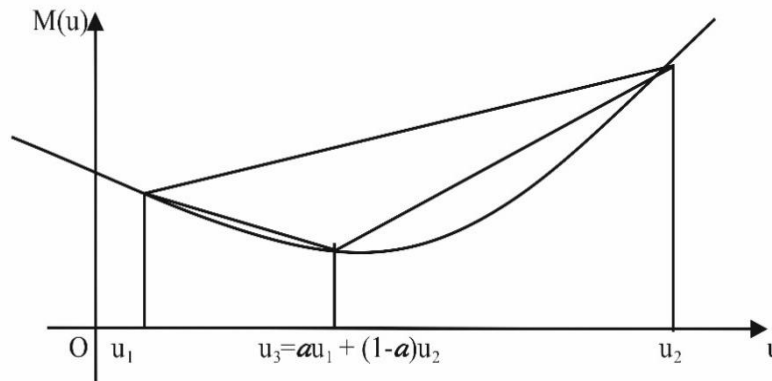


Figure 1 – Graph of a continuous convex function

The function $M(u)$ is called an N -function, if it admits a representation of $M(u) = \int_0^{|u|} p(t) dt$, where $p(t)$ is positive for $t > 0$, right continuous for $t \geq 0$, a non-decreasing function satisfying the conditions

$$p(0) = 0, p(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = \infty.$$

N -functions, for example, are functions $M_1(u) = \frac{|u|^\alpha}{\alpha}$, $\alpha > 1$, $M_2(u) = e^{u^2} - 1$.

Let $M(u)$ be some N -function. On a bounded closed set G of a finite-dimensional Euclidean space, by $L_M(G)$ we denote the class of such real defined on G functions $u(x)$, for which

$$\rho(u; M) = \int_G M[u(x)] dx < \infty.$$

The classes of the function $L_M(G)$ are called Orlicz classes. The class $L_M(G)$ owns all bounded functions, but not all summable functions. However, each function from the class $L_M(G)$ is summable. Every function $u(x)$ that is summable on G belongs to some Orlicz class. This statement means that the space L of summable functions on G is the union of all Orlicz classes. It turns out that for each summable function $u(x)$, such an N -function $Q(u)$ can be specified, satisfying the Δ' -condition

$$\int_G Q\{Q[u(x)]\} dx < \infty.$$

The existing N – function $M(u)$ can be represented as a superposition $M(u) = Q_1[Q_2(u)]$. Let $u(x) \in L_M$, then the inequality holds

$$M \left\{ \frac{\int_G u(x) dx}{mes G} \right\} \leq \frac{\int_G u(x) dx}{mes G} - \text{Jensen's integral inequality.}$$

Let $M(u)$ and $N(v)$ be N – functions mutually complementary to each other. By L_M^* we denote the set of functions $u(x)$ satisfying the condition

$$(u, v) = \int_G u(x)v(x) dx < \infty \text{ for all } v(x) \in L_M^*.$$

The following theorem holds.

Theorem 1. Let $u(x) \in L_M^*$. Then

$$\sup_{\rho(v, N) \leq 1} |(u, v)| = \sup_{\rho(v, N) \leq 1} \left| \int_G u(x)v(x) dx \right| < \infty.$$

This theorem allows us to introduce Orlicz norm in the set L_M^* :

$$\|u\|_M = |(u, v)| = \sup_{\rho(v, N) \leq 1} \left| \int_G u(x)v(x) dx \right|. \quad (***)$$

Orlicz norm (***) satisfies the usual axioms:

1. $\|u\|_M = 0$ if and only if $u(x) = 0$ almost every where;
2. $\|\alpha u\|_M = |\alpha| \|u\|_M$;
3. $\|u + v\|_M \leq \|u\|_M + \|v\|_M$.

Thus, the set L_M^* becomes a linear normed space, which it calls the *Orlicz space*.

The completeness of the Orlicz space is proved in [3]; it is a Banach space.

There are inequalities

$$\|u\|_M \leq 1 + \int_G M[u(x)] dx \text{ and } \int_G M\left[\frac{u(x)}{\|u\|_M}\right] dx \leq 1.$$

If $\|u\|_M \leq 1$, then $\int_G M[u(x)] dx \leq \|u\|_M$.

In Orlicz space there is Holder inequality for a pair of functions $u(x) \in L_M^*$, $v(x) \in L_M^*$:

$$\left| \int_G u(x)v(x) dx \right| \leq \|u\|_M \|v\|_M.$$

Linear functionals in L_M^ .* Let $M(u)$ and $N(v)$ be complementary N – functions to each other. Let $v(x)$ be some fixed function from L_M^* . Then the Holder inequality implies that on the whole space L_M^* a linear functional is defined

$$l(u) = (u, v) = \int_G u(x)v(x)dx, \text{ где } u(x) \in L_M^*.$$

The inequality holds $\|l\| = \|v\|_N \leq 2\|l\|$, where by $\|l\|$ indicated the norm of the functional $l(u)$: $\|l\| = \sup_{\|u\|_M \leq 1} \|l(u)\|$.

If denote $k(v) = \frac{\|v\|_N}{\|l\|}$, then the inequality above can be rewritten as: $1 \leq k(v) \leq 2$. The function $k(v)$ has been studied in detail by D.V. Salekhov [4].

As an example, we calculate the value of the function $k(v)$ for Orlicz spaces, defined by N – functions $M(u) = \frac{|u|^\alpha}{\alpha}$, $\alpha > 1$. Then for each function $u(x) \in L_M^*$ we have:

$$\|u\|_M = \alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}} \left\{ \int_G M[u(x)]dx \right\}^{\frac{1}{\alpha}}, \text{ where } \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = 1.$$

$$\begin{aligned} \text{Thus, } \|l\| &= \sup_{\|u\|_M \leq 1} \left| \int_G u(x)v(x)dx \right| = \sup_{\alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}} \left\{ \int_G M[u(x)]dx \right\}^{\frac{1}{\alpha}} \leq 1} \left| \int_G u(x)v(x)dx \right| = \\ &= \frac{1}{\alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}}} \sup_{\int_G M[u,v]dx \leq 1} \left| \int_G u(x)v(x)dx \right| = \frac{\|u\|_N}{\alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}}}, \end{aligned}$$

whence $k(v) = \alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}}$, where $v(x) \in L_M^*$, constant $\alpha^{\frac{1}{\alpha}} \beta^{\frac{1}{\beta}}$ can take any value from the interval (1; 2).

The operators in Orlicz spaces.

Consider the integral operator of the form [5]:

$$Au(x) = \int_G k(x, y)u(y)dy. \tag{4}$$

We find out that the operator (****) is continuous as an operator acting from L_{M_1} to L_{M_2} , satisfies the condition $\|Au\|_{M_2} \leq \|A\| \|u\|_{M_1}$, where $\|A\|$ – some number. The continuity conditions for the operator A will be sought in various characteristics of the kernel $k(x, y)$. The most convenient characteristic is that the kernel belongs to a certain Orlicz class, i.e. finiteness of the integral

$$\iint_G \Psi[\alpha k(x, y)] dx dy$$

For some α .

From the boundedness and continuity of the operator A , we obtain the estimate for the norm of the operator:

$$\|A\| = \sup_{\|u\|_{M_1} \leq 1} \|Au\|_{M_2} \leq 2l \|k(x, y)\|_{L^*_\Psi}.$$

On conditions for complete continuity of the operator A , i.e. on conditions under which operator A transforms the unit ball of space into a compact set of space, the following lemma corresponds.

The Lemma. Let the kernel $k(x, y)$ be continuous on \overline{G} . Let $L^*_{M_1}$ and $L^*_{M_2}$ be two arbitrary of Orlicz space. Then the operator $Au(x) = \int_G k(x, y)u(y)dy$ belongs $\{L^*_{M_1} \rightarrow E_{M_2}\}$, where E_{M_2} is closure in sets of bounded functions.

In the Orlicz space a nonlinear operator is studied $f : fu(x) = f(x, u(x))$, where $f(x, u)$, $x \in G$, $-\infty < u < \infty$ is continuous in u and measurable in x for every u . The conditions are found under which the operator f acts from a certain region of space $L^*_{M_1}$ into space L_{M_2} , is continuous and bounded.

Orlicz space also considers a nonlinear operator

$$K\varphi(x) = \int_G k(x, y)f[x, \varphi(y)]dy -$$

as a superposition of a nonlinear operator f and a linear operator A . Since the operator f acts from space $L^*_{M_1}$ to space $L^*_{M_2}$, is continuous and bounded on a sphere, and the linear operator A acts from $L^*_{M_2}$ to $L^*_{M_1}$ and is completely continuous, then the operator K is completely continuous in space $L^*_{M_1}$.

The conditions of complete continuity in Orlicz space are also established for nonlinear integral operators of a more general form:

$$K\varphi(x) = \int_G k[x, y, \varphi(y)]dy$$

In the thesis of M.I. Uvarovskaya [6] obtained the result of the solvability and mathematical correctness of the problems of motion of an ideal incompressible fluid (Euler system). In this case, we consider the problem of proving a global theorem on the existence and uniqueness of generalized solutions with the weakest possible restrictions on the smoothness of the solution and

the input data, especially the vortex. Planar flows are considered for existence, and three-dimensional for uniqueness.

References:

1. Cianchi A. Optimal Orlicz-Sobolev embeddings. // Rev. Mat. Iberoamericana. – 2004. – Vol. 20. – P. 427–474.
2. Kerman R., Pick L. Optimal Sobolev imbeddings // Forum Math. – 2006. – Vol. 18. – P. 535–570.
3. Krasnoselsky M.A., Rutitsky Ya.B. Convex functions and Orlicz spaces. – М.: Fizmatgiz, 1958. – 271 p. [in Russian].
4. Salekhov D.V. On the norm of a linear functional in Orlicz space and on one internal characteristic of the L_p space // RAS of the USSR. – 1956. – Vol. 111. – N 5. – P. 135–142 [in Russian].
5. Sobolev S.L. Some applications of functional analysis in mathematical physics / 3rd edition, revised and add. Edited by O.A. Oleinik – М.: Nauka, 1988. – 336 p. [in Russian].
6. Уваровская М.И. Применение пространств Орлича в задачах динамики идеальной несжимаемой жидкости. Автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. аук: 01.01.02. – Новосибирск, 2009. – 15 с.

Поступила 4 ноября 2020 г.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЯ

МРНТИ: 31.23.01

УДК-547.972

DETERMINATION OF ORGANIC ACID CONTENT IN PLANTS OF THE GENUS *ELYTRIGIA REPENS*

Berdesh T.B., Kipchakbayeva A.K.

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

e-mail: talshynberdesh@mail.ru

*Studies were conducted on the quality of raw materials, moisture (8.25 %), ash (6.95 %) and extractives (28.7 %) in the underground part of the plant *Elytrigia repens* collected in the Almaty region. The results of the study of the mineral composition of the plant are presenting and it is revealed that the plant contains a significant amount of calcium (792.35 mg / kg). The quantitative composition of the main groups of organic acids in the form of the fatty acid composition of the plant is determined. 14 fatty acids were detected. The results of the study showed a significant content of some fatty acids, namely linoleic polyunsaturated (45.215 %), γ -linolenic polyunsaturated (14.281 %) and oleic monosaturated (15.714 %). The vitamin composition was studied by high-performance liquid chromatography. Water-soluble vitamins of group B1 (2.1 mg/g) and fat-soluble vitamins A (0.035 mg/g) and E (0.36 mg/g) were detected.*

Keywords: *Elytrigia repens*, raw materials, organic acids, mineral composition, fatty acid composition, quantitative analysis, vitamins.

*Алматы облысында жиналған *Elytrigia repens* өсімдігінің жер асты бөлігінде шикізаттың, ылғалдың (8,25 %), күлдің (6,95 %) және экстрактивті заттардың (28,7 %) сапалылығына зерттеулер жүргізілді. Өсімдіктің минералды құрамының нәтижелері ұсынылған және өсімдік құрамында кальцийдің көп мөлшері (792,35 мг/кг) бар екендігі анықталды. Өсімдіктің май қышқылдары түрінде органикалық қышқылдардың негізгі топтарының сандық құрамы анықталды. 14 май қышқылдары анықталды. Зерттеу нәтижелері кейбір май қышқылдарының едәуір мөлшерін көрсетті, атап айтқанда линол полиқанықпаған (45,215 %), γ -линолен полиқанықпаған (14,281 %) және олеин моноқаныққан (15,714 %). Витаминдік құрамды зерттеу жоғары тиімді сұйық хроматография әдісімен жүргізілді. Дәрумендерден, суда еритін B₁ дәрумені (2,1 мг/г), майда еритін A (0,035 мг/г) және E (0,36 мг/г) дәрумендері анықталынды.*

Тірек сөздер: *Elytrigia repens*, шикізат көзі, органикалық қышқылдар, минералдық құрамы, майқышқылдық құрамы, сандық сараптама, дәрумендер.

*Проведены исследования доброкачественности сырья, влага (8,25 %), зола (6,95 %) и экстрактивные вещества (28,7 %) в подземной части растения *Elytrigia repens* собранный в Алматинской области. Представлены результаты минерального состава растения и выявлено, что в растение содержится значительное количество кальция (792,35 мг/кг). Определен количественный состав основных групп органических кислот в виде жирнокислотного состава растения. Выявлено 14 жирных кислот. Результаты исследования показали значительное содержание некоторых жирных кислот, а именно линолевая полиненасыщенная (2,261 мг/г), γ -линоленовая полиненасыщенная (0,714 мг/г) и олеиновая мононасыщенная (0,785 мг/г). Исследование витаминного*

состава были проведены методом высоко эффективной жидкостной хроматографии. Обнаружены водорастворимые витамины группы В₁ (2,1 мг/г) и жирорастворимые витамины А (0,035 мг/г), Е (0,36 мг/г).

Ключевые слова: *Elytrigia repens*, сырьевые ресурсы, органические кислоты, минеральный состав, жирнокислотный состав, количественный анализ, витамины.

Research of plant raw materials is an urgent topic for the production of new environmentally friendly, harmless, highly effective domestic herbal products. Therefore, the study of medicinal herbs, determination of their activity, their use for human and animal health, modernization of traditional medicine and meeting the needs of pharmaceutical production are important components of modern medicine. The nature of our country is rich in plant raw materials, one of these plants is creeping Wheatgrass.

Organic acids in plants

Organic acids are compounds of the aliphatic or aromatic series with one or more carboxyl groups. They are widespread and accumulate in significant amounts in different parts of the plant and play an important role in metabolism. Medicinal plants containing organic acids are used as an anti-inflammatory, antimicrobial agent, as well as in the treatment of the gastrointestinal tract, as a preventive agent [1].

Wheatgrass (*Elytrigia repens*) is a perennial herb belonging to the grass family. The rhizomes are long and cord-like, and can reach up to 15 cm. Blooms in June-July and Grows on the plains and in the mountains, mainly in the middle and upper mountain belt. It is found in water meadows in community with other cereals, as a weed on arable land [2].

Wheatgrass (*Elytrigia repens*) is widely used in agriculture and medicine. Its rhizomes are used as a diuretic, diaphoretic, expectorant, and they also have a slight laxative effect [3].

Elytrigia repens is used in many industries, but its chemical composition is not fully understood. It is known about the content of saponins, ascorbic acid, the carbohydrate triticin, mucus and traces of essential oils, as well as up to 40 mg % carotene [4].

Based on the above the purpose of this work is to qualitatively and quantitatively study the content of organic acids in the underground part of creeper Wheatgrass.

Experimental part and discussion of results. The first stage of studying plant raw materials is the study of good quality. Humidity, ash and extractive substances are studied according to the methods of the first edition of the state Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan [5]. Humidity tests were performed using the MA-35 humidity analyzer (Sartorius, Germany). The results of the study are shown in table 1. It was found that humidity and ash do not exceed the norm, and the use of 50 % ethyl alcohol is most effective for the extraction of BAS.

Table 1 – Indicators of the underground part of creeping Wheatgrass (*Elytrigia repens*)

| Plant | Humidity, % | Ash, % | Extractives, % | | | |
|-------------------------|-------------|--------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Water | 30% ethanol | 50% ethanol | 70% ethanol |
| <i>Elytrigia repens</i> | 8.25 | 6.95 | | | | |
| | | | 10.38 | 25.6 | 28.7 | 27.3 |

Heavy metal salts, as well as macro and microelements, were determined by atomic absorption method. To determine the content of Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, GOST 30178-96 "raw Materials and food products [6]. Atomic absorption method for determining toxic elements", and for determining the Content of As GOST 31266-2004 " raw Materials and food products. Atomic absorption method for the determination of arsenic", as well as M 04-64-2010. An atomic absorption spectrometer "MGA-915 MD" with electrothermal atomization and a mercury-hybrid prefix was used (table 2).

Table 2-Mineral composition of the underground part of *Elytrigia repens*

| Mineral element | Content, mg / kg |
|-----------------|------------------|
| Calcium | 792,35 |
| Magnesium | 167,25 |
| Iron | 0,018 |
| Zinc | 8,701 |
| Copper | 0,001 |
| Manganese | 0,726 |
| Lead | 0,0002 |
| Cadmium | 0,0004 |
| Arsenic | Not detected |
| Mercury | Not detected |

The fatty acid composition of the plant was studied and 14 saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids were identified. The study was performed by gas chromatography using the GX-1000 device. A 60 m long silica gel column was used for chromatography. The method of sample preparation and research was carried out in accordance with P 4.1.1672-03 [7]. The release time of fatty acids was 48.25 minutes. The data obtained are shown figure 1 and in table 3.

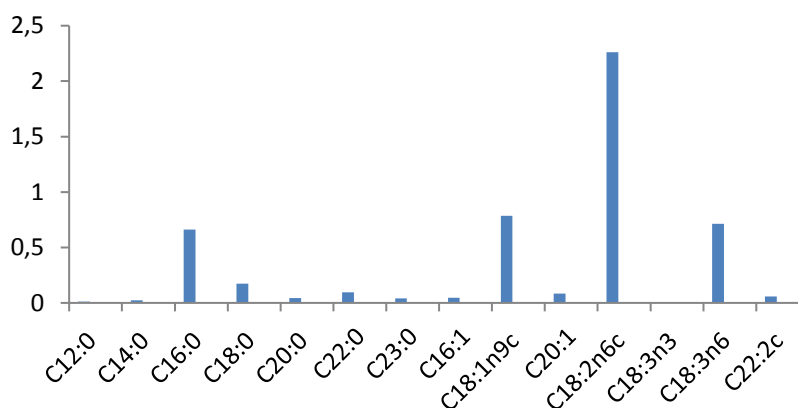


Figure 1 – Quantitative composition of fatty acids in the underground part of *Elytrigia repens*

Table 3 – Fatty acid composition of the underground part of *Elytrigia repens*

| Fatty acids | Concentration, mg / g |
|--|-----------------------|
| C _{12:0} lauric saturated | 0,012 |
| C _{14:0} Myristic saturated | 0,022 |
| C _{16:0} Palmitic saturated | 0,661 |
| C _{18:0} Stearic saturated | 0,173 |
| C _{20:0} saturated Arachine | 0,043 |
| C _{22:0} Begene saturated | 0,095 |
| C _{23:0} Tricosane saturated | 0,042 |
| C _{16:1} Palmitoleic polyunsaturated | 0,045 |
| C _{18:1n7c} Oleic monounsaturated | 0,785 |
| C _{20:1} Eicosene monounsaturated | 0,083 |
| C _{18:2n6c} Linoleic polyunsaturated | 2,261 |
| C _{18:3n3} Linolenic polyunsaturated | 0,005 |
| C _{18:3n6} γ-Linolenic polyunsaturated | 0,714 |
| C _{22:2c} docosadienoic polyunsaturated | 0,059 |

According to the table, the total concentrations of fatty acid groups were calculated and it was found that the total concentration of saturated groups is 20.974 %, monounsaturated 18.235% and polyunsaturated 60.791 %. Based on this, a significant content of polyunsaturated fatty acids, which take a significant part in the metabolism of humans and animals, was found in the underground part of creeper Wheatgrass. Essential fatty acids (polyunsaturated) are important for the functioning of the cardiovascular system: they prevent the development of atherosclerosis, improve blood circulation, and have an antiarrhythmic effect. As well as polyunsaturated fatty acids reduce inflammatory processes in the body, improve tissue nutrition [8].

Quantitative analysis of vitamins on HPLC "Agilent 1200" was performed. Water-soluble vitamins of group b 1 (2.1 mg/g) and fat-soluble vitamins A (0.035 mg/g), E (0.36 mg/g) were found. Vitamin B1, thiamine plays an important role in the metabolism of carbohydrates, fats and proteins in the human body. Vitamin A have different biological activity. Retinol is necessary for the growth, differentiation and preservation of epithelial and bone tissue functions, as well as for reproduction. Retinal is important in the mechanism of vision. In the body, vitamin E plays the role of an antioxidant. Its antioxidant property is characterized by the fact that it prevents the contact of oxygen with unsaturated membrane lipids. Vitamin E is also a synergist of vitamin A. The detection of these vitamins in the underground part of the creeping Wheatgrass shows the biological activity of the plant. According to chromatographic data, the vitamin a release time was 4 minutes. 28 p.

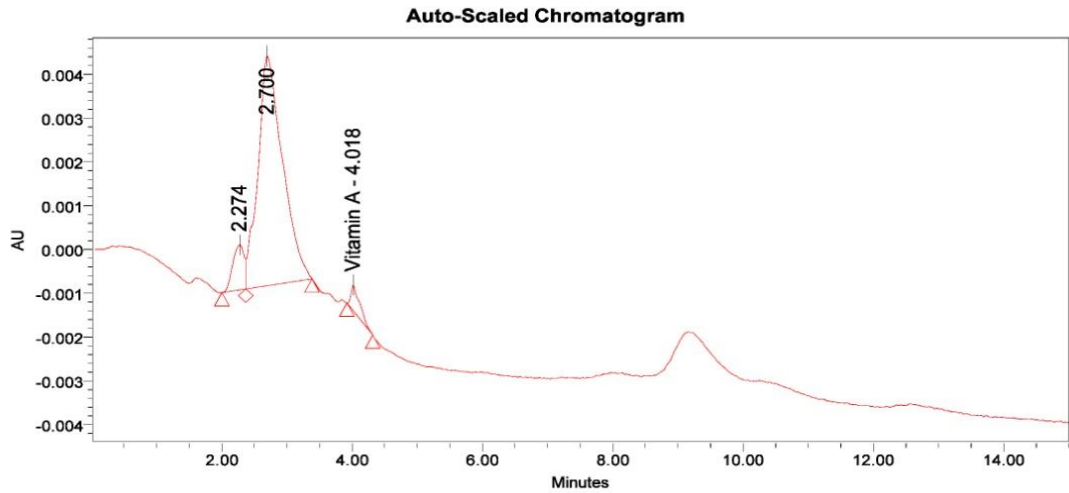


Figure 2 – Chromatographic index of vitamin A in the underground part of *Elytrigia repens*

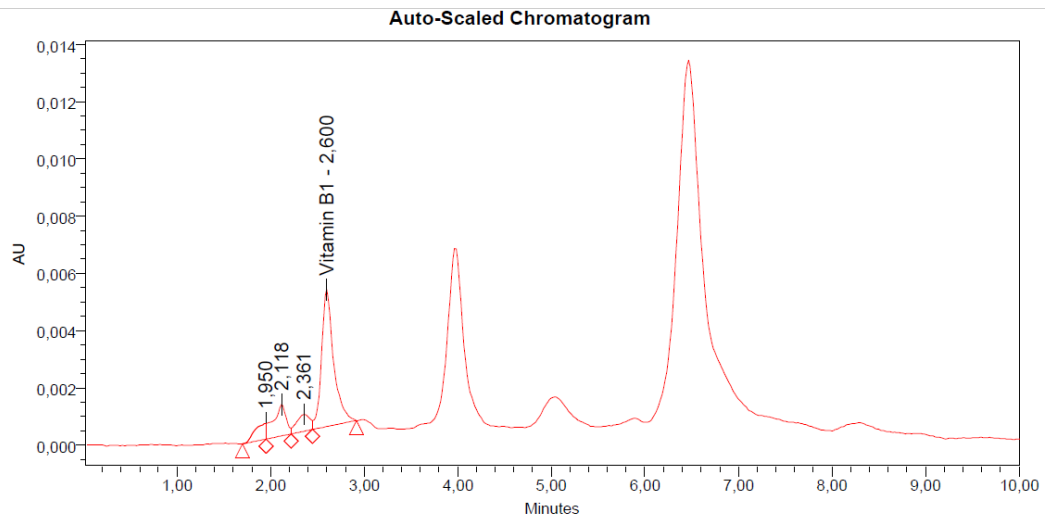


Figure 3-Chromatographic index of vitamin B1 in the underground part of *Elytrigia repens*

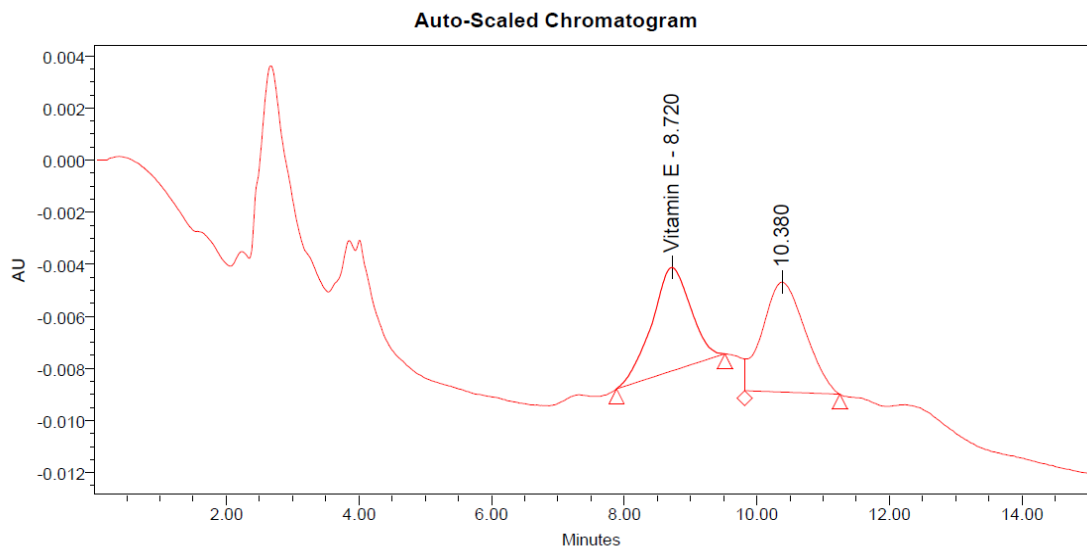


Figure 4 – Chromatographic index of vitamin E in the underground part of *Elytrigia repens*

Conclusion.

- The quality of the underground part of *Elytrigia repens* collected in the Almaty region in 2019 was determined. The mineral composition of the plant was studied and 10 macro - and microelements were identified.
- The quantitative composition of organic acid groups in the form of fatty acid composition was studied. In the underground part of the plant, a significant content of some fatty acids was found, namely linoleic polyunsaturated (2.261 mg/g), γ -linolenic polyunsaturated (0.714 mg/g) and oleic monosaturated (0.785 mg/g).
- The vitamin composition of the plant was analyzed and it was found that the plant contains the following vitamins: B1 (2.1 mg / g); A (0.035 mg/g); E (0.36 mg/g).

References:

1. Samylina I. A., Yakovlev G. P. Pharmacognosy: textbook // M.: Geotar Media, 2016. – 976 p. (In Russian)
2. Gubanov I. A. et al. Wild-growing useful plants of the USSR // M.: Mysl, 1976. – P. 54. (In Russian)
3. Shypilenko A.K. Medicinal plants of the meadow: book // M.: Visual art, 1993. – 46 p. (In Russian)
4. Telyatev V.V. Useful plants of Central Siberia: book // Irkutsk.: East Siberian book, 1985. – 382–384 p. (In Russian)
5. State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. Vol. 1 // Almaty: Zhibek Zholy, 2008. – 592 p.
6. GOST 30178-96. Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements. – Vved. 1998-01-01. – M.: publishing house of standards, 2010. – 10 p.
7. P 4.1.1672-03. Guidelines for quality control and safety of biologically active food additives. 2003-06-30. – M.: Chief state sanitary doctor of the Russian Federation, First Deputy Minister of health of the Russian Federation G. G. Onishchenko, 2003 (In Russian)
8. Mostofsky D.I. Handbook of Essential Fatty Acid Biology Biochemistry, Physiology, and Behavioral Neurobiology // 1st ed. Softcover of orig. ed. – 1997. – 480 p. (In English)

Поступила 17 ноября 2020 г.

МРНТИ 31.25.19

УДК 54.057

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYDROGELS BASED ON CARBOXYMETHYL CELLULOSE AND POLYVINYLPIRROLIDONE FOR SEEDS PELLETTING

Kalibek M., Salyamov R., Makhayeva D., Irmukhametova G.S.,

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

email: galiya.irm@gmail.com

Hydrogels based on natural polymer carboxymethyl cellulose and polyvinylpyrrolidone (CMC-PVP) were synthesized by radiation polymerization using electron accelerator. The effect of copolymers composition and radiation dose on the yield and swelling ability of hydrogels was studied. It was found that with an increase of irradiation dose results on higher yield of the gel fraction and decrease of equilibrium swelling degree of hydrogels. The optimal parameters for the synthesis of hydrogels were established: irradiation dose of 25 kGy and CMC content of 1 and 3 wt.%. Obtained hydrogels were used for draining the tomato seeds. The effect of the coating layer on the rate and quality of the seed germination was studied. It was found that the optimal conditions for seed germination is to coat them with a polymer hydrogel with CMC content 1 %. This type of hydrogel coating demonstrated the highest rate of seed's germination and length of tomato sprout.

Keywords: *technology of pelleting, radiation synthesis, natural polymers, hydrogels, swelling, radiation dose, germination energy.*

Методом радиационной полимеризации на электронном ускорителе синтезированы гидрогели на основе природного полимера карбоксиметилцеллюлозы и поливинилпирролидона (КМЦ-ПВП). Изучено влияние состава сополимеров и дозы облучения на выход и набухающую способность гидрогелей. Показано, что с ростом дозы облучения наблюдается увеличение выхода гелевой фракции гидрогеля и уменьшение его набухающей способности. Установлены оптимальные параметры синтеза гидрогелей: доза облучения 25 кГр и содержание КМЦ в исходной полимерной смеси 1 и 3 мас.%. Полученные гидрогели были использованы для дражжирования семян томата. Изучено влияние дражжировочного слоя на скорость и качество пророста семян. Установлено, что оптимальным для прорастания семян является покрытие из полимерного гидрогеля, содержащего 1% КМЦ. Для данного состава гидрогеля наблюдалось наибольшая скорость прорастания и длина ростков семян томата.

Ключевые слова: *технология дражжирования, радиационный синтез, природные полимеры, гидрогели, набухание, доза облучения, энергия прорастания.*

Карбоксиметилцеллюлоза және поливинилпирролидон (КМЦ-ПВП) негізделген гидрогельдер электрондық үдеткіште радиациялық полимеризация арқылы синтезделді. Соплимерлер құрамы мен сәулелену дозасының гидрогельдердің кірістілігі мен ісіну қабілетіне әсері зерттелді. Сәулелену дозасының жоғарылауымен гидрогельдің геледік фракциясы шығымының жоғарылауы және оның ісіну қабілетінің төмендеуі байқалатыны көрсетілген. Гидрогельдер синтезі үшін оңтайлы

параметрлер анықталды: сәулелену мөлшері 25 кГр және карбоксиметилцеллюлоза мөлшері 1 және 3%. Алынған гидрогельдер қызанақ тұқымын түйіршіктеу үшін пайдаланылды. Қаптау қабатының тұқым өнуіне әсері зерттелді. Тұқымның өнуінің оңтайлы жағдайлар - олардың құрамында 1% карбоксиметил целлюлозасы бар полимер гидрогелімен қаптау екендігі анықталды. Берілген гидрогель құрамы үшін қызанақ тұқымдарының өнгіштігі мен өсуінің ең жоғары жылдамдығы байқалды.

Тірек сөздер: *түйіршіктеу технологиясы, радиациялық синтез, табиғи полимерлер, гидрогельдер, ісіну, сәулелену дозасы, өну энергиясы.*

Introduction. Improved seeds are the main component in agriculture, which play an important role in achieving optimum crop yield and productivity of any culture. Improved seeds will not only help in achieving optimal plant populations, but will also provide the strong seedlings that can exceed the initial abiotic and biotic stresses to a significant extent. Therefore, the quality and physiological status of each seed that the farmer buys are of particular importance for obtaining the desired returns for crops [1].

In the past few decades, seed coating technology has evolved through research innovations and has allowed the creation of several products that can be used to manage the potential of productivity, seed and subsequent crop. Seed coating technology is widely used for various purposes, such as synchronization of flowering between parent lines, to improve seed quality, delivery of nutrients, for early sowing in cold and wet soils, delivery of growth hormones, delivery of pesticides, delivery of biocontrol agents, as a biologically active coating and as an anti-counterfeit technology to eliminate fake seeds on the market. Thus, as the concept of seed coating becomes a practical reality for various applications. There is currently a growing interest in many aspects of this technology, so that its application can be extended to various crops that are grown and stored in different agro-climatic conditions [2–4]. Seed coating technologies have been developed for most types of crops and vegetables. In some cases, for turf grass, pasture and flower seeds [5]. There is an acute necessity for new approaches to seed-based restoration, and seed coating technologies can be key to improving seedling planting, plant growth, and recovery efficiency of native seeds, most of which are harvested from wild plants [6].

The drained seed has several layers. Each layer has its own task. For example, they can process and provide a buffer (to avoid contact with seeds). In most cases, the seeds were coated with commercial binders. It is a well-known fact that the most frequently mentioned binders are methylcellulose, polyethylene glycol, chitosan, polyvinyl alcohol, methylcellulose, polyvinyl acetate, and gum Arabic [7].

The physical and chemical properties of various powders in combination with binders provide different mechanical and biological results for coatings. For example, particle size distribution strongly affects the behavior of pellets; small particles provide higher physical resistance, but limit gas and water exchange, while larger particles increase porosity, but reduce the mechanical integrity and elasticity of the coating [8].

Binders and fillers must be compatible with active compounds. They must not adversely affect the ability of seeds to germinate and grow. According to the characteristics of the natural seed cover (test), the applied compounds can be dissolved and transferred to the seeds through absorbing water or, if the test is impervious to these substances, through absorption by the emerging root and root system [9].

The most commonly mentioned active ingredients in coatings include fungicides, pesticides, insecticides, nematocides, anti-predator agents, and herbicides. The use of a protective treatment tool at best only slightly contributes to germination and germination. Sometimes it negatively affects the rate of germination. However, protective compounds usually improve plant growth and productivity by reducing the number of predators and infecting pathogens [10].

Despite these advantages, protective devices used in coatings sometimes have a negative impact on the environment. For example, neonicotinoids, the most widely used insecticide compounds in crop seed coatings, have been shown to have harmful effects on wild bees. Diversity and distribution, with indirect effects on bee health. In addition, fungicide and insecticide coatings have an indirect effect on the processes of the agroecosystem [11].

However, even though the use of macronutrients such as phosphorus and potassium improves growth and yield, there is a potential for harmful effects on germination and germination caused by osmotic stress caused by nutrients. Instead, most of the changes in nutrients were focused on the delivery of trace elements such as boron, copper, manganese, molybdenum, and zinc. These adjustments were used to compensate for soil deficiencies in these trace elements. The integration of seed biology, plant physiology, and soil science in broader collaboration with the seed industry can optimize the use of seed coating as a way to deliver nutrients, which will eventually allow the cultivation of varieties with pre-determined micronutrient needs adapted to soil types with various micronutrient deficiencies [12].

Due to the inherent ability to attract and retain water near the seeds, soil hydrophilic materials or hydro-absorbers (hydrogels) are used. Another feature in water-repellent soil to increase the availability of water for seeds and seedlings is the use of surfactant as a coating material for seeds [13].

Some coatings have also been used to slow germination by affecting water absorption, in a sense creating artificial rest. This type of wool prevents germination in climatic conditions. Conditions are not optimal and usually provide protection from pathogens, fungi, and predators. This approach takes into account early planting, relying on the layer to initiate the germination process when suitable conditions arise, and thus may upgrade the emergence of seedlings in the soil without tillage. The delay is usually achieved using temperature-activated polymers that regulate water absorption at specified temperature thresholds [14].

Phytoactive promoters include a number of compounds that, once incorporated into the seed coating, potentially stimulate germination, promote growth, and improve stress tolerance. The use of promoters has the potential to improve: seedling and plant energy; resistance to biotic/abiotic stresses; and performance under water, salinity, and temperature stress. Innovations in the application of photoactive compounds through seed shells and pellets can be a key element in enabling agriculture in degraded areas or areas that are adversely affected by climate change.

In present study the hydrogels based on carboxymethyl cellulose and polyvinyl pyrrolidone were synthesized using radiation polymerization. Obtained hydrogels were characterized by sol-gel fraction determination method and swelling degree study. Influence of hydrogel content on grinding of tomato seeds and their germination was estimated.

Materials and methods. Carboxymethyl cellulose (CMC) was purchased from Sigma-Aldrich. Polyvinyl pyrrolidone (PVP) was purchased from Sigma-Aldrich, molecular weight 1 million.

Polyethylene glycol (PEG) was purchased from Sigma-Aldrich, molecular weight 600. Agar-agar produced was purchased from Sigma-Aldrich.

Samples of tomato seeds provided by the Institute of plant protection and quarantine, Almaty and seeds “Ardan” were purchased from Syngenta.

Synthesis of hydrogels based on carboxymethyl cellulose. Hydrogels based on CMC, PVP, PEG, and agar-agar were synthesized by radiation polymerization method. The electron beam accelerator ELV-4 at the Institute of Nuclear Physics (Almaty) was used as the source of irradiation. To obtain hydrogels, the radiation dose varied in the range of 10-125 kGy.

Aqueous solutions of CMC of concentration – 1 wt.%, 3 wt.%, 5 wt.%; PVP – 7 wt.%, PEG 1 % and agar-agar 1 wt.% were prepared in the following way:

CMC was dissolved in 100 mL of distilled water for 24 hours at room temperature and constant stirring. PVP was dissolved separately at 60-70 °C for two hours with constant mixing using a magnetic stirrer and then it was mixed with the solution of CMC. After that, liquid PEG was added. Obtained mixture was mixed with previously prepared solution of agar-agar. The components ratio is shown in Table 1.

Determination of equilibrium swelling degree (ESD). Hydrogel sample of approximately weight 0.3 ± 0.05 g was taken for determination of ESD. The ESD of hydrogel samples in distilled water and in buffer solutions was estimated at room temperature. The weight changes were fixed until reaching the constant values.

The ESD was calculated by the formula:

$$\alpha = \frac{m(\text{swollen}) - m(\text{dry})}{m(\text{dry})}$$

Sol-gel analysis. The gel method is used to find the percentage of pure cross-linked polymer in a synthesized sample and to determine the degree of cross-linking. Polymer gels after synthesis were dried to a constant mass and weighed on analytical scales. Then the dried hydrogel samples were placed in distilled water for 3 days to remove uncrosslinked polymer. Water environment was updated at least 5 times. This is necessary for maximum possible washing of the gel from unreacted polymers. After two days, the polymer gel was separated from water using a mesh cloth and dried in the open air to a constant mass.

The gel fraction content (%):

$$M(\text{gel}) = \frac{m(\text{dry})}{m(\text{synthesised})} \times 100\%$$

where $m(\text{dry})$ – mass of the washed and dried gel, g; $m(\text{synthesised})$ - mass of the synthesized sample, g.

The sol fraction content (%):

$$M(\text{sol}) = 100\% - M(\text{gel})$$

Seed draining by polymer hydrogels. The study of the behavior of the radiation cross-linked CMC-PVP-PEG-agar-agar system as a filler for draining was carried out using tomato seeds. 0.05%

PVP solution was used as an adhesive solution for seed draining. Before draining, polymer hydrogels were dried and grinded. In order to create a polymer shell around the tomato seed, the seed was wetted in a PVP adhesive solution, and placed in a powder of grinded CMC-PVP-PEG-agar-agar hydrogel. During draining, the granules were compacted and rolled into a spherical shape.

Seed germination estimation. Tomato seed germination was determined by sprouting seeds in laboratory. Each type of pelleted seeds have been analyzed by estimation of 15 drained seeds. Samples were examined for seedlings sprouting on Petri dishes using 2-3 layers of filter paper according to GOST 12038-84. After germination, the seeds were transplanted into the ground and the stem growth was analyzed.

Results and discussion.

Radiation synthesis and characterization of hydrogels based on carboxymethyl cellulose.

Polymer hydrogels were obtained by radiation polymerization of the aqueous solutions of carboxymethyl cellulose and polyvinylpirrolidone. The polymers concentration in the initial mixtures is presented in Table 1.

Table 1 – Composition of the initial polymer solutions and irradiation dose for synthesis of hydrogels based on CMC-PVP

| Composition, w.% | | | | | Dose of irradiation, kGy | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----------|--------------------------|----|----|----|-----|
| № | CMC | PVP | PEG | agar-agar | | | | | |
| 1 | 1 | 7 | 1 | 1 | 5 | 10 | 25 | 75 | 125 |
| 2 | 3 | | | | 5 | 10 | 25 | 75 | 125 |
| 3 | 5 | | | | 5 | 10 | 25 | 75 | 125 |

Synthesized polymer networks were analyzed by sol-gel method to determine the yield of hydrogels. The results are presented in figure 1.

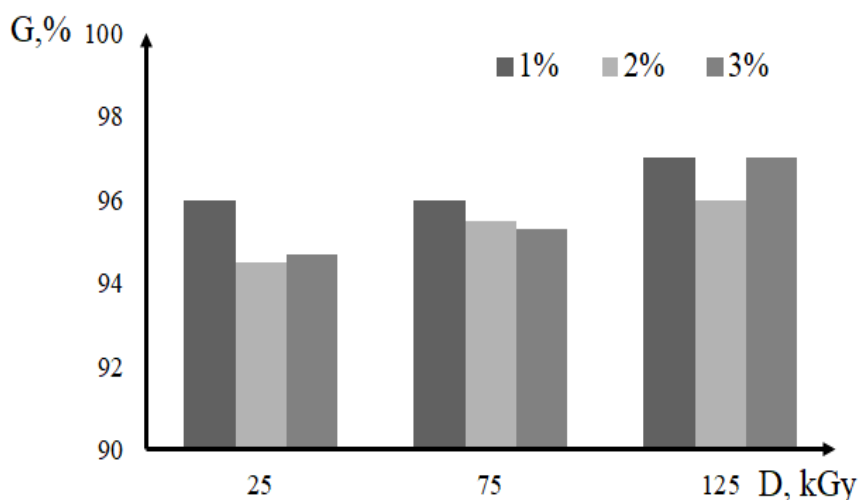


Figure 1 – Impact of irradiation dose (D, kGy) and CMC concentration (1 %, 3 %, 5 %) on hydrogels G % yield

Increasing the dose of irradiation results in slight increase of gel fraction due to formation more number of crosslinks in polymer network. The concentration of CMC has no significant impact on gel fraction value in the studied range 1–5 %. Just slight decrease in polymer network yield can be observed for hydrogels with higher concentration of CMC 5 %.

Determination of the equilibrium swelling degree of hydrogels in buffer solutions, distilled and technical water. Mass of the swollen and the mass of the dry hydrogel were determined in order to determine the swelling degree. Three samples from each composition were selected in order to calculate the average statistical mass. The experiment was carried out for 5 days. Obtained results are presented in figures 2–7. The hydrogels presented pH depending swelling behavior figures 2,4,6. Increasing pH value results in higher swelling of polymer network due to the presence of carboxylic groups of CMC in its structure. The hydrogels synthesized at higher irradiation dose have lower swelling degree because of higher crosslinking degree. This result corresponds to the data described above about the dependence of gel fraction on irradiation dose.

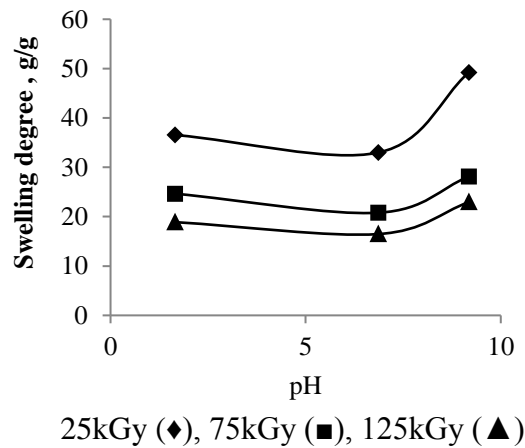
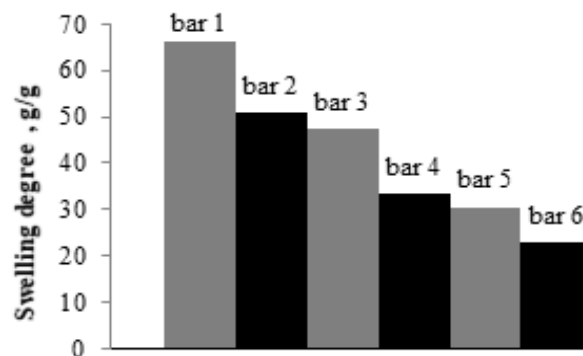


Figure 2 – Effect of pH on swelling degree of CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=1\%$



Distilled water (grey bars), technical water (black bars); 25 kGy (bars: 1,2), 75 kGy (bars: 3,4), 125 kGy (bars: 5,6)

Figure 3 – Effect of distilled and technical water on swelling degree of hydrogels for CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=1\%$

Investigation of swelling behavior of hydrogels in distilled and in technical water showed that swelling degree is lower in technical water due to the presence of low molecular ions in it (Figure 3,5,7). Considering influence of irradiation dose on swelling degree in distilled and technical water the following results are obtained:

- the highest swelling degree is for hydrogel at 25 kGy (67 g/g) in distilled water. The lowest swelling degree is for 125 kGy hydrogel (24 g/g) in technical water.
- the highest swelling degree is for 25 kGy hydrogel (68 g/g) in distilled water. The lowest swelling degree is for 125 kGy hydrogel (28 g/g) in technical water.
- the highest swelling degree is for 25 kGy hydrogel (142 g/g) in distilled water. The lowest swelling degree is for 125 kGy hydrogel (40 g/g) in technical water.

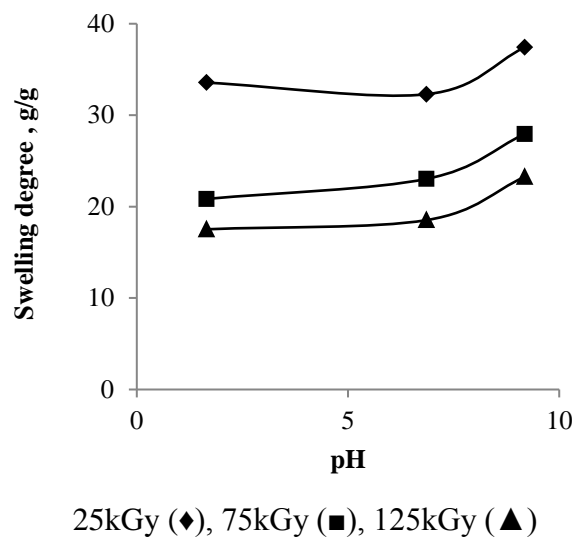
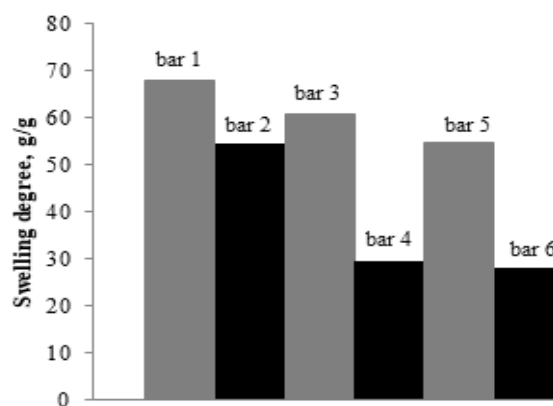


Figure 4 – Effect of pH on swelling degree of CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=3\%$



Distilled water (grey bars), technical water (black bars); 25 kGy (bars: 1,2), 75 kGy (bars: 3,4), 125 kGy (bars: 5,6)

Figure 5 – Effect of distilled and technical water on swelling degree of hydrogels for CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=3\%$

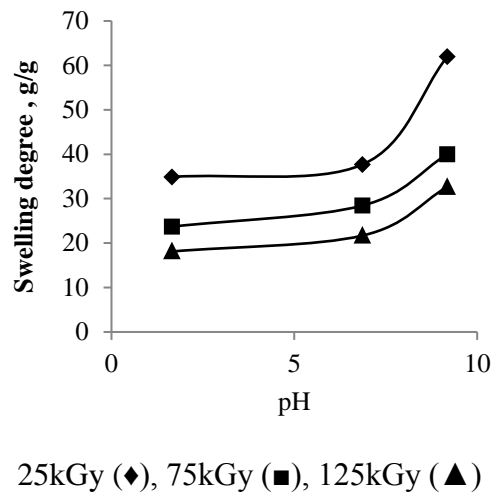
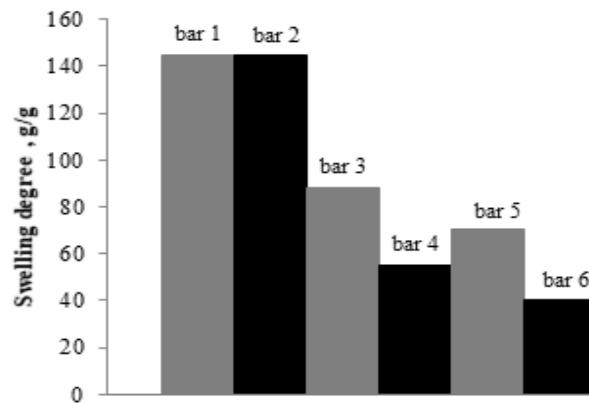


Figure 6 – Effect of pH on swelling degree of CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=5\%$



Distilled water (grey bars), technical water (black bars); 25 kGy (bars: 1,2), 75 kGy (bars: 3,4), 125 kGy (bars: 5,6)

Figure 7 – Effect of distilled and technical water on swelling degree of hydrogels for CMC-PVP hydrogels with $C_{CMC}=5\%$

Only hydrogels with a high swelling capacity can be used in seed draining technology. Analysis of obtained data revealed that hydrogels obtained at irradiation dose of 25 kGy and with concentration of CMC 1 % and 3 % has the highest swelling degree and gel fraction yield. Therefore, these samples have been chosen for the further experiments with seeds draining and the growth of seedlings.

Study of the seed germination

Influence of seeds coating layer on the germination of tomato seeds was studied. The data in Figure 8 shows the germination of tomato seeds in a time. The seeds coated with hydrogel of composition 3 % of CMC shows the highest rates in the seedling's length growth.

Conclusion. Hydrogels based on natural polymer carboxymethyl cellulose were synthesized by radiation crosslinking method using an electron accelerator. Obtained hydrogels were characterized on gel fraction yield, swelling behavior depending on carboxymethyl cellulose content and irradiation dose. It was found that with an increase of irradiation dose from 25 to 125 kGy, the content of the gel fraction increases and the equilibrium swelling degree decreases. Optimal composition for seeds draining was found to be the hydrogel with CMC concentration 1 and 3 %, synthesized at 25 kGy. The germination study of tomato seeds coated with hydrogel showed that hydrogel with CMC content 1 % is the best for granding the tomato seeds.

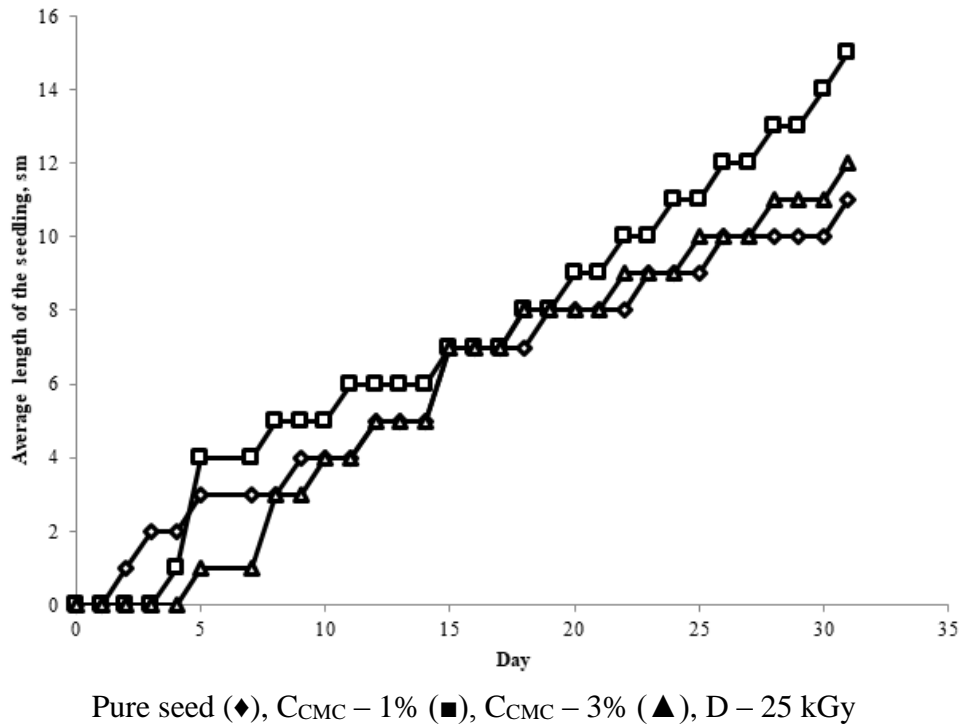


Figure 8 – The tomato seedling's growth rate

References:

1. Lagôa A. de O., Ferreira A.C., Vieira R.D. Plantabilidade e teor de água durante o armazenamento em câmara fria de sementes de milho superdoce (Sh2) peletizadas // Rev. Bras. Sementes. – 2012. – Vol. 34, N 1. – P. 39–46.
2. Guan Y. et al. The Novel Approach to Enhance Seed Security: Dual Anti-Counterfeiting Methods Applied on Tobacco Pelleted Seeds // PLoS One. – 2013. – Vol. 8, N 2. – P. 1–9.
3. Farooq M., Wahid A., Siddique K.H.M. Micronutrient application through seed treatments: a review // J. soil Sci. plant Nutr. – 2012. – Vol. 12, N 1. – P. 125–142.
4. Ziani K., Ursúa B., Maté J.I. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection // Crop Prot. Elsevier Ltd. – 2010. – Vol. 29, N 8. – P. 853–859.
5. James J.J., Svejcar T.J., Rinella M.J. Demographic processes limiting seedling recruitment in arid grassland restoration // Science. – 2011. – Vol.2. – P. 961–969.
6. Pedrini S. et al. Seed Coating : Science or Marketing Spin // Trends Plant Sci. Elsevier Ltd. – 2017. – Vol. 22, N 2. – P. 106–116.
7. Daryanto S., Wang L., Jacinthe P. crops production : A review // Agric. Water Manag. Elsevier B.V. – 2016. – Vol.3. – P. 123–145.

8. Salanenka Y.A., Taylor A.G. Seedcoat Permeability : Uptake and Post-germination Transport of Applied Model Tracer Compounds // Science. – 2011. – Vol. 46, N 4. – P. 622–626.
9. Yang D. et al. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces Microencapsulation of seed-coating tebuconazole and its effects on physiology and biochemistry of maize seedlings // Colloids Surfaces B Biointerfaces. Elsevier B.V. – 2014. – Vol. 114. – P. 241–246.
10. Rundlöf M. et al. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees // Nature. – 2015. - Vol. 521, N 7550. – P. 77–80.
11. Adhikari T., Kundu S., Rao A.S. Zinc delivery to plants through seed coating with nano-zinc oxide particles // J. Plant Nutr. Taylor & Francis. – 2016. – Vol. 39, N 1. – P. 136–146.
12. Serena M. et al. Turfgrass establishment from polymer-coated seed under saline irrigation // HortScience. – 2012. – Vol. 47, N 12. – P. 1789–1794.
13. Gesch R.W., Archer D.W., Spokas K. Can using polymer-coated seed reduce the risk of poor soybean emergence in no-tillage soil // F. Crop. Res. Elsevier B.V. – 2012. – Vol. 125. – P. 109–116.
14. Gorim L., Asch F. Effects of Composition and Share of Seed Coatings on the Mobilization Efficiency of Cereal Seeds During Germination // Science. – 2012. – Vol.7. – P. 81–91.

Поступила 8 октября 2020 г.

МРНТИ 81.81.26

УДК 54.084

IMPLEMENTATION OF QUALITY ASSURANCE PROGRAM FOR CHEMICAL LABORATORIES

Kassenova Zh.S.

Innovative Eurasian University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan

e-mail: zhanar.kassenova@gmail.com

The importance, features, advantages of introducing a quality assurance system for chemical laboratories are described. The necessary steps for passing the accreditation of chemical laboratories were discussed in detail. Each stage is described thoroughly and general recommendations for successful implementation are given. In addition, a comparative analysis was carried out between the recognized standards in the field of quality assurance of chemical laboratory services - Good Laboratory Practice and ISO 17025. Detailed descriptions and analysis of the advantages of LIMS software for use in a chemical laboratory were given. The final part provides a step-by-step scheme for the implementation of a quality assurance system for chemical laboratories. The article provides a guidance for novice managers of chemical laboratories.

Key words: *quality manual, quality assurance, chemical laboratories, LIMS, accreditation, analytical measurement, reliability.*

Химиялық зертханалар үшін сапаны бақылау жүйесін енгізудің маңыздылығы, ерекшеліктері, артықшылықтары сипатталған. Химиялық зертханаларды аккредитациялаудан өткізу үшін қажетті қадамдар егжей-тегжейлі талқыланды. Әр кезең жан-жақты сипатталған және оларды сәтті жүзеге асыру үшін жалпы ұсыныстар берілген. Сонымен қатар, химиялық зертханалық қызметтердің сапасын бақылау саласындағы танымал стандарттар - Good Laboratory Practice және ISO 17025 арасында салыстырмалы талдау жасалды. Химиялық зертханада қолдану үшін LIMS бағдарламалық жасақтамасының артықшылықтары туралы толық сипаттамалар мен талдау жасалды. Қорытынды бөлімде химиялық зертханаларға арналған сапаны бақылау жүйесін енгізудің кезең-кезеңімен сұлбасы келтірілген. Мақала ұсынымдық сипатта жазылған және химиялық зертханалардың жетекшілеріне пайдалы болады.

Тірек сөздер: *сапа бойынша нұсқаулық, сапа жүйесі, химиялық зертханалар, LIMS, аккредиттеу, аналитикалық өлшеу, сандық талдау.*

Описаны важность, особенности, достоинства внедрения системы контроля качества для химических лабораторий. Были детально разобраны необходимые шаги для прохождения аккредитации химических лабораторий. Каждый этап подробно описан и даны общие рекомендации для успешного выполнения. Кроме того, проведен сравнительный анализ между признанными стандартами в области контроля качества услуг химических лабораторий – Good Laboratory Practice и ISO 17025. Даны подробные описания и проанализированы достоинства программного обеспечения LIMS для использования в химической лаборатории. В заключительной части приведена пошаговая схема внедрения системы контроля качества для химических лабораторий. Статья носит рекомендательный характер и будет полезна для начинающих менеджеров химических лабораторий.

Ключевые слова: руководство по качеству, система качества, химические лаборатории, LIMS, аккредитация, аналитическое измерение, достоверность результатов.

Introduction. Quality assurance (QA) became an official term not so many years ago. According to Vanguard, a government started to be concerned with quality of products during World War II. The reason of their worrying was that some bombs were exploding right in the factories. As a result, the UK Ministry of Defence demanded that all manufacturers must make sure that their employees followed the rules and were ready for a Government inspection. Vanguard states that “from this seed, a whole forest of control and inspection has grown in the name of quality” [1]. More than seventy years have passed since that time, and QA is getting more and more public attention. Nowadays in a highly competitive environment, it is essential to fit some basic standards and have a proof that service and products are of high quality. The products of an analytical measurement laboratory are data; the proof of their accuracy and reliability is adopted QA system. According to Garfield, “quality assurance is planned activities designed to ensure that the quality control (QC) activities are being properly implemented” [2]. Basically, QA is a sign that the laboratory works properly and is able to provide the adequate service. Valcarcel and Rios classify analytical laboratories by goals and tasks to the following groups: calibration, reference, routine, teaching, research and development labs [3]. This article discusses importance of adopting QA system for routine or measurement laboratories.

Discussion. By adopting QA system any analytical measurement laboratory will obtain benefits such as a good reputation among customers, enhancement of data accuracy and precision, and improvement of internal organisation.

As it was mentioned before, customers tend to look for a brand which produces the high-quality products. Adopted QA system indicates that the analytical measurement laboratory is able and willing to satisfy customers' needs. Therefore, QA system is a crucial factor for the laboratory to be recognized as a high status service provider because it implies that the lab produces valid and reliable data. The reason of certain labs have an impeccable reputation in the analytical world is that their obtained data demonstrate traceability to a reference standard and reliability. It means that these kinds of labs are very competitive and recognisable among others. In addition, if the analytical lab is practicing QA system, its data are supposed to show traceability to national and international standards. Prichard, Crosby, and Newman show importance of “producing reliable and traceable data” by pointing to the fact that it is imperative to “use the same reference points” in order to work successfully within the European Union as a member of open market and be a recognisable service provider [4].

The second advantage of accepting QA system is improving accuracy and precision of analytical measurements. As it is generally known, QA has two constituent parts: quality control and quality assessment. According to Brookhaven National Laboratory, “QC in the analytical laboratories is maintained through daily instrument calibration, efficiency and background checks, and testing for precision and accuracy” [5]. Usually QC is also implemented through special control charts. Hoskins claims that these charts are useful as indicators that helps identify if adequate results are being produced and if the analytical system is working properly at any given time [6]. The control charts rapidly point out errors through confirmed criteria, which demonstrate results that are not

under statistical control. Hence observing QC charts gives opportunity to identify whether problems exist and helps to minimise inaccurate and imprecise results.

Another benefit of adopting QA system is improving of internal organisation of the laboratory. Funk, Dammann, and Donnevert claim that employees irritated by inadequately organisation usually tend to heedless errors [7]. Thus internal organisation plays an important role in obtaining accurate results, and one of the possible ways of its simplifying and improving is practicing Laboratory Information Management Systems (LIMS). LIMS is a useful tool which facilitates administrative tasks by integrating information about a sample with generated analytical results. According to Garfield, LIMS “provides tracking, database query, integrated graphics, data archiving, audit trails, and report formatting” [2]. As a result, lab personnel process large amounts of information with less effort and time than with a traditional way of handling analytical data. Also, it is worth mentioning about a role of Quality Manual (QM) which is detailed documentation about the laboratory’s Quality System. Having QM in the laboratory, each member of the staff can easily get access to all kind of information related to instructions and procedures. In addition, a variety of incompatibilities, contradictions in practice and opinion among the personnel will be revealed during the process of writing QM. All of these will contribute to improving of internal organisation of the laboratory.

The only disadvantage of adopting QA system in an analytical laboratory is that it is costly and requires some investments in terms of money and time. Every lab willing to establish the Quality system must contribute a significant amount of time. For instance, Prichard, Crosby, and Newman state that the process of accepting the QA system and writing down Quality Manual usually lasts several months [2]. Furthermore, the laboratory must spend considerable capital on purchasing certified reference materials (CRM), accreditation by an external organisation, participating in interlaboratory comparison studies and other proficiency testing schemes, staff training, and having a Quality Manager.

Applying for accreditation to an internationally recognised standard is a commonly approach of implementing QA system. Quality assurance is usually closely associated with accreditation process but it does not have to be the case. However, according to Briggs, accreditation is required due to mercantile, legal, and political aspects because it implies approvement by an official body [8]. The other aspect to be discussed is a type of QA system. It should be specified if the laboratory needs to adopt Good Laboratory Practice (GLP), or it should aim to comply with requirements of international quality standards, such as ISO 17025. Generally speaking, both approaches demand documented management systems and confirmation that procedures are carried out in a controlled and consistent way. However, the Medicines and Healthcare products Regulatory Agency states that “GLP studies usually evaluate the properties of a test item to either determine its characteristics or to evaluate the effect that it has upon a test system” [9]. On the other hand, according to Hembeck, for ISO 17025 the dominant feature is not health and environmental protection but “global concept for compliance and verification of conforming to the norms in facilities which are active in this area” [10]. Thus, compliance with ISO 17025 standards finds wider application, and is more relevant for the analytical measurement laboratory.

The scheme of adopting QA programme must include steps like planning, personnel training, QM preparation, analytical methods verification, QC system performance, and internal audits. The planning step involves setting a schedule of activities which are needed to carry out for formalising the accreditation. During this stage duties and responsibilities of each staff member should be

allocated and clarified. Personnel training step is necessary to make sure that every employee understands main purposes, principles, advantages of adopting QA system and requirements for its implementation. Moreover, training of professional skills demanded within a scope of the accreditation, like calibration of equipments and basic statistics for QC operation, is very important. Preparation the QM, involves creating of all kind of documentations which represent the adopted quality programme and methods that put it into effect on the basis of the reference standard. The QM consists of Standard Operating Procedures (SOP), directives, regulations, quality policy statement, test records etc. The step of verification of analytical methods is intended to check validity of the methods that are in use for the measurements. Sometimes laboratories use non standardised domestic analytical methods. In this case, they need to prove that these techniques are adequate and can produce reliable results that satisfy intended quality in terms of sensitivity, accuracy, precision, limit of detection, and linearity. The next step of establishing quality control scheme includes undertaking measures to prevent analytical errors and handle their occurrence. It is recommended to conduct QC procedure by internal and external means. Internal means commonly involves control charts, such as Shewhart and Cusum charts. According to Pollard, Cusum charts make “possible to pinpoint the time at which a change in gradient set in – this helps assign an identifiable cause” [11]. Hence Cusum charts are more useful in determining errors and uncertainties. External QC includes activities, like taking part in interlaboratory comparison studies and using CRM. The last but not least step is conducting of internal audits. Benoliel states that prior to applying to the accreditation body, it is essential for the laboratory to carry out an internal audit covering management, organisational, and technical aspects [12]. It is highly recommended to have expert auditors from the outside to make sure that there is no bias during assessment. Finally, after obtaining feedback from the auditors and taking some corrective measures, the laboratory QA manager can apply for the formal accreditation.

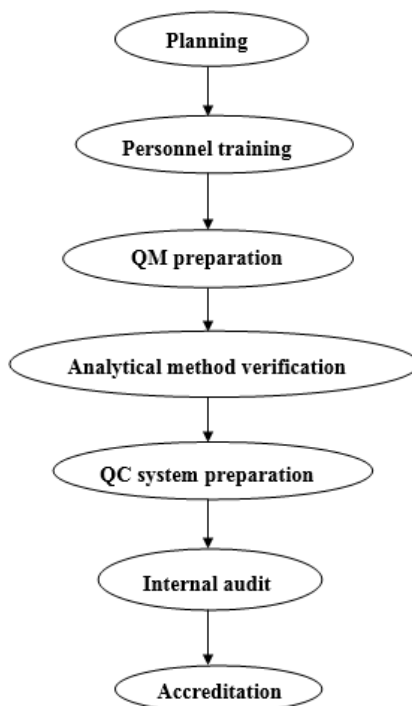


Figure – Recommended scheme of QA system implementation

Conclusion. Adopting QA system is beneficial to an analytical measurement laboratory in terms of obtaining a good reputation among customers, improving precision, accuracy, reliability of results, and enhancing internal organisation and management of the laboratory. However, cost of implementing QA programme should be taken into consideration, as it is an expensive and time-consuming procedure. In addition, before applying for formal accreditation and the obtaining an official proof of QA system validity, the analytical laboratory should go through the step-by-step plan of implementation of QA programme. Figure represents the recommended scheme of this procedure.

Literature:

1. Vanguard. A brief history of ISO. – Buckingham: Vanguard Consulting Ltd., 2010.– 146 p.
2. Garfield F.M. Quality assurance principles for analytical laboratories. – Gaithersburg: AOAC International, 1991. – 187 p.
3. Valcarcel M., Rios A. Quality assurance in analytical laboratories engaged in research and development activities //Accreditation and Quality Assurance Journal. – 2003. – N 8(2). – P. 78–81.
4. Prichard E.F., Crosby N.T., Newman E.J. Quality in the analytical chemistry laboratory. – Chichester: Wiley on behalf of ACOL, 1995. – 307 p.
5. Brookhaven National Laboratory. Quality Assurance. Chapter 9. – Upton: BNL. – 2003.– 14 p.
6. Hoskins B. Laboratory Quality Assurance Programs. – Newark: College of Agriculture & Natural Resources, 2009.– 84 p.
7. Funk W., Damman V., and Donnevert G. Quality assurance in analytical chemistry: applications in environmental, food, and materials analysis, biotechnology, and medical engineering. – Weinheim: Wiley-VCH, 2007.– 302 p.
8. Briggs R. Analytical quality assurance. – Geneva: UNEP on behalf of WHO, 1996.– 17 p.
9. The medicine and healthcare products regulatory agency. Good Laboratory Practice. – London: MHRA, 2010.– 87 p.
10. Hembeck H.W. GLP and other QA systems – A comparison //Accreditation and Quality Assurance Journal. – 2002.– N 7(1) – P. 266–268.
11. Pollard P. ASM001 Professional Skills and Techniques. Quality Assurance. – Aberdeen: The Robert Gordon University, 2004. – 45 p.
12. Benoliel M. J. Step-by-step implementation of a quality system in the laboratory //Trends in analytical chemistry Journal. – 1999. – N 18(9). – P. 632–638.

Поступила 6 октября 2020 г.

МРНТИ 31.25.19

УДК 541.64

ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рахметуллаева Р.К.¹, Исаханова Д.Ж.¹, Джумагалиева Л.Р.², Оспанова А.Б.¹

¹Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

²Школа-гимназия №110

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com

В работе были синтезированы гидрогелевые повязки на основе поливинилпирролидона и карбоксиметилцеллюлозы в разных соотношениях. Использован метод радиационного сшивания на ускорителе электронов ЭЛВ-4. С помощью ИК-спектроскопии были определены полосы поглощения гидроксильных, простых эфирных и карбонильных групп в составе гидрогелевых композиций, и доказано, что в состав композиции входят все компоненты. Была изучена кинетика набухания композитов на основе ПВП/КМЦ. В результате было определено, что максимальная степень набухания гидрогеля в объемном соотношении ПВП:КМЦ = 2:1. Также было установлено, что чем больше количество ПВП в композиции, тем выше степень набухания гидрогеля. Исследована кинетика сорбции и высвобождения винного уксуса из композиционных материалов. Было выявлено, что добавление КМЦ в структуру повязок на основе КМЦ увеличивает сорбционную способность винной кислоты.

Ключевые слова: поливинилпирролидон (ПВП), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), водородная связь, композиционный материал, гидрогели, радиационная сшивка, винная кислота, полимерные повязки.

Радиациялық тігілу әдісімен ПВП мен КМЦ негізінде әр түрлі көлемдік қатынастарда композитті материалдар алынды. ЭЛВ-4 электрондар үдеткішінде радиациялық тігу әдісі қолданылды. ИК-спектроскопия әдісі арқылы гидрогельдердің құрамында гидроксил, жай эфирлік және карбонил топтардың жұтылу жолақтарының болуы анықталып, композитті материал құрамына барлық компоненттің кіргені дәлелденді. ПВП-КМЦ негізіндегі әр түрлі көлемдік қатынастағы композитті материалдардың ісіну кинетикасы зерттелді. Нәтижесінде гидрогельдердің ПВП:КМЦ = 2:1 көлемдік қатынастарында ісіну дәрежесінің жоғары көрсеткіш көрсететіні анықталды. Алынған нәтижелерден тасымалдағыш матрица ретінде сорбциялық-десорбциялық сипаттамалары бойынша КМЦ мөлшері жоғары композитті материалды қолданған тиімді екендігі анықталды. Алғаш рет композитті материалдардан шарап сірке суының сорбциялану және боспа шығу кинетикасы зерттелді. КМЦ негізіндегі таңғыш материалдарының құрылымына КМЦ қосу шарап қышқылының сорбциялық қабілеттілігін арттыратындығы анықталды.

Тірек сөздер: поливинилпирролидон (ПВП), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), сутектік байланыс, композитті материал, гидрогельдер, радиациялық тігілу, шарап сірке суы, полимерлі танғыш.

In the work a hydrogel dressing based on polyvinylpyrrolidone and carboxymethylcellulose were synthesized in different ratios. The method of radiation cross-linking on the electron accelerator ELV-4 was used. The absorption bands of hydroxyl, ether and carbonyl groups in hydrogel compositions were determined using IR-spectroscopy, and it was proved that the composition includes all components. The swelling kinetics of PVP/CMC-based composites was studied. As a result, it was determined that the maximum degree of hydrogel swelling in the volume ratio of PVP:CMC = 2:1. It was also found that the greater the amount of PVP in the composition, the higher the degree of swelling of the hydrogel. The kinetics of sorption and release of wine vinegar from composite materials is studied. It was found that adding CMC to the structure of CMC-based dressings increases the sorption capacity of tartaric acid.

Keywords: polyvinylpyrrolidone (PVP), carboxymethylcellulose (CMC), hydrogen bond, composite material, hydrogels, radiation cross-linking, tartaric acid, polymer dressings.

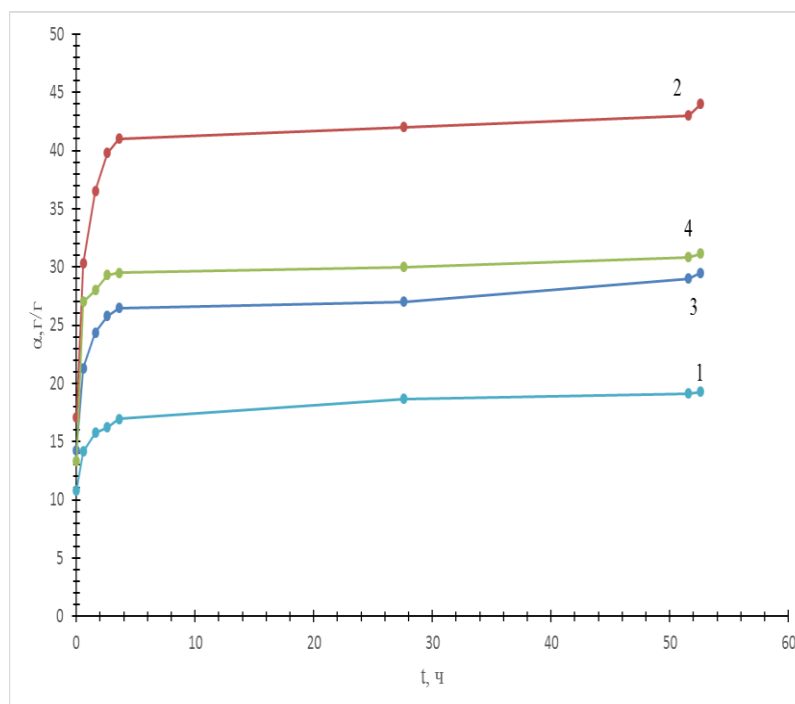
На сегодняшний день полимеры представляют собой крупнейший и наиболее перспективный класс биоматериалов. Данный факт подтверждается их широким применением в различных медицинских целях. Одним из самых интересных направлений является контролируемая доставка лекарственных средств до живых тканей. Данное направление может быть использовано в косметологии потому, что наряду с контролируемой доставкой веществ, в данном случае косметологического препарата, полимерным материалам также можно задавать необходимую биосовместимость [1–5].

Сорбционные материалы используются в специальных повязках с биологически активным действием на процесс заживления ран. На самом деле это препараты с протеолитическим ферментом, способные уничтожить остаточные продукты, очищающие поверхность раны и обладающие антимикробными свойствами. В этих случаях можно использовать новые целлюлозные текстильные материалы для ран разных степеней повреждения [6–11].

Цель данной работы является получения полимерного композиционного материала на основе поливинилпирролидона (ПВП) и карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) косметологического назначения. Были созданы синтезированные новые повязки на основе ПВП:КМЦ в разных соотношениях методом радиационного сшивания на ускорителе электронов ЭЛВ-4 и были исследованы их физико-химические свойства.

Набухающая способность является одним из основных характеристик полимеров. Синтезированные повязки были исследованы в трех растворах: в дистиллированной воде, в буферном растворе с pH=9 и в буферном растворе с pH=3. На рисунке 1 изображены графики зависимости коэффициента набухания от времени. По данным кривым можно сделать вывод, что повязка с наличием в своей структуре КМЦ обладает большим значением набухания, а также данная повязка становится рН чувствительной, в отличие от повязки на основе только ПВП. Самый большой показатель набухания у повязки ПВП:КМЦ 2:1 был достигнут в дистиллированной воде, в то время как в двух буферных растворах показатель набухания был хоть и гораздо ниже, чем аналогичный показатель в дистиллированной воде, но все равно выше, чем показатель набухания у повязки на основе ПВП. Высокая степень набухания в дистиллированной воде обусловлена ионизацией карбоксильных групп КМЦ. Снижение степени набухания в щелочной и кислой среде объясняется ухудшением качества растворителя, что приводит к конформационным переходам макромолекулы из глобулы в клубок.

С помощью ИК-спектроскопии были определены полосы поглощения гидроксильных, простых эфирных и карбонильных групп в составе гидрогелевых композиций, и доказано, что в состав композиции входят все компоненты. Для композитных материалов на основе ПВП-КМЦ наблюдались спектры в пределах $3364,02 \text{ см}^{-1}$ полоса поглощения характерная для гидроксильных групп и полоса поглощения, характерная для группы ацетата 1735 см^{-1} , а полоса поглощения, характерная для простых эфирных групп в составе полисахарида в пределах $1069,83 \text{ см}^{-1}$. Полученные зоны полос поглощения совпадают по данным, указанным в литературе [12].

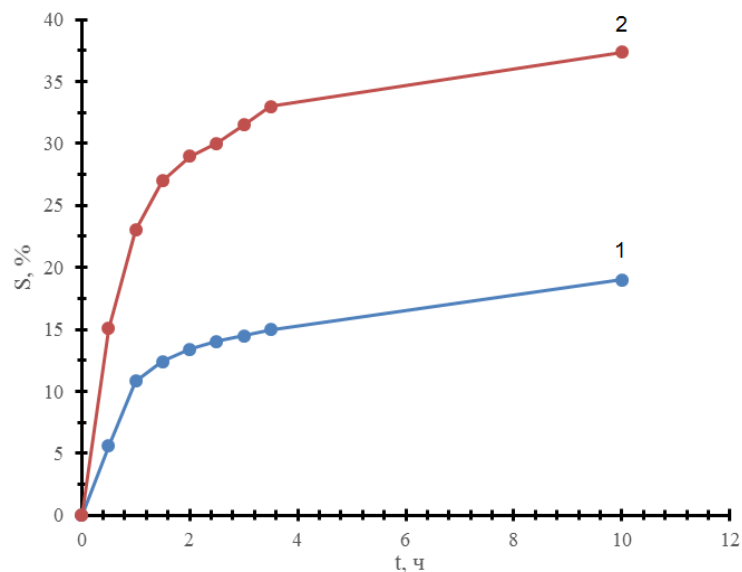


1 – кривая набухания повязки на основе ПВП; 2 – кривая набухания повязки на основе ПВП:КМЦ в дистиллированной воде; 3 – в буферном растворе с рН=3; 4 – в буферном растворе с рН=9

Рисунок 1 – Зависимость набухания повязок на основе ПВП-КМЦ от времени

По литературным данным известно, что винным уксусом как средством для ухода за кожей пользовались еще древнеегипетские женщины. Гидроксикислоты обладают антиоксидантными свойствами, что выражается при их наружном применении в виде разглаживания морщин, стимулируют кровообращение и обменные процессы. Новомодная «маска молодости», омолаживающая кожу, содержит концентрированные гидроксикислоты, буквально снимающие верхний постаревший слой кожи. Однако и менее радикальные средства с использованием винной кислоты позволяют значительно улучшить состояние кожи. В работе был использован 5 % раствор винной кислоты.

Связи с этим в работе было изучена кинетика сорбции и десорбции винной кислоты для дальнейшего применения в косметологии.

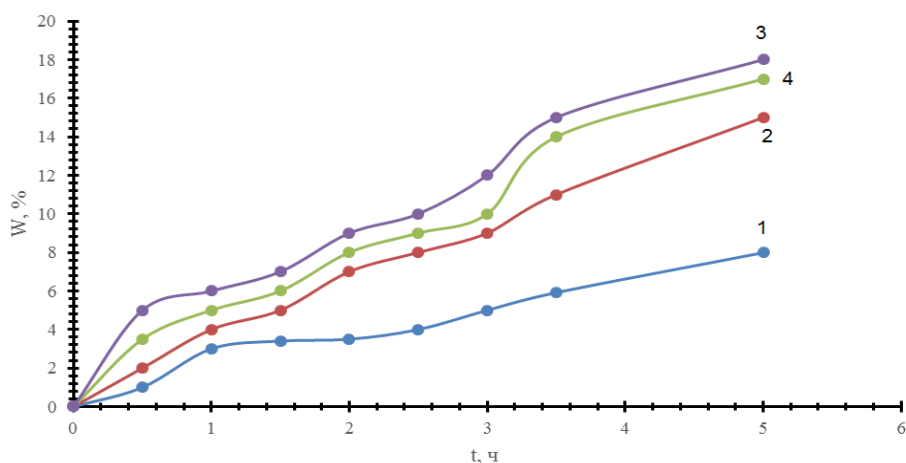


1 – Повязка на основе ПВП; 2 – повязка на основе ПВП:КМЦ

Рисунок 2 – Кинетика поглощения винной кислоты композиционным материалом

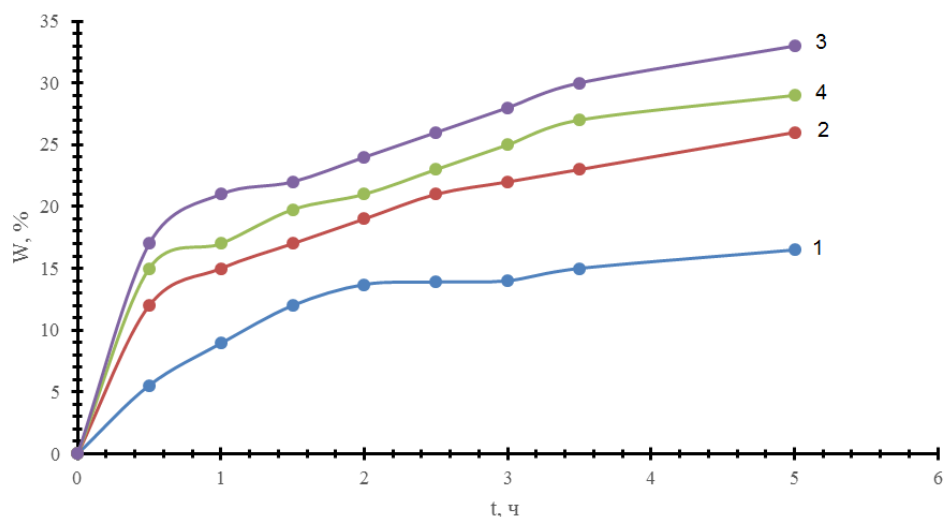
Из данных на рисунке 2 можно судить о том, что повязка на основе ПВП:КМЦ (2:1) обладает более высоким показателем сорбции винной кислоты, если брать в сравнении с повязкой на основе только ПВП. Высокая сорбционная способность полимерного повязочного материала обусловлено тем, что при набухание одноименно заряженные или ионизованные карбоксильные группы в звеньях КМЦ начинают отталкиваться, что приводит к дополнительному набуханию повязки и способствует проникновению винного уксуса во внутрь.

Из рисунков 3, 4 десорбции винной кислоты видно, что наиболее активно винная кислота десорбируется при рН=3, самое слабое высвобождение наблюдается при десорбции в дистиллированной воде.



1 – дистиллированная вода; 2 – изотонический раствор; 3 – буферный раствор с рН=3; 4 – буферный раствор с рН=9

Рисунок 3 – Кинетика высвобождение винной кислоты из композиционного материала на основе ПВП



ПВП:КМЦ=2:1; 1 – дистиллированная вода; 2 – изотонический раствор; 3 – буферный раствор с pH=3; 4 – буферный раствор с pH=9

Рисунок 4 – Кинетика высвобождения винной кислоты из композиционного материала на основе ПВП:КМЦ

Данная закономерность характерна как для повязки только на основе ПВП, так и для повязки на основе ПВП:КМЦ (2:1). Высокое высвобождение винной кислоты при кислой среде обусловлено подавлением ионизации карбоксильных групп, снижением гидрофобных взаимодействий.

Вывод: таким образом, в работе впервые были синтезированы полимерные композиционные материалы на основе поливинилпирролидона и карбоксиметилцеллюлозы в разных соотношениях методом радиационного сшивания. На основе ПВП и КМЦ была успешно получена повязка с соотношением 2:1. Также были предприняты попытки создания повязок на основе ПВП и КМЦ в соотношениях 1:1, 1:2, 4:3, 3:4, которые не увенчались успехом. Дополнительно была получена повязка на основе только ПВП для сравнения. Для определения сорбции и десорбции косметологического препарат был применен гравиметрический метод, по результатам которого было выявлено, что добавление КМЦ в структуру повязок увеличивает сорбционную способность винной кислоты.

Литература:

1. do Nascimento M.H.M., Ferreira M., Malmonge S.M., Lombello C.B. Evaluation of cell interaction with polymeric biomaterials based on hyaluronic acid and chitosan // Journal of Materials Science: Materials in Medicine. – 2017. – Vol.28, N 5. – P. 68–73.
2. Hunt J.A. Hydrogels for tissue engineering and regenerative medicine // J. Mater. Chem. B Mater. Biol. Med. – 2014. – Vol.2, N 33. – P. 5319–5338.
3. Caló E., Khutoryanskiy V.V. Biomedical applications of hydrogels // A review of patents and commercial products. – 2015. – N 65. – P. 252–267.
4. Nicodemus G.D., Bryant S.J. Cell Encapsulation in Biodegradable Hydrogels for Tissue Engineering Applications // Tissue engineering: Part B. – 2008. – Vol. 14, N 2. – P. 10–15.
5. Cai Z. Poly(propylene fumarate)-based materials: Synthesis, functionalization, properties, device

fabrication and biomedical applications // *Biomaterials*. – 2019. – Vol. 123, N 1. – P. 23–31.

6. Shi Z. *Biomaterials, Electroconductive natural polymer-based hydrogels* // *Biomaterials*. – 2016. – N 111. – P. 40–54.

7. Draget K.I. *Alginate: Fundamental Properties and Food Applications* // *Reference Module in Food Science*. – 2016. – N 1. – P. 1–10.

8. Repp F., Kollmannsberger P., Roschger A., Berzlanovich A., Gruber G.M., Roschger P., Wagermaier W., Weinkamer R. *Coalignment of osteocyte canaliculi and collagen fibers in human osteonal bone* // *Journal of Structural Biology*. – 2017. – Vol.199. – N 3. – P.177–186.

9. Wu C., Sun J., Lu Y., Wu T., Hu Y. *In situ self-assembly chitosan/ε-polylysine bionanocomposite film with enhanced antimicrobial properties for food packaging* // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2019. – Vol. 132. – N 5. – P. 10–32.

10. Gonc I.C. *Chitosan* // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – Vol. 2. – P. 221–237.

11. Nilsen-Nygaard J., Hattrem M.N., Draget K.I. *Propylene glycol alginate (PGA) gelled foams: A systematic study of surface activity and gelling properties as a function of degree of esterification* // *Food Hydrocolloids*. – 2016. – N 57. – P.80–91.

12. Тарасевич Б.Н. *ИК спектры основных классов органических соединений*. – М.: Наука. – 2012. – 14с.

Поступила 31 октября 2020 г.

МРНТИ 31.23.23; 31.27.21

УДК 661.12.01.09, 661.124

ДӘРІЛІК ТАСПАШӨП (FOLIA UVAE–URSI) ӨСІМДІГІНІҢ ҚҰРАМЫНА ФИТОТАЛДАУ ЖАСАУ

Тұрған Г.Н., Бурашева Г.Ш.

ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
e-mail: gulnur_turgan@mail.ru

Емдік қасиеті бойынша пайдалы өсімдіктерге Қазақстан флорасы өте бай. Осы тұстағы мақсат биологиялық белсенді заттарды бөліп алу және өсімдіктерге әр түрлі кешенді зерттеулер жүргізу. Биологиялық белсенді заттардың дәрілік өсімдіктердің құрамында болуы оның фармакологиялық әсерімен анықталады. Мұндай зерттеулердің нәтижелері отандық дәрі-дәрмектердің жаңа түрлерінің пайда болуына үлкен мүмкіндіктер туғызады. Фармацевтикалық өндірістің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін дәрілік өсімдіктердің табиғи популяциясын қорғау және пайдалану ерекшеліктерін сақтай отырып тиімді пайдалану қажет. Қазақстанда фармацевтикалық нарықта 10-нан астам кәсіпорын жұмыс істейді. Олар өсімдік шикізаты мен компоненттерін шығарады. Фармацевтикалық нарықтағы ең танымал дәрілік өсімдіктердің қатарына таспашөп жапырақтары жатады. Олар негізінен дезинфекциялық, қуық пен зәр шығару жолдары үшін диуретиктер ретінде қолданылатын препараттарды дайындау үшін қолданылады.

Негізгі нәтиже таспашөп өсімдігінің құрамындағы дәрумендер, амина-, май қышқылдары, микро-, макроэлементтер мөлшерін, яғни биологиялық белсенді заттарды анықтау бағытталады.

Тірек сөздер: *таспашөп жапырақтары, Folia Uvae–ursi, биологиялық белсенді зат, май қышқылдар, дәрумендер, амин қышқылдар, "Карло Эрба" газ хроматограф, макроэлемент, микроэлемент.*

Лекарственными свойствами полезных растений обладает флора Казахстана. Целью данного исследования является выделение биологически активных веществ и проведение различных комплексных исследований растений. Содержание биологически активных веществ в составе лекарственных растений определяется их фармакологическим действием. Результаты таких исследований способствуют появлению новых видов отечественных лекарственных средств. Для удовлетворения потребностей фармацевтического производства необходимо эффективно использовать природную популяцию лекарственных растений с соблюдением особенностей использования и охраны. На фармацевтическом рынке Казахстана работает более 10 компаний. Они производят растительное сырье и компоненты. Самыми популярными лекарственными растениями на фармацевтическом рынке являются листья толокнянки. Они в основном используются для изготовления лекарств, используемых в качестве мочегонных средств для дезинфекции мочевыводящих путей.

Основной результат будет направлен на определение содержания витаминов, аминокислот, жирных кислот, микро-и макроэлементов, то есть биологически активных веществ в растениях толокнянки.

Ключевые слова: *листья толокнянки, Folia Uvae–ursi, биологически активные вещества, жирные кислоты, витамины, аминокислоты, газовый хроматограф "Карло Эрба", макроэлементы, микроэлементы.*

The medicinal properties of useful plants are the flora of Kazakhstan. The purpose of this item is to isolate biologically active substances and conduct various complex studies of plants. The content of biologically active substances in the composition of medicinal plants is determined by its pharmacological action. The results of such studies contribute to the emergence of new types of domestic medicines. To meet the needs of pharmaceutical production, it is necessary to effectively use the natural population of medicinal plants in compliance with the peculiarities of use and protection. More than 10 companies operate in the pharmaceutical market of Kazakhstan. They produce vegetable raw materials and components. The most popular medicinal plants on the pharmaceutical market are bearberry leaves. They are mainly used for the manufacture of drugs used as diuretics for disinfection, urinary tract.

The main result will be aimed at determining the content of vitamins, amino acids, fatty acids, micro- and macronutrients, i.e. biologically active substances in bearberry plants.

Keywords: *bearberry leaves, Folia Uvae–ursi, biologically active substances, fatty acids, vitamins, amino acids, gas chromatograph "Carlo Erba", macronutrients, microelements.*

Зерттеу нысанасы: 2019 жылы Шығыс Қазақстан облысы, Алтай тауларының етегінен жиналған дәрілік Таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігінің жапырақтары.

Таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігі – медицина үшін өте құнды өсімдік. Таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігі халық медицинасында өте сирек қолданылады. Өйткені, пайдалы заттар сақталуы үшін таспашөптің жемісін дұрыс жинау және дайындау өте қиын. Бұл шөптің емдік қасиеттерінің болуы бұрыннан белгілі және дәстүрлі емес медицина өкілдерімен табысты қолданылады. Ол негізгі емге жақсы қосымша ем болып табылады және науқастарға түрлі аурулардың көптеген жағымсыз белгілерін жоюға көмектеседі. Сонымен қатар, олар емдік қасиеттерге ие көптеген бағалы элементтерден тұрады. Шөп бүйрекке дезинфекциялық әсер етеді және қабыну белгілерін кетіреді. Өсімдік сусамыр ауруында, зәр шығару жүйесімен байланысты қиындықтар туындаған кезде таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігі көмектеседі. Ал дезинфекциялау әрекеті гидрохининнің болуы салдарынан болады, ол арбутиннің ыдырауы кезінде пайда болады. Таза глюкозид арбутин күшті диуретикалық әсерге ие. [1]

Биологиялық белсенді қоспаларды бөліп алу үшін таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігіне еріткіштерді таңдау жүргізілді, технологиялық режим оңтайландырылды. Биологиялық белсенді заттарды экстракциялау үрдісін оңтайландыру мақсатында шикізат – еріткіш арақатынасының әсері, экстракция уақыты, температураның әсері зерттелуде.

Жұмыстың мақсаты – Таспашөп (*Folia Uvae–ursi*) өсімдігінің химиялық құрамын дәрумендер, амино-, май қышқылды құрамына салыстырмалы талдау жүргізу

Май қышқылдары жасушалық мембраналардың липопротендерінің құрылымдық компоненттері болып табылады және жасушадағы маңызды биохимиялық үрдістерді жүзеге асыруға қатысады. [2] Треонин май қышқылдарын, липидтерді, көмірсуларды синтездеуде үлкен рөл атқарады. Цистеин, цистин және метионин тіндер мен мүшелердегі органикалық сор көзі болып табылады. Триптофан жетіспеушілігі кезінде жыныс бездерінің функциясы бәсеңдейді.

Ең жоғары биологиялық белсенділік екі және одан да көп қос байланысы бар майлы қышқылдарда байқалады. Осындай қанықпаған май қышқылдарына линол, линолен, арахидон қышқылдары жатады.

Мысалы, арахидон қышқылының ферментативті тотығуы кезінде биологиялық маңызды метаболиттер – простогландиндер, тромбоксандар, лейкотриендер қатарының түзілуі орын алады. Көптеген физиологиялық маңызды үрдістердің жасушаішілік биорегуляторы ретінде

белгілі простогландиндер жүрек – тамыр, тыныс алу, репродуктивті және басқа да жүйелерге әсер етеді. Олар гипертония, бронх демікпесін, қан тамырларының тромбозын, асқазан жарасын және гинекологияда емдеу үшін қолданылады. Тромбоксандар тромб түзілу және қан түзілу үрдістерімен тығыз байланысты, лейкотриендер ағзаның аллергиялық (анафилактикалық) реакцияларына қатысады.

Дәрілік өсімдік шикізатының химиялық құрамы мен фармакологиялық қасиеттерін зерттеу, фитопрепараттар мен өсімдіктерден бөлінген жеке заттар жаңа жоғары тиімді дәрілік заттарды жасауға алып келеді және оларды алудың жаңа көздерін ашады.

Бұл кәдімгі таспашөп (*Folia Uvae-ursi*) өсімдігіне белгілі бір қызығушылығын тудырады. Ол кең биологиялық спектрмен бай химиялық құраммен сипатталады.

Соңғы зерттеулер көрсеткендей, өсімдіктерде 30% амин қышқылдары (ақуызға қайта есептегенде) еркін немесе байланысты күйде болады. Өсімдіктерде амин қышқылдарының кең таралуы және олардың жоғары биологиялық белсенділігі дәрілік шикізаттың ағзасына және одан алынған препараттарға тиімді әсер етеді. Осылайша, метионин гепатопротекторлы зат ретінде, аспарагин қышқылының тұзы - жүрек-қан тамыр жүйесінің ауруларын емдеу үшін, глутамин қышқылы - орталық жүйке жүйесі ауруларын емдеуде қолданылады. Сондықтан дәрі-дәрмектік шикізатта амин қышқылдарының сапалық және сандық құрамын зерттеу практикалық маңызы бар және ғылыми қызығушылық тудырады. [3]

Зерттеу нәтижелері және оны талдау. Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы дәрумендерді анықтау маңызды көрсеткіштерінің бірі. Дәрумен (витамин) – бұл ағзаның тыныс-тіршілігінде маңызды рөл атқаратын, зат алмасуға қатысатын, жасушада болатын химиялық реакциялардың биологиялық үдеткіштері болып табылады, инфекциялық ауруларға төзімділікті арттырады, жұмыс қабілетін арттырады, көптеген аурулардың ағымдарын жеңілдетеді, әртүрлі кәсіби зияндылықтардың жағымсыз әсерін төмендетеді.

Дәрілік *Таспашөп өсімдігінде* дәрумендер мөлшері зерттелді (1–кесте), талдау нәтижесінде С дәруменінің (15,6 мг/100г) мөлшері жоғары екені анықталды.

Кесте 1 – Дәрілік Таспашөп өсімдігінің дәрумендік құрамы

| Үлгі атауы | А дәрумені, мг/100г | Е дәрумені, мг/100г | С дәрумені, мг/100г |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| таспашөп өсімдігі | 0,25 | 4,2 | 15,6 |

С дәруменнің жетіспеуі адам ағзасының тотығу үрдістеріне, ашулануға және тітіркендіруге қарсы тұру қабілетінің төмендеуі мүмкін. Е дәруменнің тотығу үрдісіне қарсы әсері арқасында терінің қартаю үрдістері баяулауы мүмкін және ылғалдың жоғары деңгейі сақталады, бұл серпімділік пен тегістікке оң әсер етеді. А дәріменнің жеткіліксіздігі (ретинол) терінің құрғақтығымен, шаштың сынуымен, тырнақта көлденең жолақтардың пайда болуымен, көздің ауруымен, тауық соқырымен (қараңғыда көрудің төмендеуі), гастритпен, диареямен, ал балаларда – физикалық және зияткерлік дамуының баяулауымен сипатталады. Сондықтан осы дәрумендердің адам ағзасында болуы өте пайдалы және құнды [4].

Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы амин-, май қышқылдары мөлшері анықталынды, нәтижелері 2,3– кестелерде келтірілген.

Амин қышқылдарын талдау. Дәрілік Таспашөп өсімдігі газ-сұйықтық хроматография көмегімен амин қышқылдық құрамы сарапталды (2– кесте).

Кесте 2 – Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы амин қышқылдарының сандық мөлшері

| Аталуы | мөлшері, % | Аталуы | мөлшері, % |
|-----------|------------|-------------|------------|
| аланин | 9,74 | аспаратат | 14 |
| глицин | 4,07 | цистин | 0,44 |
| лейцин | 4,86 | оксипролин | 0,03 |
| изолейцин | 4,4 | фенилаланин | 3,36 |
| валин | 2,8 | тирозин | 3,67 |
| глутамат | 28,22 | гистидин | 2,72 |
| треонин | 2,13 | орнитин | 0,03 |
| пролин | 6,68 | аргинин | 4,19 |
| метионин | 0,87 | лизин | 3,36 |
| серин | 3,76 | триптофан | 0,65 |

1 г зерттелетін материалды 5мл-де гидролизденеді. Аргон астында дәнекерленген ампулаларда 105 °С кезінде 6Н НСІ 24 сағат ішінде алынған гидролизат 40 °С-та роторлы буландырғышта босаған күйінде буланады. Содан кейін алынған тұнбаларды 5 мл, 5 % сульфосалицил қышқылымен ерітеді, минутына 2,5 мың айналыммен, 15 минут тұнба сұйықтығын центрифугалайды, содан кейін сұйықтықты алады және ион тәріздес колонка арқылы Дауск-50 4–8, 200–4000 айналыммен, секундына 1 тамшы жылдамдықпен өткізеді. Алдымен шайырды 1–2 мл деиондалған сумен және 2 мл 0,5Н сірке қышқылымен жуады, содан кейін қайтадан деиондалған сумен, бейтарап рН ортаға дейін, 3 мл 6Н NH₄ОН ерітіндісін секундына 2 тамшы жылдамдықпен өткізеді. Элюатты бейтарап рН дейін колонканы жуу үшін пайдаланылатын деиоонизацияланған сумен бірге дөңгелек колбаға жинайды. Колбаның ішіндегісін құрғақ болғанға дейін роторлы буландырғышта 1 атмосферада және 50-60 °С температурада буландырады. Содан кейін колбаға 1 тамшы жаңа дайындалған SnCl₂ қосады, 1 тамшы 2,2 диметоксипропан және 1–2 мл қаныққан НСІ пропанолды 110 °С дейін қыздырып, осы температураны 20 мин бойы ұстай отырып, колбаның ішіндегісін роторлы буландырғышта қайта буландырады. [5, 6]

Келесі кезең колбаға 1 мл жаңа дайындалған ацилдеуші реактив енгізу (сірке ангидридіннің 1 көлемі, триэтиламин көлемі, ацетонның 5 көлемі), 1,5–2 мин бойы 60 °С температурада қыздыру және босу үлгісінің булануы, оған 2 мл этилацетат және 1 мл NaCl қаныққан ерітіндісінің құйылады. Колбаның ішіндегісін мұқият араластырады және сұйықтықтың екі қабаты түзілуіне қарай – "Карло Эрба" газ хроматографында жүргізілетін газохроматографиялық талдау үшін жоғарғы (этилацетатты ертіндісін) алады. 250 °С

бағананың температурасына жеткенде ол барлық амин қышқылдары толық шыққанға дейін сақталады.

Нәтижесінде дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамында глютамат – 28 %, аспаратат – 14 %, аланин – 9,74 %, пролин – 6,68 %, лейцин – 4,86 %, аргинин – 4,19 %, көп мөлшерде екені анықталды.

Май қышқылдарын талдау. Таспашөп өсімдігінің кептірілген, ұсақталған шикізаты хлороформ-метанол қоспасымен экстракцияланады (2:1) 5 минут ішінде, экстракт қағаз сүзгісі арқылы сүзіледі және түбіне шоғырландырады. Содан кейін алынған сығындыларға 10мл метанол және 2–3 тамшы хлорлы ацетил қосады және одан әрі 30 минут ішінде арнайы жүйеде 60–70 °С кезінде метилдеу жүргізеді. Метанолды ротациялық буландырғыштың көмегімен алып тастайды, үлгілерге 5 мл, гексан сығылады және 1 сағат ішінде "CARLO-ERBA-420" газ хроматографын пайдалана отырып талдайды.

Компоненттердің құрамын анықтау үшін ішкі нормалау әдісі қолданылады, компоненттердің концентрациясын анықтау формула бойынша есептеледі.

Метил эфирлерінің алынған хроматограммаларының нәтижесінде 3-кестеде көрсетілген 9 майлы қышқыл анықталды. [7, 8]

Айырмашылықтар майлы қышқылдардың сандық құрамына ғана қарады. Қанық май қышқылдары пальмитин, стеарин қышқылдарымен ұсынылды, осы қышқылдардың тұқым қуалауы кезінде осы май қышқылдарының мөлшері ұлғайған. Қанықпаған қышқылдардың негізгі компоненттері – олеин және линол қышқылы. Өсімдікте қанықпаған май қышқылдарының көп мөлшері гүлдену кезінде анықталған. [9]

Өсімдіктердің құрамында олеин (C_{18:1}) және линол (C_{18:2}) қышқылдардың мөлшері салыстырмалы түрде басым. Өсімдік шикізатының құрамында май қышқылдары, адам ағзасындағы негізгі энергия көзі болып табылады. Нәтижесінде пальмитин қышқылы (13,3 %), линол қышқылы (56,3 %), олеин қышқылы (20,3 %) көп мөлшерде екені белгілі болды (3-кесте).

Кесте 3 – Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы май қышқылдарының мөлшері

| Атауы | Формуласы | Мөлшері, % | Атауы | Формуласы | Мөлшері, % |
|----------------------|-------------------|------------|-----------------|-------------------|------------|
| Миристин қышқылы | C _{14:0} | 1,1 | Олеин қышқылы | C _{18:1} | 20,3 |
| Пентадекан қышқылы | C _{15:0} | 3,0 | Линол қышқылы | C _{18:2} | 56,3 |
| Пальмитин қышқылы | C _{16:0} | 13,3 | Линолен қышқылы | C _{18:3} | 0,9 |
| Пальмитолеин қышқылы | C _{16:1} | 0,9 | Стеарин қышқылы | C _{18:0} | 4,2 |

Сонымен қатар, дәрілік таспашөп өсімдігінің минералдық құрамынаның мәліметтер 4, 5–кестелерде келтірілген. Зерттеу нәтижесінде 10 минералды элементтердің сандық

мөлшері белгілі болды: Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, As, Hg. Соның ішінде өсімдік құрамында кальций, магний мен темірде көп мөлшерде кездеседі. Мысалы, магний – адам ағзасында көп кездесетін орны сүйек жасушаларында.

Ол энергия бөлуге, жүйке жүйесіне импульстарды өткізуге, қан айналымына, жүректің бірыңғай соғысын қамтамасыз етуге, нәруіздер мен нуклеин қышқылдарын түзуге қатысады.

Егер адам ағзасында магний жетіспесе жоғары жүйке қозуы, бас айналу, мазасыздық, ұйқының бұзылуы, депрессияға бейімділік, жұмысқа қабілеттіліктің төмендеуі, күйзеліске төзімділіктің төмендеуі, есту қабілетінің төмендеуі болуы мүмкін. Кальций-адам ағзасындағы маңызды микроэлемент.

Кесте 4 – Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы макроэлементтердің мөлшері

| Минералды заттар | Мөлшері (мг/100г) | Сынақ әдістеріне нормативтік құжатты белгілеу |
|-----------------------------|-------------------|---|
| Кальций (Ca ⁺⁺) | 1042,08 ± 208,42 | Р 4.1.1672-2003, р. II, п. 3 |
| Магний (Mg ⁺⁺) | 178,24 ± 35,65 | Р 4.1.1672-2003, р. II, п. 3 |
| Темір (Fe) | 10,07 ± 2,01 | ГОСТ 26928-86 |
| Мыс (Cu) | 0,385 ± 0,042 | ГОСТ 30178-96 |
| Мырыш (Zn) | 3,591 ± 0,43 | ГОСТ 30178-96 |
| Марганец (Mn) | табылмады | ГОСТ 30178-96 |

Кесте 5 – Дәрілік Таспашөп өсімдігінің құрамындағы микроэлементтердің мөлшері

| Минералды заттар | Мөлшері (мкг/мл) | Сынақ әдістеріне нормативтік құжатты белгілеу |
|------------------|------------------|---|
| Мышьяк (As) | 0,0017 | ГОСТ 26930-86 |
| Сынап (Hg) | Табылмады | ГОСТ 26927-86 |

Ол сүйектің нығаюы, бұлшық ет массасының өсуі үшін қажет, қан және жүйке жүйесінде көптеген процестерді реттейді, ол тырнақтарда, шаш пен тістерде болады. Кальций жетіспеушілігі шаш, тырнақ және тістің жағдайына әсер етеді. Кальций тапшылығының ең жағымсыз салдары – остеопороз, онда сүйектер нәзік болады және шамалы жаракат кезінде де сынады [10].

Қорытынды:

– Шығыс Қазақстан облысы, Алтай тауларының етегінен жиналған дәрілік Таспашөп (*Folia Uvae-ursi*) өсімдігінің құрамындағы дәрумен, май- және амин қышқылдары анықталынды.

– Май қышқылдары бойынша өсімдік құрамында ең көп мөлшерде олеин (C_{18:1}) – 20,3 % және линол (C_{18:2}) – 56,3 % қышқылдар, ал ең аз мөлшерде пальмитолеин қышқылы (C_{16:1}) – 0,9 % және миристин қышқылы (C_{14:0}) – 1,1 % болды.

– Фитоталдау бойынша дәрілік өсімдік құрамындағы амин қышқылдардың көп мөлшері– құрамында глютамат – 28 %, аспаратат – 14 %, аланин – 9,74 %, ал ең аз мөлшерде – орнитин мен оксипролин (екеуі де 0,03 %) болды.

– Өсімдік шикізаттар композиция құрамындағы дәруменділіктен ең көп мөлшерлі – С дәрумені болып табылады. Яғни С дәрумені адам ағзасында синтезделмейді, сондықтан оны күнделікті қабылдау қажет, өсімдік шикізаттарының қоспасы тамақ ауруы, тұмау мен инфекция жұқтырудың ықтималдылығын төмендетуі, адам ағзасының тотығу үрдістеріне, ашулануға және тітіркендіруге қарсы тұру қабілетін жоғарлатады.

Әдебиеттер:

1. Пережогин Ю. В., Куликов П. В. Новые виды флоры Казахстана //Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 3. – С. 203–206.
2. Савченко А.А. Витамины как основа иммунометаболической терапии / А.А. Савченко, Е.Н. Анисимова, А.Г. Борисов, А.Е. Кондаков. – Красноярск: Издательство КрасГМУ, 2011. – 213 с.
3. Moldabergenova A. K. et al. Amino and fatty acid composition of the aerial parts of *Echinops albicaulis*, growing in Kazakhstan //International Journal of Biology and Chemistry. – 2016. – Т. 9. – N 2. – С. 32–35.
4. Richardson P. M. Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis //Brittonia. – 1990. – Т. 2. – № 42. – С. 115–115.
5. Сур С.В., Гриценко Э.Н., Фарматека И. Проблемы и перспективы разработки и внедрения современных лекарственных средств растительного происхождения//Фарматека. – 2001. – № 9–10. – С. 10–13.
6. Көкенов М.К., Әдекенов С.М., Рақымов Қ.Д., Исамбаев Ә.И., Сауранбаев Б.Н. Қазақстанның дәрілік өсімдіктері мен оның қолданылуы – Алматы: Ғылым, 1998. – 288 с.
7. Турусова Е.В., Григорьева Л.А., Лыщиков А.Н., Насакин О.Е. Фотохимическое определение микропримеси мышьяка в растительном лекарственном сырье // Фармация. – 2014. – № 3. – С. 12–15.
8. Shaban A., Sahu R.P. Pumpkin seed oil: An alternative medicine // International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. – 2017. – N 9 (2). – P. 223–227.
9. Хуршкайнен Т. В., Скрипова Н. Н., Кучин А. В. Высокоэффективная технология комплексной переработки растительного сырья и получение препаратов для сельского хозяйства //Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 1. – С. 74–77.
10. Рыбашлыкова Л. П. Макро-и микроэлементы в лекарственных растениях, культивируемых в Астраханской области //Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2017. – Т. 20. – № 5. – С. 33–35.

Поступила 21 октября 2020 г.

МРНТИ: 31.23.01

УДК-547.972

DETERMINATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVE COMPLEX AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF PLANTS OF THE GENUS *ORIGANUM VULGARE*

Zhakenova A.E., Kipchakbaeva A.K.

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

e-mail: zhakenovaaa@gmail.com, aliya_k85@mail.ru

*An effective technology and method for obtaining an extract from the aboveground part of the plant raw material *Origanum vulgare*, selected in the Western region of Kazakhstan in August, studied in accordance with the standards, has been developed. Physical and chemical methods are used to present the chemical properties, qualitative and quantitative indicators of the main secretions of compounds. The results of the study showed the level of humidity in plants (0.95 %), ash content (3.21 %), extractives (15.90 %), the quantitative content of the main groups of BAS: amino acids (8.40 %), hydrocarbons (6.23 %), flavonoids (2.51 %), saponins (2.34 %), tannins (2.03 %), coumarins (0.70 %), alkaloids (0.03 %) when analyzing raw materials using gas chromatography, the content of amino acids was determined. 16 amino acids were identified from plants. The plant composition contains the largest amount of glutamin 0,76%, asparagine 0.72 %. The research was carried out with the help of modern equipment. The same analysis was conducted on the nutritional composition of the aerial parts of *Origanum vulgare*. The greatest amount in vegetable raw materials showed vitamin A.*

Keywords: *Origanum vulgare*, raw materials, extract, qualitative and quantitative analysis, biological active substances, amino acids, vitamins.

*Тамыз айында Қазақстанның батыс өңірінде іріктелген, стандарттарға сәйкес зерттелген *Origanum vulgare* өсімдік шикізатының жер үсті бөлігінен сығынды алудың тиімді технологиясы мен тәсілі әзірленді. Физика-химиялық әдістер қосылыстардың негізгі химиялық қасиеттерін, сапалық, сандық көрсеткіштері ұсынылды. Зерттеу нәтижелері өсімдіктердегі ылғалдылық деңгейі (0,95 %), күлділік (3,21 %), экстрактивті заттар (15,90 %), ББЗ негізгі топтарының сандық құрамын көрсетті: аминқышқылдары (8,4 %), көмірсутектер (6,23 %), флавоноидтар (2,51 %), сапониндер (2,34 %), таниндер (2,03 %), кумариндер (0,70 %), алкалоидтар (0,03 %). Газды хроматография көмегімен шикізатты талдау кезінде аминқышқылдарының құрамы анықталды. Өсімдік шикізатынан 16 аминқышқылдары анықталды. Өсімдік құрамында ең көп глутамин қышқылының 0,76 %, аспарагиннің 0,72 % мөлшері бар. Зерттеулер заманауи жабдықтармен жүргізілді. Сондай-ақ, *Origanum vulgare* жер үсті бөлігінің дәрумендік құрамына талдау жүргізілді. Өсімдік шикізатындағы ең көп мөлшерді А дәрумені көрсетті.*

Тірек сөздер: *Origanum vulgare*, өсімдік шикізаты, экстракт, сапалық және сандық талдау, биологиялық белсенді заттар, аминқышқылдары, дәрумендер.

*Разработана эффективная технология и способ получения экстракта из надземной части растительного сырья *Origanum vulgare*, отобранный в западном регионе Казахстана в августе, изученного в соответствии со стандартами. Физико-химическими методами представлены*

химические свойства, качественные, количественные показатели основных выделенных соединений. Результатам исследования показали уровень влажности в растениях (0,95 %), зольность (3,21 %), экстрактивные вещества (15,90 %), количественное содержание основных групп БАВ: аминокислоты (8,40 %), углеводороды (6,23%), флавоноиды (2,51 %), сапонины (2,34 %), дубильные вещества (2,03 %), кумарины (0,70 %), алкалоиды (0,03 %) . При анализе сырья с помощью газовой хроматографии установлено содержание аминокислот. Из растений выявлено 16 аминокислот. В растительном составе содержится наибольшее количество глутаминовой кислоты 0.76 %, аспарагина 0,72 %. Исследования проводились с помощью современного оборудования. Так же был проведен анализ на витаминный состав надземной части *Origanum vulgare*. Наибольшее количество в растительном сырье показал витамин А.

Ключевые слова: *Origanum vulgare*, растительное сырье, экстракт, качественный и количественный анализ, биологически активные вещества, аминокислоты, витамины.

The use of herbal medicines and dietary supplements has increased significantly over the past three decades, and at least 80% of people worldwide rely on them for some part of primary health care. Although treatments involving these agents have shown promising potential, many remain untested, and their use is either poorly controlled or not at all controlled. Research of plant objects is the most important and urgent problem of production of new, environmentally friendly, low toxic and highly effective domestic phytopreparates.

Increased demand and use of herbal medicines in the field of medicine and pharmacy. Research of plant objects is the most important and urgent problem of production of new, environmentally friendly, low toxic and highly effective domestic phytopreparations. Including methods for determining the composition, active components, and properties of plant raw materials.

To date, the use of herbal medicines and dietary Supplements in the field of medicine and pharmacy has increased significantly. Despite the fact that treatment with such methods shows good potential with high efficiency, many of them remain untested. The result is a lack of knowledge about their mode of action, potential adverse reactions, contraindications, and interactions with existing pharmaceuticals and food products [1].

Factors responsible for increased demand and self-treatment with herbal medicine. Essentially, herbal remedies consist of parts of plants or raw plant extracts containing several components. This interest in herbal medicines was due to a number of factors:

1. Various claims about the effectiveness or efficacy of herbal medicines;
2. Consumers ' preference for natural treatments;
3. Erroneous belief that herbal medicines are superior to synthetic medicines;
4. Dissatisfaction with the results of tested pharmaceuticals;
5. High cost and side effects of most modern medicines, etc. [2].

Since safety is one of the main problems when using herbal products, all herbal products must be safe for the living organism and have the appropriate quality [3].

For this reason, the purpose of this study is to determine the total content of phenol, flavonoids, tannins and other biologically active compounds in wild oregano plants in Kazakhstan. As well as evaluating and comparing, the antimicrobial and antioxidant activity of various extracts, since different solvents extracted in different ways. The results of this study can be useful in medicine, the food industry, and phytopharmaceuticals.

Study of biologically active substances in medicinal plants. We have studied the biologically active composition and methods for their determination in oregano plants from the *Labiaceae* (or *Lamiaceae*) family. The family includes 200 related, 3.200 species. Representatives of the family distributed throughout the world, mainly due to the large number of stocks of substances and a wide range of applications that can be used in the field of world medicine. The medical literature lists more than 40 species and used to treat various diseases. The main components of the *Lamiaceae* family are essential oils, flavonoids, tannins, phytocyanins, saponins, and other biologically active compounds.

Oregano (*Origanum vulgare vulgare* L., fam. *Lamiaceae*) is an aromatic, perennial herb with hairy stem, up to 50 cm high, oval leaves and purple flowers. It grows in arid, sunny meadows and rocky places, widely distributed in Europe and Asia, especially in the Mediterranean region. 10 species in Europe, Siberia, Western and Central Asia, in Kazakhstan there are 2 species: *O. tuthanhum* gontsch and *O. vulgare*. In Kazakhstan, they grow in grasslands of steppe and mountain regions, on the outskirts of forests, between bushes, on rocks, on rocky mountain slopes [4].

Dry flowers and leaves are used for medicinal purposes. In medicine, the most commonly used aboveground part of this plant. This plant is used for analgesia of respiratory diseases and for therapeutic treatment.

Since natural raw materials are natural products, they must be strictly controlled. Phytopreparations are plants or parts of them that have been converted into phytopharmaceuticals through simple processes involving harvesting, drying, and storage. Therefore, the quality of products, in our examples, herbal medicines, is directly related to the initial stage of preparation of medicinal raw materials.

Since the content of secondary plant metabolites depends on the climate and environmental conditions, plant material collected in an arid area should presumably be rich in biologically active compounds.

Oregano extracts are less studied than essential oils, especially their antimicrobial activity. Comparison of the antimicrobial activity of essential oils and n-hexane extracts of oregano collected in different locations showed that extracts were more active than essential oils against pathogenic and food-borne microorganisms tested. The water infusion also showed significant antibacterial action against pathogenic bacteria. In addition, the water extract of *O. vulgare* leaves showed significant and powerful anti-hyperglycemic activity [5].

Experimental part and discussion of results

Study of the qualitative composition of Origanum vulgare plants. Previously little-studied plants of the genus Oregano (*Origanum vulgare vulgare* L., fam. *Lamiaceae*) collected in the West Kazakhstan region. The first step in analyzing the obtained medicinal plant raw materials is to conduct a qualitative analysis.

Quantitative indicators of plant raw materials are studied in accordance with the state budget of the Republic of Kazakhstan: humidity, ash content, extractive substances content (table 1). In this case, the content of foreign objects is determined.

Humidity of raw materials-the mass lost as a result of removal of hygroscopic moisture and volatile substances from the composition during drying of raw materials to a constant mass. Vegetable raw materials should not exceed the normal moisture content, as high humidity reduces its quality during storage.

Table 1 – Quality indicators of the *Origanum vulgare* plant

| Quality indicators of the <i>Origanum vulgare</i> plant | | Quantity, % |
|---|---------|-------------|
| Humidity | | 0.9513 |
| Ash content | | 8.74 |
| Extractives | a) 30 % | 17.9 |
| | b) 50 % | 16.4 |
| | c) 80 % | 15.7 |

Plants are the main raw material from which biologically active substances are obtained, but not all are used for preventive purposes. Plants used for therapeutic purposes that contain biologically active substances are called medicinal plants [6]. Table 2 shows the results of the amount of biologically active substances in the composition of the studied raw materials.

Table 2 – Quality of *Origanum vulgare* plants and amount of biologically active complex

| Type of quantitative analysis of raw materials | Quantity, % |
|--|-------------|
| Amino acid | 8,4 |
| Flavonoids | 0.35 |
| Hydrocarbons | 1.08 |
| Free organic acids | 0.90 |
| Saponins | 0.73 |
| Coumarins | 0.33 |
| Tanning agent | 1.47 |
| Pesticides | 0 |

The amount of amino acids in the composition of plant raw materials was determined (Figure 1). The method consists in hydrolysis of the sample to amino acids and subsequent quantitative determination of the resulting amino acids on an amino acid analyzer [7].

Currently, about 180 different natural amino acids are known. Especially in recent years, thanks to the successful development of methods for purification and analysis of amino acids, a systematic study of animal and plant materials has been conducted [8].

When analyzing the amino acids contained in the studied *Origanum vulgare* plant, the asparagine content is 0.72 %, and the percentage content of glutamine is 0.76 %. These amino acids neutralize plants from excessive amounts of ammonia, which is known to be a poison for plants. In plants, the synthesis of asparagine and glutamine is one of the important and active processes of nitrogen metabolism [9].

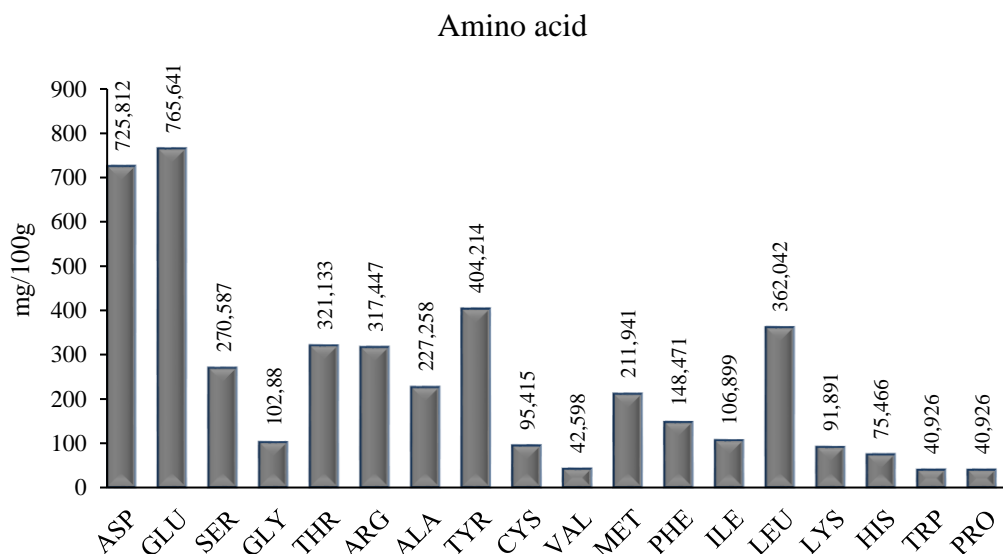


Figure 1 – Quantitative content of amino acids in the ground part of the *Origanum vulgare* plant

The principle of the method for determining vitamin A. The method for determining vitamin A is based on extraction with an organic solvent after alkaline saponification of the substrate [10] or direct dissolution, evaporation of the resulting extract with further transfer of the dry residue to another solvent, introduction of the extract to a HPLC column for chromatographic separation and determination using fluorescent and spectrophotometric detectors. Determination of the mass concentration of vitamins and carotenoids is based on measuring the area (or height) of the peak at the corresponding detection wavelength for each compound after the introduction of the analyzed samples and calibration solutions into the chromatographic system (Figure 2).

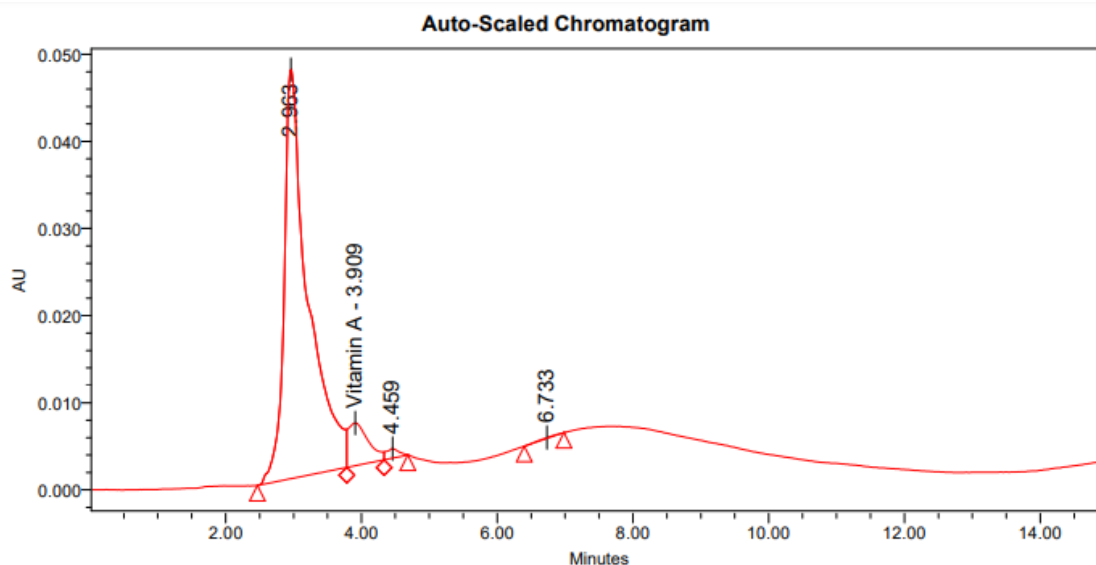


Figure 2 – Chromatographic index of vitamin A from *Origanum vulgare* plant raw materials

Vitamin B-1 (thiamine). After separating the thiamine from the sample by high-performance liquid chromatography (HPLC) in the reversed-phase ion-pair variant in the isocratic mode, the oxidizing agent is mixed with the eluate leaving the column, and the resulting thiochrome is

detected by the fluorimetric method [10] at the corresponding wavelengths. The mass concentration of riboflavin is determined by the area (height) of the peak at the corresponding wavelengths, since this compound can fluoresce in its natural state in solution (Figure 3).

The determination of vitamin C in dietary supplements is based on the determination of ascorbic acid (AC) directly, without taking into account the oxidized form of vitamin C-dehydroascorbic acid (DAC) (Figure 4).

For the analysis of rutin, the easiest method of determination is the method of visual titration using quantitative oxidation of AC with a solution of 2,6 sodium dichlorophenolindophenolate. However, this method is only applicable for research objects with light extracts. In other cases, the method of potentiometric titration, spectrophotometric and fluorometric methods of analysis are used, which are applicable to any objects of research.

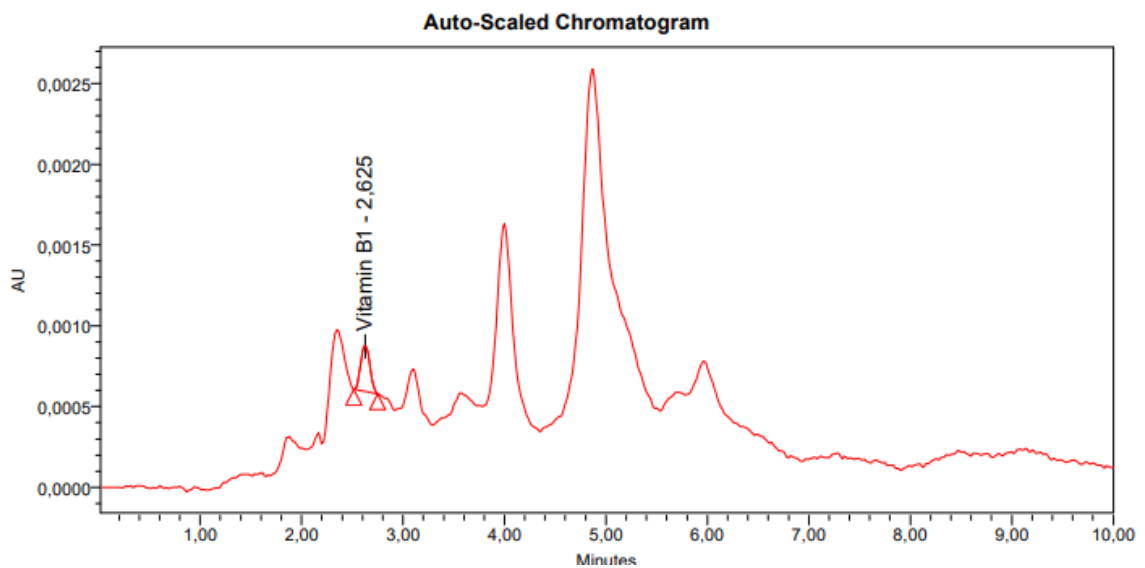


Figure 3 – Chromatographic index of vitamin B1 from *Origanum vulgare* plant raw materials

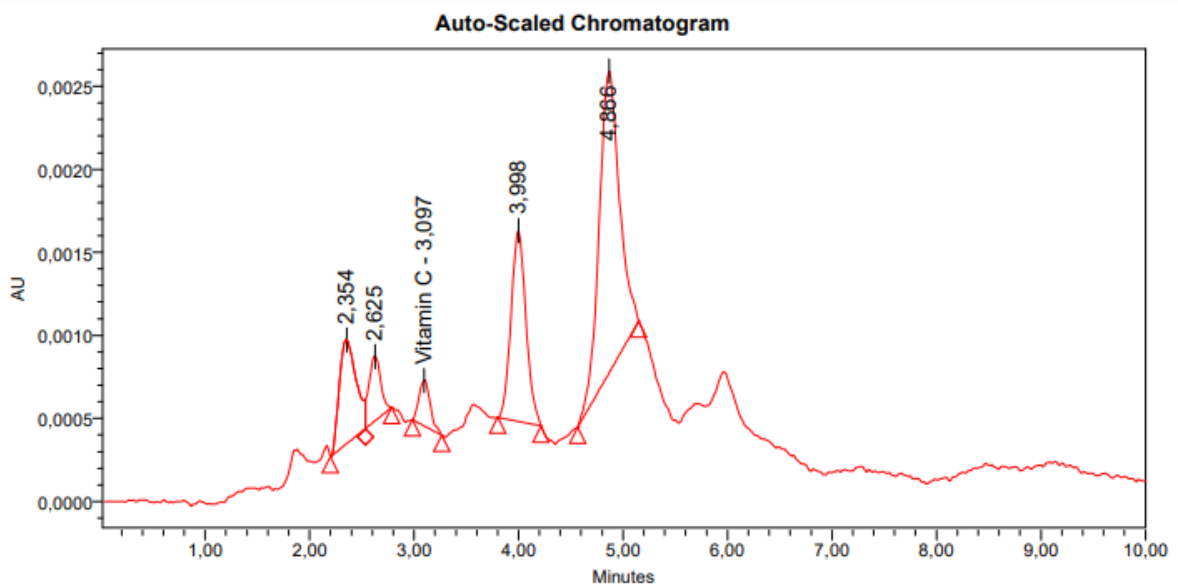


Figure 4 – Chromatographic index of vitamin C from *Origanum vulgare* plant raw materials

The results of the vitamins contained in the plant *Origanum vulgare* showed that the composition of the selected plant material, the amount of vitamin A detected in the amount of 4.075 mg/mg, indicates that the aboveground part of *Origanum vulgare* raw materials rich in retinol, which positively affects the immune, digestive, respiratory system as well as vision and skin and plays an important role in the development of the human body (table 3). Vitamin A is essential for the normal exercise of a number of vital body functions, including vision, cell integrity, immune reactivity, and growth. Therefore, vitamin a deficiency is a systemic disease that affects the epithelial structures of various organs.

Table 3 – Quantitative indicators of vitamins in the composition of *Origanum vulgare* plants

| № | Title | PT | Area | Height | Quantity | Unit |
|---|------------------------|-------|--------|--------|----------|--------|
| 1 | Vitamin A | 3.909 | 100267 | 4899 | 4.075 | mcg/ml |
| 2 | Vitamin B ₁ | 2.625 | 1802 | 283 | 1.085 | mcg/ml |
| 3 | Vitamin C | 3.097 | 2049 | 276 | 0.108 | mcg/ml |

Conclusion. Summing up the results of the work with plant raw materials *Origanum vulgare*, we determined the quantitative and qualitative composition of raw materials, where the humidity, ash content and amount of extractive substances meet the standards. This made it possible to allow the raw material to be further studied at the first stages of the analysis. Since the climate and the time of raw material Assembly affects the amount of biological activity, *Origanum vulgare* collected in the spring, showed a good presence in the composition of biologically active substances. When checking the amino acids in the analyzer contained in the studied plant, the amount of asparagine 0.75 % and glutamine 0.76 % prevail. They play an important role in the transport of nitrogen through the plant. The study of vitamins A, B1 and C showed that the composition of the medicinal plant *Origanum vulgare*, collected in the Mangystau region, the amount of vitamin A is higher. These results indicate that useful herbal remedies can be obtained from the plant and used in preventive treatment.

References:

1. Ekor M. The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety //Frontiers in Neurology. – 2014. – N 4. – P. 3–4.
2. Ahmad I., Aqil F., Owais M. Modern phytomedicine. Turning medical plants into drugs //Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – 2006. – N 1. – P. 28–29.
3. Van Der Kooy F., Maltese F., Young H. C., Hye K. K., Verpoorte R. Quality control of herbal material and phytopharmaceuticals with MS and NMR based metabolic fingerprinting //Planta Medica. – 2009. – Vol. 75. – N 7. – P. 763–775.
4. Uzakbay S.A., Halmenova Z.B., Umbetova A.K., Daumbayeva A.A. The study of chemical composition of *Origanum vulgare* from the Almaty region //News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2016. – Vol. 6. – N. 420. – P. 99–102. (In Kazakh).
5. Licina B. Z. Biological activities of the extracts from wild growing *Origanum vulgare vulgare* L //Food Control. – 2013. – N. 33. – P. 498–504.
6. Putyirskiy I.N., Prohorov V.N. Universal encyclopedia of medicinal plants. – M.: Knizhnyiy dom, 1998. – 256 p. (In Russian).

7. Guide G 4.1.1672-03. Guidelines for quality control and safety of dietary supplements. – М.: Federal Center state sanitary and epidemiological supervision of the Ministry of health of the Russian Federation, 2004. – P.51–72. (In Russian).
8. Burasheva G.Sh., Eskalieva B.K., Umbetova A.K. Fundamentals of chemistry of natural compounds. – Almaty: Kazakh universiteti, 2013. – 97p. (In Kazakh).
9. Sorvachev K.F. Biological chemistry. – М.: Prosveschenie, 1971. – 432p. (In Russian).
10. Chupahina G.N., Maslennikov P.V. Method of vitamin analysis. – Kaliningrad: KGU, 2004. – P.5–25. (In Russian).

Поступила 2 ноября 2020 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 73.29.61

УДК 629.7

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АВИАКОМПАНИЙ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Имашева Г.М., Махмудлу С.

Академия Гражданской Авиации, Алматы, Республика Казахстан

e-mail: gulnar1507@mail.ru, idillia88@mail.ru

В статье рассматриваются особенности развития авиационной промышленности Республики Казахстан. Внедрение инновации и модернизация производства является одним из основных решения экономических, социальных и экологических проблем. Он представляет собой интенсивный путь развития, ускоряет темпы роста экономики в целом. Необходимость инновационного развития в Казахстане особенно очевидно на фоне ключевых вызовов, которые стоят сегодня перед национальной экономики.

За прошедшие годы развитие независимого Казахстана характеризуется масштабными и коренными преобразованиями экономической системы страны.

Либерализация экономики, направленная в последнее время на максимальное развитие рыночных отношений и развитие конкурентной среды в транспортной системе, создала реальные предпосылки дальнейшего экономического прогресса и в области гражданской авиации.

Обоснована необходимость использования зарубежных инновационных технологий в практике. Развитие сотрудничества компаний авиационного сектора, производящих высокотехнологические композитные материалы, позволит государству авиапрому создать дополнительные конкурентные преимущества на мировом рынке.

Ключевые слова: *авиация, авиакомпания, развитие, новые технологий, инфраструктура, инновация, модернизация.*

Мақалада Қазақстан Республикасының авиациялық саласының даму ерекшеліктері қарастырылған. Инновацияны енгізу және өндірісті модернизациялау экономикалық, әлеуметтік және экологиялық мәселелерді шешудің негізгі шешімдерінің бірі болып табылады. Ол жалпы экономиканың өсу қарқынын жеделдететін дамудың интенсивті жолын білдіреді. Қазақстанда инновациялық дамудың қажеттілігі әсіресе ұлттық экономиканың алдында тұрған негізгі міндеттер аясында айқын көрінеді.

Өткен жылдар ішінде тәуелсіз Қазақстанның дамуы елдің экономикалық жүйесінің ауқымды және түбегейлі қайта құрылуымен сипатталады.

Жақында нарықтық қатынастарды дамытуға және көлік жүйесінде бәсекелестік ортаны дамытуға бағытталған экономиканы ырықтандыру азаматтық авиация саласындағы экономикалық ілгерілеудің нақты алғышарттарын жасады. Шетелдік инновациялық технологияларды практикада қолдану қажеттілігі негізделген. Жоғары технологиялық композициялық материалдар шығаратын авиациялық компаниялардың ынтымақтастығын дамыту мемлекеттік авиация саласына әлемдік нарықта қосымша бәсекелік артықшылықтар жасауға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: авиация, авиакомпания, жаңа технологиялар, инфрақұрылым, инновация, модернизация.

The article discusses the features of the development of the aviation industry of the Republic of Kazakhstan. The introduction of innovation and modernization of production is one of the main solutions to economic, social and environmental problems. It represents an intensive path of development, accelerating the growth rate of the economy as a whole. The need for innovative development in Kazakhstan is especially evident against the background of the key challenges facing the national economy today.

Over the past years, the development of independent Kazakhstan is characterized by large-scale and radical transformations of the country's economic system.

The liberalization of the economy, aimed recently at the maximum development of market relations and the development of a competitive environment in the transport system, has created real preconditions for further economic progress in the field of civil aviation.

The necessity of using foreign innovative technologies in practice is substantiated. The development of cooperation between aviation companies producing high-tech composite materials will enable the state aviation industry to create additional competitive advantages in the world market.

Keywords: aviation, airline, development, new technologies, infrastructure. innovation, modernization.

Введение. Сегодня, наверное, каждый из нас может сказать с уверенностью, что мы живем в эре высоких технологий. Если раньше у людей технологии ассоциировалась с чем-то сложным, то теперь мы видим инновационные решения практически во всех областях жизнедеятельности человечества.

Внедрение инновации и модернизация производства является одним из основных решения экономических, социальных и экологических проблем. Он представляет собой интенсивный путь развития, ускоряет темпы роста экономики в целом. Необходимость инновационного развития в Казахстане особенно очевидно на фоне ключевых вызовов, которые стоят сегодня перед национальной экономики.

За прошедшие годы развитие независимого Казахстана характеризуется масштабными и коренными преобразованиями экономической системы страны.

Либерализация экономики, направленная в последнее время на максимальное развитие рыночных отношений и развитие конкурентной среды в транспортной системе, создала реальные предпосылки дальнейшего экономического прогресса и в области гражданской авиации. В Казахстане в последние годы формируется адекватный росту экономики рынок авиационных транспортных услуг. Однако существующий потенциал, в том числе и возможности международного транзита через территорию Казахстана используются пока не в полной мере. Все это приводит к необходимости выработки комплекса мероприятий государства в сфере гражданской авиации [1].

Основная часть. В настоящее время гражданская авиация Казахстана в целом удовлетворяет потребности страны в авиационных перевозках. За последние годы наметился рост объемов перевозок пассажиров и увеличение пассажирооборота. В целом эффективное функционирование и устойчивое развитие гражданской авиации в современных условиях динамичного развития производства и научно-технического прогресса является необходимой потребностью общества. На авиационных работах задействованы 23 авиакомпании, из них 18 авиакомпаний выполняют авиационно-химические работы, остальные осуществляют

полеты по обслуживанию нефтегазового сектора, морских буровых установок на казахстанском секторе Каспийского моря, по оказанию медицинской помощи населению, лесопатрулированию и других работах.

Умный туннель. В 2018 году в аэропорту Дубая, который считается самым загруженным в мире, появился биометрический туннель для прохождения паспортного контроля. «Умный туннель» помогает сэкономить время и пройти контроль за 15 секунд. Данная технология основана на автоматическом распознавании лица и идентификации личности. (рисунок 1).



Рисунок 1 – Умный туннель

Он обслуживает более 140 авиакомпаний, а общий поток пассажиров составляет около 80 млн человек в год. На прошлой неделе в аэропорту Дубая внедрили биометрический туннель для прохождения паспортного контроля. Пассажиров сканирует около 80 камер, а сам тоннель стилизован под виртуальный аквариум [2].

Пока что технология доступна только для пассажиров первого и бизнес класса. Для прохождения такого туннеля нужно пройти регистрацию в киосках самообслуживания, которые считывают биометрические данные пассажиров. Проект разрабатывали 4 года.

Системы распознавания лиц. Задача идентификации и распознавания лиц – это одна из первых практических задач, которая стимулировала становление и развитие теории распознавания и идентификации объектов [3].

Лондонский Гатвик стал первым аэропортом Великобритании, который внедрил систему распознавания лиц для проверки личности перед посадкой пассажира в самолет. По словам представителей лондонского аэропорта, технология должна сократить время пребывания пассажира в очереди для регистрации. Однако путешественники все равно должны иметь при себе паспорт (рисунок 2.) [4].

Компания Air Astana начала эксплуатацию защищенных планшетов Samsung Galaxy Tab Active для оптимизации процессов по предполетной подготовке самолетов. Новые высокопрочные мобильные устройства, предназначенные для эксплуатации в сложных условиях труда (смотрите наш краш-тест), используются в работе наземных служб ведущей авиакомпании Казахстана. С помощью Galaxy Tab Active и специального мобильного приложения инженеры будут отслеживать наземную подготовку воздушных судов — заправку топливом, загрузку багажа, статус выполнения операций и т.д. Каждые два года авиакомпания успешно проходит аудит IOSA, демонстрирующий соблюдение всех процедур, необходимых для обеспечения безопасности полетов [5]. В 2014 году Air Astana в

третий раз стала обладателем рейтинга 4 звезды по версии агентства Skytrax как «Лучшая авиакомпания Центральной Азии и Индии». Это, пожалуй, лучшее подтверждение высокого уровня сервиса компании, а также внедрения передовых технологий.



Рисунок 2 – Планшет Samsung Galaxy Tab Active

Авиакомпания Air Astana остановила свой выбор на планшетах Galaxy Tab Active благодаря совокупности технологических преимуществ, которые делают это устройство идеальным для использования в сложных производственных условиях, и весьма привлекательной стоимости. Вместе с планшетом Air Astana получила выгодный сервис-пакет, состоящий из мобильного решения по обеспечению безопасности KNOX и расширенной гарантии, включая замену дисплея, сроком до трех лет.

Что представляет собой это устройство? Планшет Samsung Galaxy Tab Active является одним из ключевых B2B-продуктов Samsung в мобильной линейке компании. Устройство разработано с учетом самых разнообразных условий эксплуатации, для которых обычные потребительские устройства не предназначены. Корпус Galaxy Tab Active обладает всеми необходимыми свойствами защиты от воды, грязи, пыли, падения, перепадов температур и прочих, что называется, «издержек» производства. Имеет стандарт защиты от воды и пыли IP67 — если Galaxy Tab Active окажется в воде на глубине до одного метра, то, как минимум 30 минут, вода не попадет внутрь корпуса.

Наружный чехол защищает от падений с высоты 1,2 метра на бетонный пол. К устройству также прилагается стилус, чтобы управлять планшетом, когда экран мокрый и нажимать пальцами по иконкам и пунктам меню затруднительно, или если пользователь в перчатках. Перо удобно крепится на чехле.

Одним из инновационных проектов совершенствования инфраструктуры авиаперевозок является развитие аэронавигационной системы Казахстана, модернизация и разработка новой единой системы управления воздушным движением, основанной на современных международных требованиях. Ее использование приведет к существенному росту безопасности полетов, в том числе в неоднозначных метеоусловиях и при посадке. Концепция предполагает внедрение как организационных изменений в работе аэронавигации, так и нововведений технологического характера. Так, новая система должна использовать такие известные сейчас в мире технологии как спутниковая навигация,

цифровая передача сигнала, зональная навигация и система автоматического наблюдения, когда воздушное судно передает свои координаты по четырем измерениям автоматически, и всегда можно с точностью определить его местоположение [6].

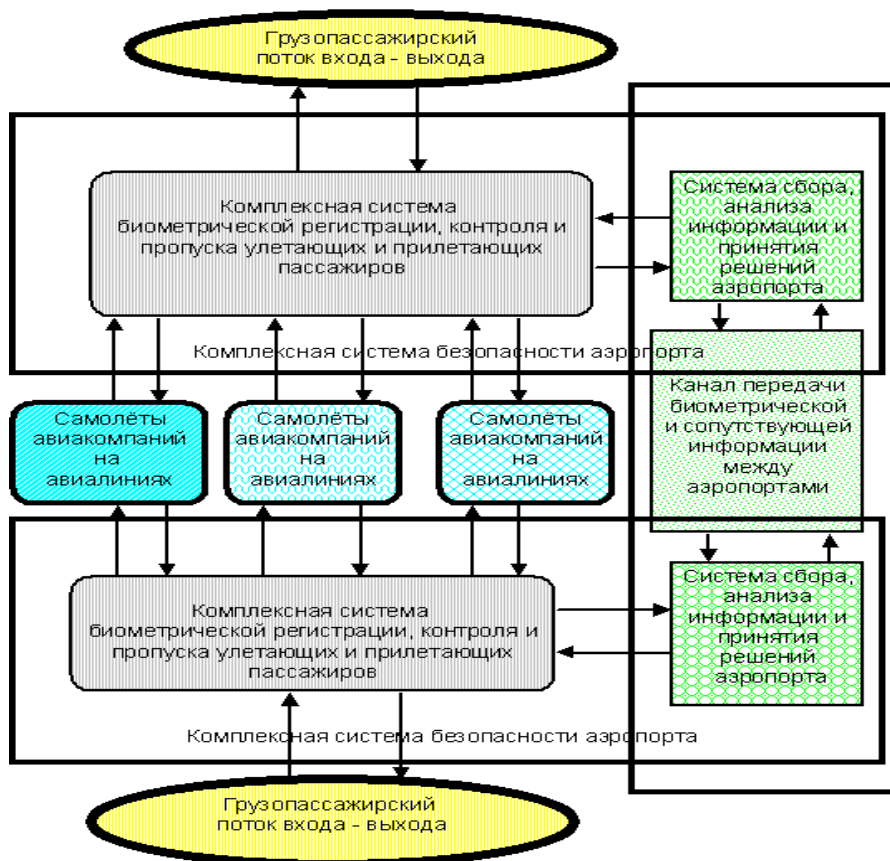


Рисунок 3 – Комплексная система безопасности аэропорта

Заключение. Таким образом, в данной работе были исследованы инновации международного рынка. Внедрение данных инноваций должно привести к улучшению качества обслуживания пассажиров, увеличению объема перевозок, увеличению прибыли и предоставлению дополнительных рабочих мест. Применение новых технологий в осуществлении деятельности аэропортов приводит к повышению уровня обслуживания пассажиропотоков, привлекательности аэропортов как для внутренних инвесторов, так и для иностранных партнеров.

Литература:

1. Закон «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации»: утв. 7 января 2020 года, № 339-IV.
2. Современная психофизиология. Технология виброизображения: тр. 1-й Междунар. научно-технической конф., 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия / под ред. В. А. Минкина и др. – СПб.: МП «Элсис», 2018. – 240 с.

3. Система психофизиологического профайлинга (2018): Руководство по эксплуатации. Версия ВибраМИ_10 / Публикации многопрофильного предприятия «ЭЛСИС». СПб., 2017. <http://psymaker.com/downloads/VibraMIRu.pdf>
4. Минкин В. А., Целуйко А. В. Практические результаты применения систем технического профайлинга для обеспечения безопасности на транспорте // Транспортное право. – 2014. – № 3. – С.117-120.
5. Татарченко Н. В., Тимошенко С. В. Биометрическая идентификация в интегрированных системах безопасности [Электронный ресурс] // GSM guard : [сайт]. – [Б.м.], 2006–2009. – URL: http://www.gsm-guard.net/press2_3.html (24.11.09).
6. Имашева Г.М., Карипбаева А.К. Информационная безопасность – Алматы: Аруна, 2016. – 197 с.

Поступила 18 сентября 2020 г.

МРНТИ 06.71.09.

УДК 338.47

ТРАНЗИТТІК МҮМКІНДІКТІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУҒА ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚОЛДАУ

Нугманова Г.Д.¹, Нурғалиева М.Р.², Жанбиров Ж.Г.³,
Сабралиев Н.С.², Сайдинбаева Н.Д.²

¹М.Тынышпаев атындағы Көлік және Коммуникация Академиясы

²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ Автомобиль-жол Институты

³Орталық-Азия университеті

Алматы, Қазақстан Республикасы

e-mail: nazym007@mail.ru

Мақаланың басты мақсаты еліміздің транзиттік мүмкіндігінің тиімділігін арттыру және осы мақсатта «Батыс Қытай-Батыс Еуропа» транзиттік автокөлік дәлізінің негізінде логистикалық қолдау көрсету. Жүргізілген алдын ала зерттеулермен талдау жұмыстары аясында бүгінгі таңдағы транзиттік тасымалдау сызбалары қаралып, кемшіліктерімен айырмашылықтары анықталды. Жұмыстың басты мақсаттарының бірі-транзиттік дәліз өтетін аймақтардың тасымалдаушыларының толық қанды қатынасуын қамтамасыз етіп, жергілікті тұрғандарға жұмыс орындары ұйымдастырылып, бюджетке табыс түсіру болатын. Аталған мақсаттарға жету үшін, ұсынылған мақалада автомобильмен халықаралық жүк тасымалдау тізбегін «бір тіркеме бір құжат» негізінде және заманауи «блокчейн» ақпараттық жүйесін пайдалану арқылы қол жеткізуге болатыны дәлелденді. Соның ішінде Қазақстан Республикасындағы 2787 километр жолды бұрынғы амалмен, жол бойында ешқандай кедергі болмаған жағдайда, бір жүргізуші – 96 сағат, екі жүргізуші –50 сағат жүрсе, ұсынылған жоба бойынша бір жүргізушімен аталған жолды 30 сағатта жүріп өтеді. Әрбір автомобиль 450–500 километрден артық жол жүрмейді бұл тасымалдау тізбегінің техникалық сенімділігін арттырады. Тасымалдаудың өзіндік құны 2,0 доллардан 0,75 долларға дейін төмендетуге болады.

Тірек сөздер: жүктер ағымдары, транзиттік дәліз, өзіндік құн, тиімді бағыт, логистикалық технологиялық жүйе, логистикалық қоймалар, жоспарланған жүктер ағымы.

Основной целью данной статьи является повышение эффективности транзитного потенциала страны и оказание логистической поддержки на основе транзитного автомобильного коридора «Западный Китай-Западная Европа». В рамках анализа проведенных предварительных исследований были рассмотрены современные схемы транзитных перевозок и выявлены различия в их недостатках. Одна из главных целей работы, это обеспечение полноценного доступа перевозчиков в регионы, через которые проходит транзитный коридор, организация рабочих мест для местных жителей, получение доходов в бюджет. Для достижения указанных целей, в представленной статье доказано, что цепочка международных автомобильных перевозок грузов достигается на основе «одного прицепного документа» и использования современной информационной системы «блокчейн». Более того, если на 2787 километрах дорог в Республике Казахстан, при отсутствии каких-либо препятствий, прежним способом перевозка осуществляется одним водителем – 96 часов, двумя

водителями – 50 часов, то согласно предложенному проекту один водитель пройдет данный участок за 30 часов. Каждый автомобиль проезжает не более 450–500 километров, что повышает техническую надежность транспортной цепи. Стоимость доставки может быть снижена с 2,0 до 0,75 доллара.

Ключевые слова: грузопотоки, транзитный коридор, стоимость, эффективный маршрут, система логистических технологий, логистические склады, плановый грузопоток.

The main purpose of this article is to increase the efficiency of the country's transit potential and provide logistics support based on the Western China-Western Europe road transit corridor. As part of the analysis of the preliminary studies carried out, modern transit traffic schemes were considered and differences in their shortcomings were identified. One of the main goals of the work is to ensure full access of carriers to the regions through which the transit corridor passes, to organize jobs for local residents, and to generate budget revenues. To achieve these goals, in the presented article it is proved that the chain of international road transport of goods is achieved on the basis of "one trailer document" and the use of a modern information system "blockchain". Moreover, if on 2787 kilometers of roads in the Republic of Kazakhstan, in the absence of any obstacles, the transportation is carried out in the same way by one driver – 96 hours, by two drivers – 50 hours, then according to the proposed project one driver will pass this section in 30 hours. Each car travels no more than 450–500 kilometers, which increases the technical reliability of the transport chain. Shipping costs can be reduced from \$ 2.0 to \$ 0.75.

Keywords: freight traffic, transit corridor, cost, efficient route, system of logistics technologies, logistics warehouses, planned freight traffic.

Ел үкіметі қабылдаған арнаулы бағдарлама бойынша елімізде транзиттік дәліздер құрылысы үлкен қарқынмен іске асырылуда. Төмендегі 1-суретте (еліміз арқылы өтетін автомобильдер дәліздерінің орналасуы берілген [1–3].



1-Сурет – Қазақстан Республикасы арқылы өтетін автомобиль көліктерінің транзиттік дәліздері

Қазақстан Республикасы арқылы өтуі мүмкін жүктер ағымдары қарқынын зерттеуші, еліміздің және басқада мемлекеттердің мамандарының болжамдары бойынша Қытай елімен Еуропа мемлекеттері арасындағы тауар айналымы жылма-жыл үлкен көлемде өспекші (1-кесте).

1-Кесте – «Батыс Қытай-Батыс Еуропа» автомобиль көліктері дәлізі арқылы тасымалдау көлемінің өсу мүмкіндіктері, мың тонна [2,4]

| Бағыттары | Қазақстан - Қытай | Қытай-Қазақстан – ОАМ-Иран | Қазақстан - Ресей | Қытай-Ресей | Барлығы |
|--|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------|---------------|
| Жоспарланған жүктер ағымдары көлемі, 2020 ж. | 17,000 | 64,000 | 16,000 | 76,000 | 173,000 |
| Дәліздің мүмкіндік үлесі | 20%-30% | 20%-40% | 20%-30% | 2%-8% | |
| Дәліздің (2020ж.) жүксыйымдылығы | 3,400-5,100 | 12,800-25,600 | 3,200-4,800 | 1,600-6,100 | 21,000-41,600 |

Атқарылған нақты зерттеу жұмыстары негізінде арадағы жүктер тасымалдаушы, еліміздегі транзиттік дәліздермен Қытай мемлекеті шекарасы арқылы өтетін, жүк автомобильдерінің жүріс сандарының болжамы орындалды. 2-Кестеде көрсетілген жүк автомобиль көліктерінің сандарын анықтау әдістемесі, олардың жүкпен қозғалыс жылдамдығының орташа мәні сағатына 50 километр деген есеппен орындалған.

2-Кесте – Қытай елімен аралықтағы екі бағытта жүретін жүк автомобильдерінің бір тәуліктегі сандары [4]

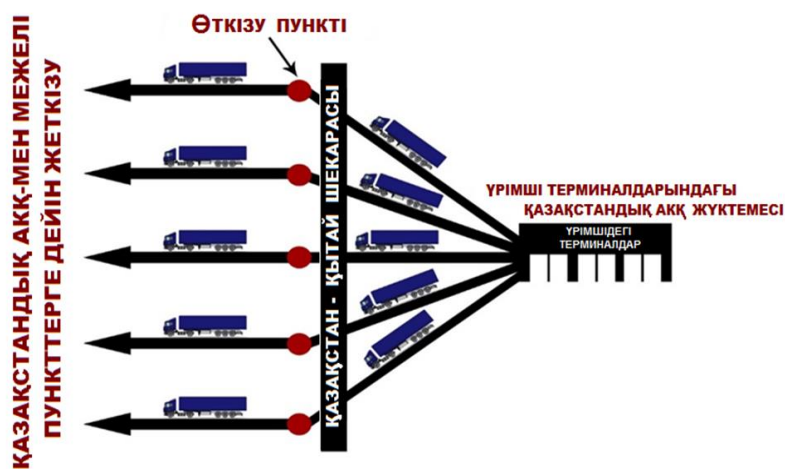
| Аралықтар | Ағымдағы | Жаңартылған жолмен | Барлық жүк автомобиль ағымдары |
|-------------------------|----------|--------------------|--------------------------------|
| Қарғос-Алматы | 460 | 950 | 11000 |
| Алматы-Қордай | 1200 | 1400 | 9000 |
| Қордай-Шымкент | 1300 | 1500 | 8000 |
| Шымкент-солтүстік бағыт | 1100 | 1600 | 3500 |
| Ресей шекарасы | 1000 | 1100 | 3000 |
| Қырғыз елі бағыты | 300 | 300 | 2000 |
| Өзбек елі бағыты | 800 | 800 | 5000 |

Арнайы жүргізілген жоба бойынша халықаралық тауар айналымының өсу қарқынына сәйкес «Батыс Қытай-Батыс Еуропа» транзиттік дәлізі толық іске қосылғаннан соң, Қытай елімен екі бағыттағы жүк автомобильдердің жүріс саны, 20-30 есеге өсуі мүмкін [5, 6].

Жобада, жалпы бүгінгі күндегі автомобилмен жүк тасымалдау амалдары жөнінде көптеген ескеретін және тікелей тасымалдау уақыты мен сапасына әсер етер факторлар бар екені мәлім. Ол жөнінде осыған дейінгі жарияланған материалдарда нақты аталып, себептері көрсетілген.

Қазіргі уақытта Қытайдан Қазақстан арқылы транзитпен жүктерді тасымалдау мынадай схемалар бойынша жүзеге асырылады [7, 8, 9].

Бірінші сызба: қазақстандық автокөлік Үрімші (ҚХР) терминалдарына тиеледі, Қытай-Қазақстан шекарасын кесіп өтіп, жүкті баратын жеріне дейін жеткізеді (2-сурет).



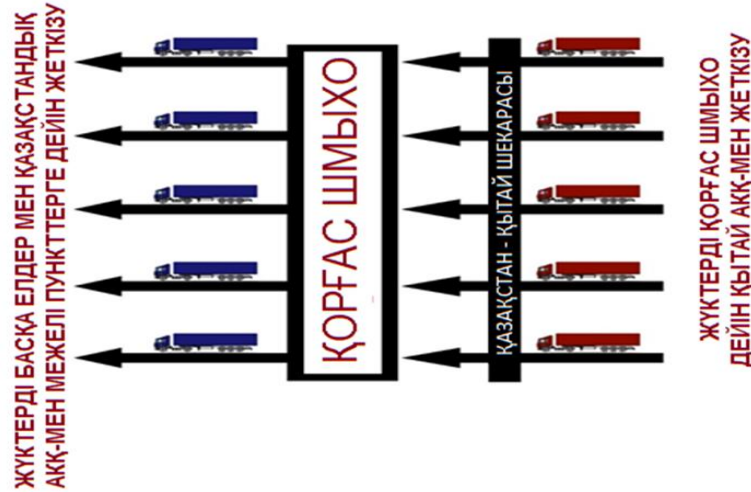
2-Сурет – Қазақстандық автокөліктердің межелі бекеттерге дейін жүкті жеткізудің 1-сызбасы

Екінші сызба: Қытай автокөлігі жүкті Қытай шекаралық терминалдарына жеткізеді. Қазақстандық және Ресейлік тасымалдаушылар осы терминалдарда жүк түсіреді, шекарадан өтеді және жүкті тағайындалғанға дейін тасымалдайды (3-сурет).



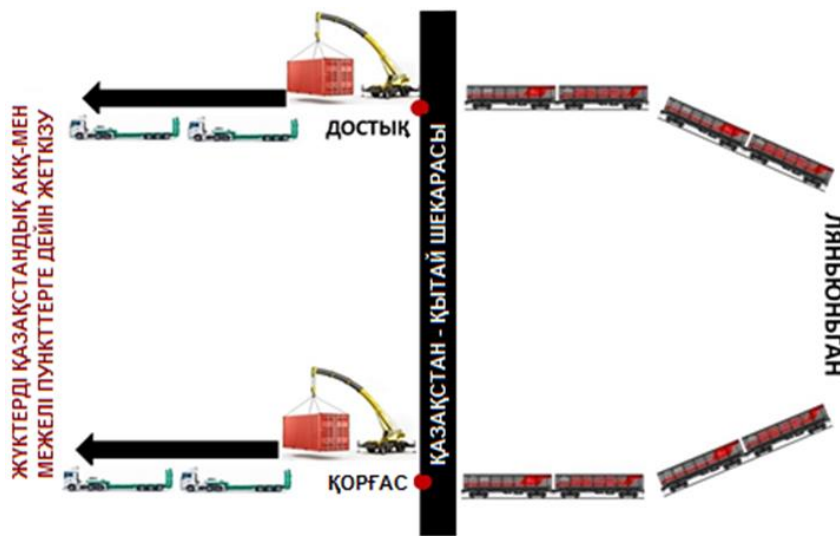
3-Сурет – Қазақстандық автокөліктердің межелі бекеттеріне дейін жүкті жеткізудің 2-сызбасы

Келешекте үшінші сызба қарастырылады. Қытай автокөлігі жүкті Қазақстанға халықаралық шекара маңы ынтымақтастығы орталығының терминалдарына дейін жеткізеді. Қазақстандық автокөлік немесе басқа елдің автокөлігі осы терминалдарға тиеледі және жүктерді соңғы пункттерге дейін тасымалдайды (4-сурет).



4-Сурет – Жүкті Мемлекеттік Халықаралық Орталығынан -Қорғас Шекарасына дейін жеткізудің 3-сызбасы

Осы зерттеу жұмысы барысында төртінші сызба қарастырылды және ұсынылады. Бұдан әрі контейнерлер қазақстандық автокөлік құралдарына-контейнерлік тасығыштарға тиеледі және соңғы межелі пункттерге дейін тасымалданады. Тасымалдаудың осы мультимодальды схемасы перспективалы болып табылады. Алайда, контейнерді қайтаруды және автокөлікті кері тиеуді қамтамасыз етуге байланысты осы схема бойынша тасымалдауды ұйымдастыруда кейбір қиындықтар бар (5-сурет).



5-Сурет – Қазақстандық АҚҚ межелі пункттеріне дейін контейнерлермен жүкті жеткізудің 4-сызбасы

Тасымалдаудың қолда бар және әлеуетті схемаларын қарап, мынадай қорытындылар айқындалды.

Қазақстандық тасымалдаушы үшін ең тиімді сызба – 1-сызба, Қытай тереңдігінен тасымалдау Қытай мен Қазақстан шекарасынан жылдам өтуге, сондай-ақ Қытайдың шекара маңындағы терминалдарында тиеу арқылы тасымалдау 1–2 күнге, ал Қорғас Мемлекеттік Шекара Халықаралық орталығында тиеу кезінде 3–4 күнге ұзағырақ болатын тасымалдау уақытының қысқаруына ықпал етеді.

Қазіргі уақытта Қытай-Қазақстан бағытында 2 және 3-сызба бойынша 50000 жуық рейс орындалады.

3 – сызба, шекара маңындағы логистикалық орталықтардан тасымалдау - қазақстандық импорттаушылар үшін тиімді. Халықаралық тасымалдаушылар үшін логистикалық орталықтардың тиімді орналасуы – Қытай аумағында, оларға қол жеткізудің бірегейлігіне байланысты, егер Қазақстан аумағында логистикалық орталықтар болған жағдайда, оларға қол жеткізу басқа мемлекет тасымалдаушылары үшін тиімді болып, басты бағыттардағы ұлттық тасымалдаушылардың үлесін жоғалту ықтималы бар.

4-сызба. Бірінші кезекте бұл үшін отандық автокөлік компанияларын контейнерлер тасымалдауға қажетті арнаулы-тіркемелермен қамтамасыз ету қажет.

Осы тұста халықаралық автокөлікпен тасымалдарын жүзеге асыру кезінде тасымалдаудың озық технологиялары пайдаланған тиімді болады.

Мысалы Еуропа елдерінде өз қоймалары бар автокөлік компаниялары тасымалдарда ауысымды (айналымдағы) жартылай арнаулы-тіркемелер кеңінен пайдаланылады. Сондықтан ұсынылып отырған тасымалдау амалының ерекшеліктерімен тиімділігін анықтаймыз.

Жүк ағымдарын ұйымдастырушы және басқарушы мекеме яғни басқару орталығы нақты жүкті тасымалдаушыдан тапсырыс алады. Жүк қабылданып, арнаулы тіркеме тиелгеннен соң, жүк тиелген тіркемені қабылдаған отандық автомобиль Алматы қаласына келіп, келесі автомобиль-сүйрегішке тапсырады.

Осындай кезектесу арқылы, әрбір автомобиль-сүйрегіш 450-500 километрден артық жол жүрмейді. Соңғы тасымалдаушы контейнерлерді Ресей жағынан келген тасымалдаушыға тапсырып, өзі қайтарында отандық бос немесе жүк тиелген арнаулы-тіркемені сүйреп қайта оралады. Қайтар жолдада тура жоғарыдағы жүйе бойынша әрбір аймақтағы автокөліктер тасымалдайды.

Ұсынылған тасымалдау жобасының ерекшеліктері:

– жеке автомобиль 450-500 километрден артық жол жүрмейді бұл оның техникалық сенімділігін арттырады;

– жүргізушінің аралық жолды тоқтаусыз 4-5 сағатта өтуіне мүмкіндік береді;

– әрбір мемлекеттің және аймақтың автокөлік кәсіпорындарынан ең сенімді автомобильді таңдалынады;

– бір бағыттағы жүк тиелген тіркемені тоқтаусыз қозғалысы үшін, тек Қазақстан жерінде 6 автомобиль көлігі қатынасады.

Артықшылықтары:

– жол бойындағы аймақтардың автокөлік кәсіпорындарының дамуына тікелей әсер етеді;

– шекарада себепсіз тұрып қалу мүмкіндігі жойылады;

– жол үстіндегі кедергілермен жол жағдайына байланысты туатын жағдайлар болмайды;

– автокөлік кәсіпорындары орналасқан жергілікті аймақтарда әлеуметтік-экономикалық дамуына себепші болады;

– Қазақстан Республикасындағы 2787 километр жолды бұрынғы амалмен, жол бойында ешқандай кедергі болмаған жағдайда, бір жүргізуші – 96 сағат, екі жүргізуші – 50 сағат жүрсе, ұсынылған жоба бойынша бір жүргізушімен аталған жолды 30 сағатта жүріп өтеді.

Бірақ бұл жобаны ұйымдастырумен басқару жүйесіне үлкен мән беріліп, логистикалық технологиялық жүйе ретінде қарастыру керек. Өйткені жоғарыда аталғандай ұсынылған жүйе халықаралық маңызы бар, нақты жүктерді тасымалдау іс-жоспарын атқару үшін құрылады.

Қорытынды. Автомобильмен халықаралық жүк тасымалдау тізбегін «бір тіркеме бір құжат» негізінде және заманауи «блокчейн» ақпараттық жүйесі негізінде, Қазақстан Республикасы транзиттік дәлізін 2,5–3 есе аз уақытта өтіп, тасымалдаудың өзіндік құны 2,0 доллардан 0,75 долларға дейін төмендетуге болады.

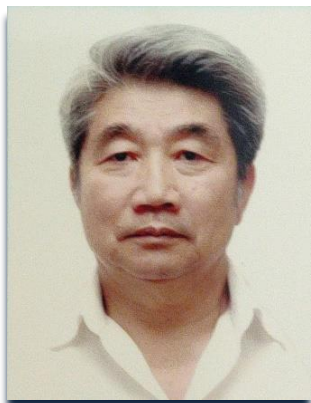
Әдебиеттер:

1. Натальена Г.А., Прутских И.В. Транспортная система Китая // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 3. – С.101–119.
2. Жанбыров Ж.Ф. Автокөлік логистикасы. Оқулық. – Алматы: Нұр-Принт, 2018. – 356 б.
3. Условия создания и применения цифровых технологий в развитии международных транспортных коридоров // Вестник КазАТК, Алматы. – 2019. – №2(109) – С.20–25.
4. Sabraliev N., Abzhapbarova A., Nugymanova G., Taran I., Zhanbirov Zh. Modern aspects of modeling of transport routes in Kazakhstan. – News of the National Academy of sciences of the Republic Kazakhstan. Series of Geology and technical sciences. – 2019. – Vol. 2. – № 434. – P. 62–68.
5. Соглашение о международном автомобильном сообщении между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики: утв. Постановлением Кабинета Министров Республики Казахстан от 5 апреля 1993 г. № 263.
6. Темиргалиев Б. Основы внешнеэкономической деятельности Республики Казахстан. Учебник. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – Алматы: Нұр-Принт, 2003. – 504 с.
7. Рыбалкин В.Е., Щербанин Ю.А., Балдин Л.В. и др. Международные экономические отношения: учебник для вузов / под ред. проф. В.Е. Рыбалкина. 5-е изд., перераб. и доп.– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 605с.
8. Государственная программа инфраструктурного развития «Нұрлы жол» на 2015–2019 годы: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 6 апреля 2015 года №1030.
9. Старкова Н. О. Тенденции развития логистических услуг на современном мировом рынке / Н. О. Старкова, С. М. Саввиди, М. В.Сафонова // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №85(01). – С.25–32.

Поступила 22 октября 2020 г.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Пак Виссарион Владимирович **ученый, кандидат физико-математических наук, вице-президент НТО** **«КАХАК», производственник, бизнесмен, меценат**



Пак В.В. родился 12 ноября 1940 года в селе Куркуреу су Джувалинского района Джамбульской области. Окончил физико-математический факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова (1969). Кандидат физико-математических наук (1977). Сфера научных интересов – физика низкотемпературной плазмы и ее взаимодействие с материалами и веществами, горение в сверхзвуковых диффузионных и струйных потоках, множество других практических применений процессов энерго- и массообмена. Является автором и соавтором более 100 научных статей и публикаций; патентов РК, ряда авторских свидетельств. Под его руководством защищены 6 кандидатских диссертаций.

Научная и производственная деятельность Пака В. В. неразрывно связаны друг с другом. Заведующий Научно-исследовательской лабораторией (1988–1993), директор по науке АО «Монтажинжиниринг», где были внедрены в производство его авторские разработки и технологии переработки нефти, нефтешлама, амбарной нефти и других углеводородов. Создатель и руководитель ТОО «Корпорация «Модульная технология» (1995) с целью освоения месторождений тяжелой нефти и разработки технологий ее переработки. В 2009 г. было сдано в эксплуатацию месторождение тяжелой нефти «Жалгизтобе».

К этому моменту имя Пака В.В. было уже прочно вписано в историю отечественной промышленности: внедрены в производство по всей республике экологически чистые мини-заводы по переработке нефти, по дезодорации масел, различные технологии и установки для переработки углеводородов, в том числе амбарной нефти и нефтешлама.

Пак В.В. – не только ученый и бизнесмен, но и меценат. В 90-е годы он сумел восстановить детский сад, добился получения лицензии на учебно-воспитательную деятельность и создал в дальнейшем Учебно-воспитательный центр под своим патронажем.

Несмотря на возраст, Пак В.В. продолжает живо интересоваться и принимать личное финансовое участие в реальном перерабатывающем секторе Республики Казахстан, поиске и поддержке перспективных разработок и проектов. Поддерживает активные контакты с бизнес-сообществом из Южной Кореи, с целью организации сотрудничества и поддержки корейской диаспоры в Казахстане, является Вице-президентом НТО «КАХАК».

Дорогой Виссарион Владимирович!
НТО «КАХАК» поздравляет Вас со славным Юбилеем – 80-летием!
Желаем крепкого здоровья и долголетия!



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абуова Ж.М. – магистр техники и технологии, старший преподаватель Высшей школы информационных технологий Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
2. Амирова А.С. – докторант PhD кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан
3. Аяжанов К.С. – кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой информации и IT-аналитики Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза
4. Базарғалиева Б.Л. – магистрант Атырауского университета им. Х.Досмухамедова
5. Бердеш Т.Б.
Berdesht T.B. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
6. Бурашева Г.Ш. – доктор химических наук, профессор факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
7. Дрозд В.Г. – кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой информации и IT-аналитики Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза
8. Джумағалиева Л.Р. – учитель химии школы-гимназии №110
9. Жакенова А.Е.
Zhakenova A.Y. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
10. Жанасбаева А.С. – докторант PhD кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан.
11. Жанбирова Ж.Г. – доктор технических наук, профессор, декан инженерно-технического факультета Центрально-Азиатского университета
12. Жумадиллаева А.К. – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры кафедры вычислительной техники Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилёва

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 13. | Имашева Г.М. | – | доктор технических наук, академик Международной академии транспорта, профессор кафедры организации авиационных перевозок и логистики Академии гражданской авиации |
| 14. | Ирмухаметова Г.С. Irmukhametova G.S. | – | кандидат химических наук, доцент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби |
| 15. | Исаханова Д.Ж. | – | бакалавр, выпускник кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби |
| 16. | Калибек М. Kalibek M. | – | студент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби |
| 17. | Камалова Г.А. | – | кандидат физико-математических наук, руководитель Высшей школы информационных технологий Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана |
| 18. | Касенова Ж.С. Kassenova Zh.S. | – | старший преподаватель кафедры окружающей среды и химических технологий Инновационного Евразийского университета, Павлодар |
| 19. | Кипчакбаева А.К. Kipchakbaeva A.K. | – | Phd, старший преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби |
| 20. | Когай Г.Д. | – | кандидат технических наук, профессор кафедры информационно-вычислительных систем Карагандинского технического университета |
| 21. | Махаева Д. Makhayeva D. | – | докторант PhD факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби |
| 22. | Махатова В.Е. Makhatova V.E. | – | кандидат технических наук, профессор кафедры программной инженерии Атырауского университета им. Х.Досмухамедова |
| 23. | Махмудлу С. | – | магистрант кафедры организации авиационных перевозок и логистики Академии гражданской авиации |
| 24. | Мэлсова Н.Ш. Melsova N.Sh. | – | магистрант Атырауского университета им. Х.Досмухамедова |

25. Насс О.В. – доктор педагогических наук, доцент Высшей школы информационных технологий Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана, Уральск
26. Нугманова Г.Д. – докторант PhD кафедры логистики Казахской Академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева
27. Нургалиева М.Р. – доктор технических наук, профессор кафедры транспортной техники и организации перевозок, Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б.Гончарова
28. Оспанова А.Б. – магистрант кафедры факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
29. Рахметуллаева Р.К.
Rakhmetullayeva R.K. – кандидат химических наук, старший преподаватель факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
30. Сабралиев Н.С. – кандидат технических наук, профессор кафедры транспортной техники и организации перевозок Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б.Гончарова
31. Сағынбаев С.Г.
Sagynbaev S.G. – магистрант Атырауского университета им. Х. Досмухамедова
32. Сайдинбаева Н.Д. – магистр кафедры транспортной техники и организации перевозок Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б.Гончарова
33. Сайманова З.Б. – докторант PhD кафедры вычислительной техники Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилёва
34. Саямов Р.
Salyamov R. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
35. Сейтов А.С.
Seitov A.S. – магистрант Атырауского университета им. Х. Досмухамедова
36. Спанова Б.Ж. – кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой информации и IT-аналитики Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза

37. Сухинин С.В. – кандидат физико-математических наук, профессор Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева НГУ СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация.
- 38.. Те А.Л. – PhD, доцент, кафедры экономики и менеджмента Алматинской академии экономики и статистики
39. Тен Т.Л. – доктор технических наук, профессор кафедры цифровой информации и IT-аналитики Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза
40. Тохметов А.Т. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева
41. Тұрған Г.Н. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
42. Утепкалиев С.У.
Utepkaliev S.U. – кандидат педагогических наук, профессор кафедры математики и методики преподавания математики Атырауского университета им. Х. Досмухамедова
43. Шамбилова Г.К.
Shambilova G.K. – доктор химических наук, профессор кафедры химии и химической технологии Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

АМИРОВА А.С., ТОХМЕТОВ А.Т., ЖАНАСБАЕВА А.С.

Разработка онтологии информационных атак и угроз промышленного интернета вещей в программной среде PROTÉGÉ 5.0 4

НАСС О.В., КАМАЛОВА Г.А., АБУОВА Ж.М.

Опыт применения мобильных устройств в обучении дистанционных технологий 14

КОГАЙ Г.Д., ТЕ А.Л., ДРОЗД В.Г., СПАНОВА Б.Ж., ТЕН Т.Л.

Математические методы турбулентности при переносе примесей вредных выбросов в окружающую среду 20

КОГАЙ Г.Д., ТЕ А.Л., ДРОЗД В.Г., АЯЖАНОВ К.С., ТЕН Т.Л.

Численные методы решения прямых задач электродинамики 32

САЙМАНОВА З.Б., СУХИНИН С.В., ЖУМАДИЛЛАЕВА А.К.

Дыбыссыңиргіш және дыбысшағылыстыратын материалдарды оңтайландыру 42

УТЕПКАЛИЕВ С.У., МАХАТОВА В.Е., ШАМБИЛОВА Г.К., МЭЛСОВА Н.Ш., СЕЙТОВ А.С.

О свойствах одного линейного оператора в комплексных пространствах Орлича 49

УТЕПКАЛИЕВ С.У., МАХАТОВА В.Е., ШАМБИЛОВА Г.К., БАЗАРГАЛИЕВА Б.Л., САҒЫНБАЕВ С.Г.

Некоторые утверждения в пространстве Орлича 55

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЯ

БЕРДЕШ Т.Б., КИПЧАКБАЕВА А.К.

Определение содержания органических кислот в растениях рода *ELYTRIGIAREPENS* 62

КАЛИБЕК М., САЛЯМОВ Р., МАХАЕВА Д., ИРМУХАМЕТОВА Г.С., РАХМЕТУЛЛАЕВА Р.К.

Синтез и характеристика гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы и поливинилпирролидона для дражирования семян 68

КАСЕНОВА Ж.С.

Внедрение программы контроля качества в химические лаборатории 78

РАХМЕТУЛЛАЕВА Р.К., ИСАХАНОВА Д.Ж., ДЖУМАГАЛИЕВА Л.Р., ОСПАНОВА А.Б.

Получение полимерного композиционного материала на основе карбоксиметилцеллюлозы для косметологического назначения 83

ТҮРҒАН Г.Н., БУРАШЕВА Г.Ш.

Дәрілік таспашөп (FOLIA UVAE–URSI) өсімдігінің құрамына фитоталдау жасау 89

ЖАКЕНОВА А.Е., КИПЧАКБАЕВА А.К.

Определение биологически активного комплекса и биологической активности растений рода ORIGANUM VULGARE 96

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИМАШЕВА Г.М., МАХМУДЛУ С.

Организация работы авиакомпаний путем внедрения инновационных технологий 104

НУГМАНОВА Г.Д., НУРГАЛИЕВА М.Р., ЖАНБИРОВ Ж.Г., САБРАЛИЕВ Н.С., САЙДИНБАЕВА Н.Ж.

Транзиттік мүмкіндіктің тиімділігін арттыруға логистикалық қолдау 110

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Пак В.В. (К 80-летию со дня рождения)..... 117

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 118

CONTENTS

MATHEMATICS AND INFORMATICS

| | |
|--|----|
| AMIROVA A.S., TOKHMETOV A.T., ZHANASBAEVA A.S. | |
| Development of an ontology of information attacks and threats of the industrial Internet of things in the PROTÉGÉ 5.0 software environment | 4 |
| NASS O.V., KAMALOVA G.A., ABUOVA Zh.M. | |
| Application experience of mobile devices in distance learning technologies | 14 |
| KOGAY G.D., TE A.L., DROZD V.G., SPANOVA B.Zh., TEN T.L. | |
| Mathematical methods of turbulence transfer of harmful emissions to the environment | 20 |
| KOGAY G.D., TE A.L., DROZD V.G., AYAZZHANOV K.S., TEN T.L. | |
| Numerical solution methods direct problems of electrodynamics | 32 |
| SAIMANOVA Z.B., SUKHININ S.V., ZHUMADILLAYEVA A.K. | |
| Optimization of sound-absorbing and sound-reflecting materials | 42 |
| UTEPKALIEV S.U., MAKHATOVA V.E., SHAMBILOVA G.K., MELSOVA N.Sh., SEITOV A.S. | |
| On properties of one linear operator in complex spaces of Orlich | 49 |
| UTEPKALIEV S.U., MAKHATOVA V.E., SHAMBILOVA G.K., BAZARGALIEVA B.L., SAGYNBAEV S.G. | |
| Some statements in Orlicz spaces | 55 |

CHEMICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY

| | |
|---|----|
| BERDESH T.B., KIPCHAKBAYEVA A.K. | |
| Determination of organic acid content in plants of the genus <i>Elytrigia repens</i> | 62 |
| KALIBEK M., SALYAMOV R., MAKHAYEVA D., IRMUKHAMETOVA G.S., RAKHMETULLAYEVA R.K. | |
| Synthesis and characterization of hydrogels based on carboxymethyl cellulose and polyvinylpyrrolidone for seeds pelleting | 68 |
| KASSENOVA Zh.S. | |
| Implementation of quality assurance program for chemical laboratories | 78 |
| RAKHMETULLAYEVA R.K., ISAHANOVA D.Zh., DZHUMAGALIEVA L.R., OSPANOVA A.B. | |
| Preparation of a polymer composite material based on carboxymethylcellulose for cosmetic purposes | 83 |

TURGAN G.N., BURASHEVA G.Sh.

Phyto analysis in the composition of medicinal bearberry (FOLIA UVAE-URSI) 89

ZHAKENOVA A.E., KIPCHAKBAEVA A.K.

Determination of the biological active complex and biological activity of plants of the genus
ORIGANUM VULGARE 96

TECHNICAL SCIENCES

IMASHEVA G. M., MAHMUDLU C.

Organization of work of airlines by implementing innovative technologies 104

***NUGMANOVA G.D., NURGALIEVA M.R., ZHANBIROV Zh.G., SABRALIEV N.S,
SAYDINBAEVA N.D.***

To increase the efficiency of transit capacity logistics support 110

JUBILEE DATE

Pak V.V. (To 80-th birthday) 117

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS 118

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «ИзвестияНТО «Кахак» публикуетнаписанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Журнал дает информацию, связанную с деятельностью общества.

2. В оригинальных статьях могут рассматриваться результаты как теоретических, так и прикладных НИР.

3. Авторы, желающие опубликовать обзорную статью, должны предварительно согласовать ее тематику, представив аннотацию на 1–2 стр. В обзорах следует освещать темы, представляющие достаточно общий интерес по выбранной тематике или отражающие какой-либо важный аспект применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т.д. Допускается обобщение результатов многолетних исследований научных коллективов.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц формата А4. Статья должна начинаться с введения. В нем должны быть даны: содержательная постановка рассматриваемого в статье вопроса, краткие сведения по его истории, отличие предлагаемой задачи от уже известных, или преимущество излагаемого метода по сравнению с существующим. Основная часть статьи должна содержать формулировку задачи и предлагаемый метод ее решения, заключительная часть – краткое обсуждение полученных результатов и, если возможно, пример, иллюстрирующий их эффективность и способы применения.

5. Все статьи проходят именованное рецензированиене менее чем двумя независимыми учеными по соответствующей тематике, не входящими в состав редакционной коллегии.

6. Требования к этике публикаций: авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, и актуальность научного содержания работ. Рукописи статей, опубликованных ранее, или переданных в другие издания не принимаются.

7. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: izv.ntokaxak@mail.ru.

Требования к оформлению рукописей

Статьи представляются в электронном виде в текстовом редакторе Word 97, формулы набираются с помощью редактора MSEquation 3.0 (2.0) или ChemDraw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал одинарный. Поля: верхнее – 2,0см, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 2,0 см. Абзац – красная строка – 0,5 см

Текст статьи должен начинаться с указания:

с левой стороны–индексов МРНТИ и УДК, ниже приводятся:

- название статьи (прописные буквы, форматирование по центру),
- фамилии и инициалы авторов (прописные/светлые, форматирование по центру),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов
- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, **7–10 предложений**),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (**7–10 слов**),
- текст статьи,
- список литературы,
- Ф.И.О. авторов, название статьи, резюме, ключевые слова на трех языках (на казахском, английском и русском).

Рисунки должны быть представлены в отдельном файле.

Статья представляется в *doc* или *docx* формате, а также идентичная копия в *pdf* формате, на электронный адрес журнала, в отдельных файлах дублируются рисунки, таблицы, графики, схемы, а также приводятся сведения об авторах (имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность и телефоны для связи).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся в квадратных скобках. Библиографический список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления».

Компьютерный набор и макетирование Ли У.П.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34
Тел. 8(727)272-67-74

Подписано в печать 10.12.2020
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «Print Express. Издательство и полиграфия»
Алматы, ул. Байтурсьнова, 85
Тел. 8(727)-292-10-95, 8(727)-292-14-28