

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 12 (69) / 2019

5 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатъева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан) (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



Ответственный редактор:

Главный редактор:

Завальский Яков Андреевич (Россия), доктор психологических наук, профессор

Международный редакционный совет:

Научный редактор: Игнатъев Сергей Петрович (Россия), доктор педагогических наук, профессор

Ответственный секретарь редакции: Давыдова Наталия Николаевна, кандидат психологических наук, доцент.

Арсеньев Дмитрий Петрович (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией

Бычковский Роман Анатолиевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, МГППУ

Ильченко Федор Валериевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии

Кобзон Александр Владимирович (Россия),

доктор педагогических наук, профессор

Панов Игорь Евгеньевич (Россия),

доктор технических наук, профессор

Петренко Вадим Николаевич (Казахстан),

доктор психологических наук, профессор

Прохоров Александр Октябринович (Казахстан),

доктор педагогических наук, профессор

Савченко Татьяна Николаевна (Беларуссия),

кандидат психологических наук, доцент

Стеценко Марина Ивановна (США),

Ph.D., профессор

Строганова Татьяна Александровна (Украина),

доктор педагогических наук, профессор

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ; www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Петухова Ю.Н., Кисель А.В., Ильина С.И.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИТОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	4	<i>Самородская О. А., Лысенко Е. А.</i> СРАВНЕНИЕ ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧНЫМ АВТОМОБИЛЕМ И УСЛУГАМИ ТАКСИ В Г. ОМСК ..	28
<i>Ismailov B. I.</i> CONTROL OF THE DYNAMICS OF A COMPLEX SYSTEM	6	<i>Сарсекеева Г. С., Утепбергенова Л. М., Абдукаликова Г.М.</i> ДОПУСТИМАЯ АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.....	30
<i>Малин Н. И.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПРЯМОТОЧНОЙ СУШКИ ЗЕРНА	11	<i>Sergeyeva Olga V., Robuck Eugene A., Pavlenko Nikita Y., Dubovik Tatiana N.</i> APPLICATIONS OF COMPUTER SYSTEMS BASED ON THE ARDUINO MICROPROCESSOR SYSTEM IN CHEMICAL LABORATORY	34
<i>Мендом Э. В.</i> ИГРЫ НА ЗАНЯТИЯХ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	17	<i>Старкова Л. Г., Хилажева А. А., Старкова Д. А.</i> ВЫБОР СХЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ НА ПРИМЕРЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ В Г. МОСКВА	38
<i>Нуканоров А. В., Нуканоров В. Б.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО- РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	19	<i>Федотова Ю. В.</i> ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	46
<i>Paramonov S.I., Stepykina A.V., Normov D.A.</i> INCREASING THE EFFICIENCY OF SEEDBED PREPARATION BY MEANS OF ELECTROTECHNOLOGY	23	<i>Sadigov I.R.</i> THE STABILITY OF THIN-WALLED OPEN- PROFILE BARS WITHIN THE NONLINEAR ELASTIC DEFORMATION	52
<i>Поленин В. И.</i> НОВЫЕ АСПЕКТЫ В НАУЧНОМ ОТКРЫТИИ ФИЗИКИ ЯВЛЕНИЯ НАБЛЮДАЕМОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ ПОДВОДНОГО ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА ПРИ ЛАЗЕРНОМ И РАДАРНОМ ЗОНДИРОВАНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ	24		

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Гаджиев С. М.</i> ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БИНАРНЫХ СМЕСЯХ ДИГИДРОФОСФАТОВ РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ.	60
---	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИТОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.503](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.503)**Петухова Ю.Н.**

студентка 4 курса

кафедры мембранной технологии факультета цифровых технологий и химического инжиниринга,

Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева,
Российская Федерация**Кисель А.В.**

магистрант 1 курса

кафедры процессов и аппаратов химической

технологии факультета цифровых технологий и химического инжиниринга,
Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева,

Российская Федерация

Ильина С.И.

доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии,

доцент кафедры мембранной технологии, кандидат технических наук,
Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева,

Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье проведен краткий обзор применения ионообменных материалов в химической технологии. Рассмотрены перспективы развития получения таких материалов с улучшенными свойствами.

ABSTARCT

The article provides a brief overview of the use of ionites in chemical technology. The prospects for the development of obtaining such materials with improved properties are considered.

Ключевые слова: иониты, ионообменные материалы, разделение растворов

Keywords: ionites, ion-exchange materials, separation of solutions

Любые отрасли народного хозяйства так или иначе связаны химическими технологиями. Это обусловлено тем, что для любого производства (да и в быту) необходимы водоподготовка, водоочистка, разделение или смешение различных веществ. Поэтому химия – это важный предмет, который начинают изучать еще в школе, и основы которого должен знать любой человек. И одной из основных реакций, изучаемых в курсе химии, является реакция ионного обмена. В школьной программе к ним относят реакции между растворами электролитов, в результате которых они обмениваются своими ионами. Однако сюда надо добавить ещё одну группу веществ, которые можно рассматривать как твёрдые электролиты, – иониты. Ионитами обычно называют, как правило, твердые, практически нерастворимые вещества и материалы, способные обменивать свои ионы на эквивалентное количество ионов того же заряда из окружающего раствора. И в этом случае ионный обмен – обратимый процесс стехиометрического обмена ионами между двумя контактирующими фазами. Обычно одной из фаз является раствор электролита, а другой ионит. Как уже было замечено ранее условно ионит можно представить как твердый электролит, неподвижный каркас которого представляет одну его часть, а подвижные противоионы – другую.

После выработки ионитом рабочего ресурса, в некоторых случаях проводится его регенерация. Применение ионитов довольно широко и во многом

определяется материалом каркаса. Как и все вещества, материал иониты бывают неорганические и органические, а также их можно разделить на природного происхождения и синтетические. Наиболее широкое применение получили синтетические полимерные ионообменные материалы, часто называемые ионообменными смолами. Такие материалы устойчивы в широком диапазоне pH, что позволяет их без проблем регенерировать кислотами и щелочами. Одной из областей использования ионообменных смол является очистка воды от неорганических примесей. Примерами являются умягчения воды (замещение ионов Ca^+ и Mg^+ ионами Na^+), а также проведение процесса деионизации (замещение всех примесей ионов на ионы H^+ и OH^-).

Также, эта технология применима к очистке сточных вод промышленных предприятий. Это позволяет сократить выброс загрязняющих веществ в окружающую среду. В классических системах очистки сточных вод [1] можно отметить такие схемы использования ионита, как: прямая фильтрация сточных вод, финишная очистка сточных вод, рециркуляция воды, рециркуляция технологических потоков. Отдельно следует рассмотреть возможность использования ионообменных смол в схемах с рециркуляцией технологических потоков. Эти схемы могут быть использованы в тех случаях, когда сточные воды производства содержат большое количество

исходных компонентов, необходимых для проведения процесса. При прохождении через ионообменную смолу происходит отделение раствора от загрязняющих компонентов, при этом очищенный раствор с исходным компонентом может быть заново использован в производстве. При этом становится возможным избежать сброса реагента в окружающую среду.

Органическая природа матрицы ионита позволяет использовать этот материал в качестве сорбента для очистки растворов от органических примесей. Эта технология нашла широкое применение в пищевой промышленности.

Способность ионитов сорбировать на своей поверхности органические вещества позволяет использовать зерна ионита в качестве катализаторов для получения новых веществ. Эта технология является относительно новой, однако имеющиеся результаты испытаний позволяют считать ее перспективной и многообещающей.

Отдельно следует рассмотреть метод ионообменной хроматографии [2]. В результате электростатического взаимодействия разноименно заряженных ионов происходит задержание молекул веществ подвижной фазы (элюента), например, раствора минеральных веществ в неподвижной фазе (сорбенте). Ионит выступает в качестве столба неподвижной фазы. В результате происходит разделение ионов по высоте столба ионообменной смолы.

На сегодняшний день этот метод активно развивается, что находит отражение в разработке новых типов неподвижных фаз, поиске различных способов модифицирования поверхности сорбентов и создании новых, более высокоэффективных и селективных ионообменников, чем их предшественники. Развитие метода, прежде всего, направлено на повышение чувствительности анализа, улучшение селективности ионообменников, а также увеличение эффективности и экспрессности метода, что даёт высокие перспективы для расширения применения ионной хроматографии для решения всё более сложных аналитических задач в области фармацевтики, экологии, пищевой промышленности, медицины и других смежных с ними областях.

В соответствии с этим актуальной задачей ионной хроматографии на современном этапе является выявление новых подходов к созданию усовершенствованного типа материалов, совмещающих в себе достоинства ранее известных классов ионообменников. Характеристики материалов, такие как механические и массообменные, должны определяться, прежде всего, прочным широкопористым минеральным каркасом основы-носителя, а ионообменные же — природой прикрепленных функциональных групп.

В настоящее время широко распространены сорбенты с поверхностно-привитым функциональным слоем, имеющие т.н. пелликулярную структуру. Применение именно такого типа ионообменников связано, в первую

очередь, с тем, что диффузия компонентов в тонком слое на поверхности ядра матрицы, происходит с очень высокой скоростью. Это в конечном результате приводит к высокой эффективности и обеспечивает экспрессное определение [3].

Пелликулярную структуру в ИХ имеют общеизвестные полиэлектролитные анионообменники (ПЭА). Получают их закреплением ионообменного слоя за счет электростатических взаимодействий между червертичными аммониевыми группами водорастворимых полимеров и отрицательно заряженными группами на поверхности матрицы - сульфосиликагеля. Их достоинствами является: высокая эффективность, хорошая селективность, простота и воспроизводимость синтеза. Но применение их всё же ограничивает невысокая стабильность в процессе работы. Для устранения этого недостатка необходимо выявление ряда факторов, увеличивающих срок службы колонок с ПЭА, или же поиск новых путей для синтеза более стабильных поверхностно-модифицированных полимерами ионообменников.

Получение новых сорбентов нужно рассматривать как более перспективную альтернативу всем известным ранее видам, улучшив все хроматографические свойства, обуславливающие их успешное применение: эффективность колонок, селективность и стабильность в эксплуатации.

Стоит отметить, что в своей статье мы рассматривали только ионообменные смолы, т.е. синтетические органические полимерные материалы. Однако, как ранее было отмечено, иониты могут быть и неорганического происхождения.

В технологиях в основном применяют неорганические иониты природного происхождения (в основном - алюмосиликаты) без последующий их регенерации. Синтетические неорганические иониты (пермутиты) не нашли широкого применения. Но в последнее время стали разрабатывать новые виды ионообменников на основе соединений кремния. Путь к получению таких материалов лежит через модифицирование поверхности неорганических веществ органическими соединениями, имеющими ионообменные функциональные группы.

К достоинствам неорганических ионообменников можно перечислить ненабухаемость в растворителях, термостабильность, механическую прочность и радиационную устойчивость. В общем случае можно также выделить их более высокие массообменные характеристики, которые хорошо проявляются при сопоставлении сорбционных свойств мезо- и крупнопористых минеральных веществ и органических сорбентов гелевой структуры. Вместе с тем, некоторые марки неорганических ионообменников обладают уникальными каталитическими свойствами [4].

В качестве основы возможен выбор силикагеля, что вызвано отсутствием

неионообменных взаимодействий между матрицей и поляризуемыми ионами. Такая особенность этого материала обеспечивает получение ионообменников с более высокой эффективностью по сравнению с ионообменниками на полимерных носителях. В то же время нельзя забывать о том, что ионообменники на основе силикагеля можно использовать только в диапазоне $pH = 2 \div 10$. Если рассматривать применение таких ионообменных материалов в хроматографии, то они могут быть использованы только в одноклоночном варианте [5].

Однако перспектива разработки принципиально новых материалов даёт более широкую возможность применения ионного обмена, а также создание новых технологий в разделении растворов.

Список литературы

1. Нойман Штефан. Применение ионообменных смол для водоподготовки и очистки

УДК: 621.391

ГРНТИ: 28.21.15, 28.29.03

сточных вод промышленных предприятий - 2011 г. // Вода: химия и экология, - № 5 стр. 40-45.

2. Смирнова Е.Е., Кисель А.В., «Ионообменная хроматография. Общие сведения и понятия» - 2019 г. // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ», № 3 (12) Т.3, - С. 80 – 89.

3. Pohl C.A. Recent Developments in Ion-Exchange Columns for Ion Chromatography // LC-GC Eur. 2013. V. 31. P. 16–22.

4. Кольцов С. И., Алесковский В. Б. Силикагель. его строение и химические свойства. Госхимиздат, Л., 1963.

5. Методы получения высокоэффективных неподвижных фаз для анионообменной хроматографии / А. В. Затираха, А.С. Ужель, А.Д. Смоленков, О.А. Шпигун // Вестник Московского университета. Сер. 2, Химия. - 2018. - Т. 59, № 1. - С. 3-19

CONTROL OF THE DYNAMICS OF A COMPLEX SYSTEM

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.498](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.498)

Ismailov Bahram Israfil

*PhD, docent, Department of Instrumentation Engineering,
Azerbaijan State Oil and Industry University,
Baku, Azerbaijan Republic,
orcid.org/0000-0002-5815-1253*

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Исмаилов Бахрам Исафил

*К.т.н., доцент кафедры “Приборостроительная Инженерия”,
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Баку, Азербайджанская Республика.*

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis and control of the development of dynamic processes in multidimensional chaotic systems. The research scheme is presented and the rationale for the methods used is given. According to the research algorithm, on the example of interactions of a system consisting of interconnected objects, the features of controlling their dynamics in the framework of the Open System are shown. The results of analytical and numerical modeling of the system behavior during interaction in the interference field and the possibility of controlling its dynamics are presented in graphical form. As an example, in the identified areas of interest of the researcher, the results of calculations of informative parameters, such as Poincare diagrams, Tsallis entropy, Lyapunov exponents, stability indices, fractal dimension are shown. The main informational and dynamic characteristics of the process under study allow us to visually evaluate its behavior and choose an impact control strategy that is satisfactory to the researcher.

АННОТАЦИЯ

Предлагаемая вниманию статья посвящена вопросам анализа и управления развитием динамических процессов в многомерных хаотических системах. Представлена схема исследований и дано обоснование используемых методов. Согласно алгоритму исследования, на примере взаимодействий системы, состоящей из взаимосвязанных объектов показаны особенности управления их динамикой в рамках Открытой Системы. В графической форме представлены результаты аналитико-численного моделирования поведения системы при взаимодействии в поле помех и возможности управления её динамикой. В качестве примера, в выделенных областях интереса исследователя, показаны результаты вычислений информативных параметров, таких как диаграммы Пуанкаре, энтропия Цаллиса, показатели Ляпунова, показатели стабильности, фрактальная размерность. Основные информационные и динамические характеристики исследуемого процесса позволяют нам визуально оценить его поведение и выбрать удовлетворяющую исследователя стратегию управления воздействием.

Keywords: chaotic processes, hyperchaotic systems, Poincare recurrence, Tsallis entropy, Lyapunov exponent.

Ключевые слова: хаотические процессы, гиперхаотические системы, рекуррентность Пуанкаре, энтропия Цаллиса, показатель Ляпунова.

Predicting the dynamics of complex systems is an urgent problem related to the assessment of its evolution. The interaction of objects in the Open System leads to an increase in chaotic processes, as a result of which one can observe a state of dynamic chaos in it. The phase portrait of the processes under study allows us to present the parameters of a dynamic system and to trace the change in their behavior caused by the influence of control actions, mutual influence, noise effects, etc. [1-5].

Control of the development of chaos in nonlinear dynamical systems is of practical importance. The process of influencing a system with a chaotic character is based on the phenomenon of the sensitivity of chaotic systems to small disturbing influences, as a result of which a new system can be obtained with parameters satisfying the intended purpose [6].

In contrast to traditional methods for analyzing complex processes, the nonlinear recurrence analysis proposed by Poincare, as well as the obtained recurrence diagrams, allow one to study and predict the behavior of the system using discrete mapping [7-10].

In addition, the use of nonlinear recurrence analysis allows, using a limited amount of data, to adequately analyze the process and present it in the form of a discrete recurrence diagram. The visual features of the recurrence diagram are its topology, texture and color palette of points located on the square matrix — traces of the intersection of the process path in phase space with the secant plane [8,9,11]. Such attributes of the recurrence diagram allow, through visual thinking, to interpret the nature of the process under study, its development trend, to study in detail

the areas of interest, to reveal hidden features, etc. [8,9,11].

An important informative indicator of chaotic complex self-organizing systems is entropy. In the study of transient and recurrent processes in multidimensional chaotic systems of fractional order, entropy oscillations [4,10,12] are of considerable interest. Unlike traditional methods, the Tsallis entropy is preferred for evaluating the results of interactions of heterogeneous chaotic fractional systems. The core of the issue is the thermodynamics of Tsallis, which leads to a statistical physics not Boltzmann type: *individual particles with Boltzmann statistics + strong interactions* \Rightarrow *new degrees of freedom with no Boltzmann statistics + lack of interaction* [13].

The proposed indicator has both theoretical and practical significance for the description of complex systems [14,15].

Tsallis entropy has the form [13]:

$$S_{\tilde{q}} = -\sum_i (P_i^{\tilde{q}} \ln_{\tilde{q}}(P_i)) = (1 - \sum_i P_i^{\tilde{q}}) / (\tilde{q} - 1) \quad (1)$$

where \tilde{q} - measure is not extensiveness of the system and can take a value: $-\infty: +\infty$, i - systems status number, P_i - the probability of finding the system in state i , \sum_i - summing over all states.

Let's consider the interconnected information objects interacting within the framework of the Open System. An example research scheme for studying the behavior of interacting systems is presented in Figure 1.

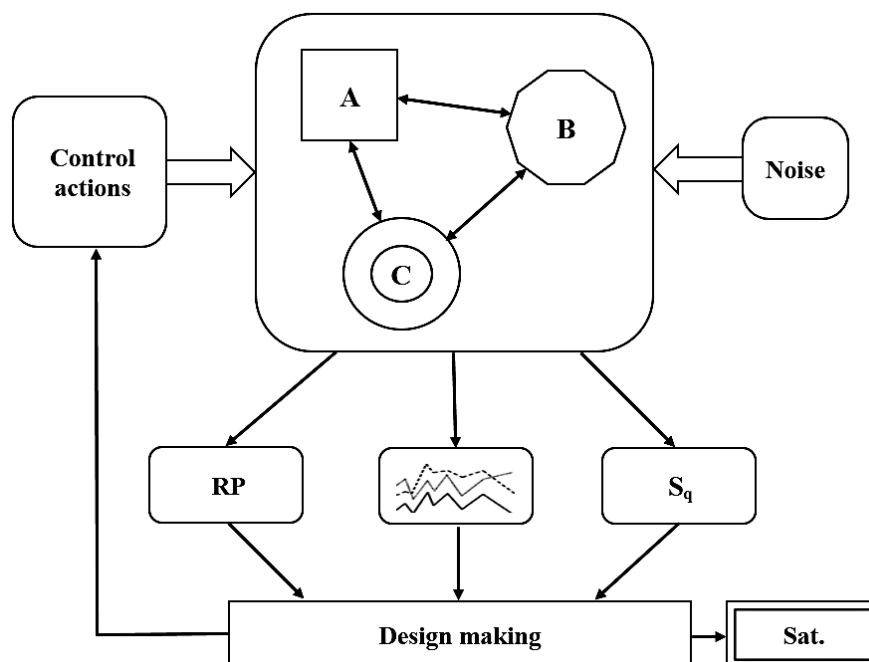


Figure 1. The structure of the study of the interactions of information objects, the management of their behavior, state analysis and decision making.

Presentation of interacting systems

As an example of interacting systems, the following were chosen:

A - Chen's hyperchaotic system following [16]:

$$\begin{cases} D_{x_1}^{q_1} = a_1(x_2 - x_1) + x_4, \\ D_{x_2}^{q_2} = \gamma x_1 - x_1 x_3 + c_1 x_2, \\ D_{x_3}^{q_3} = x_1 x_2 - b_1 x_3, \\ D_{x_4}^{q_4} = x_2 x_3 + d_1 x_4, \end{cases} \quad (2)$$

where $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 0.95$, the system parameters are $(a_1, b_1, c_1, d_1, \gamma) = (35, 3, 28, 7)$.

B - Rabinovitch-Fabrikant Fractional-order Rabinovitch-Fabrikant system following [17]:

$$\left. \begin{cases} \dot{x}_1 = x_2(x_3 - 1 + x_1^2) + \gamma x_1, \\ \dot{x}_2 = x_1(3x_3 + 1 - x_1^2) + \gamma x_2, \\ \dot{x}_3 = -2x_3(x_1 x_2 + \alpha), \\ \dot{x}_4 = -3x_3(x_2 x_4 + \delta) + x_4^2, \end{cases} \right\} \quad (3)$$

where $\alpha = 0.14, \gamma = 1.1, -0.01 \leq \delta \leq 7650$.

C - The four-dimensional integral-order hyperchaotic fractional Liu system [18]:

$$\begin{cases} \frac{d^\alpha x}{dt^\alpha} = a(y - x), \\ \frac{d^\alpha y}{dt^\alpha} = -kxz + bx + \vartheta, \\ \frac{d^\alpha z}{dt^\alpha} = dxy - cz, \\ \frac{d^\alpha \vartheta}{dt^\alpha} = -hy, \end{cases} \quad (4)$$

where $a = 10, b = 40, c = 2.5, d = 4, h = 5, k = 1$ and $\alpha = 0.9$.

As a control action, we apply fractional Levy flight [19,20].

The mathematical model of fractional Levy traffic will be expressed as [19]:

$$\tilde{A} = mt + (\bar{\sigma}m)^{1/2} L_{\alpha, H(t)}, \quad (5)$$

where $m > 0$ – is the mean input rate, $\bar{\sigma}$ is the scale factor, and $L_{\alpha, H(t)}$ is the fLm (fractional Levy motion) process.

Classical chimeric states are paradigmatic examples of partial synchronization schemes that arise in nonlinear dynamics. The state of the chimera is an intriguing and contradictory spatio-temporal state that has been and is at the center of active research over the past decade [21,22].

Research algorithm

Step 1. Figure 2 shows the resulting signal of interactions and interactions of chaotic systems Chen, Rabinovitch-Fabrikant and Liu:

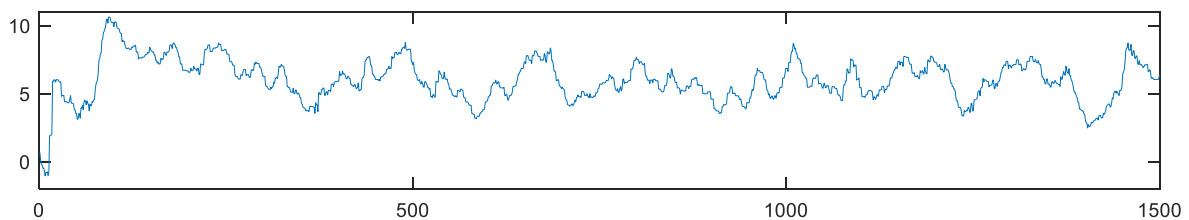


Figure 2. Signal of coupled systems.

Step 2. The effect of Noise and Control action is shown in Figure 3:

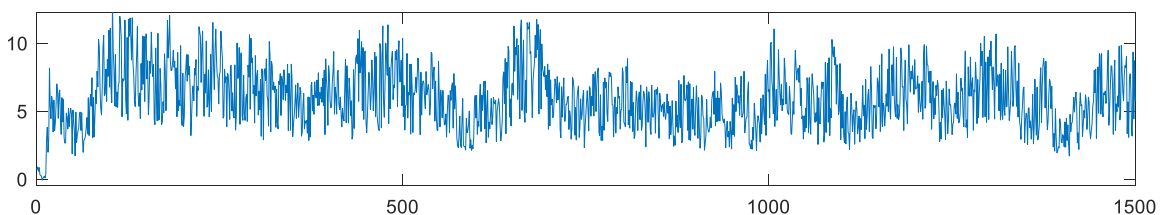


Figure 3. Result of control and noise influence.

The Poincare diagram of the resulting signal of the interactions of related systems and the influence of the

noise impact of Chimera and the corrective effect of Levi flight on their dynamics are shown in Figure 4:

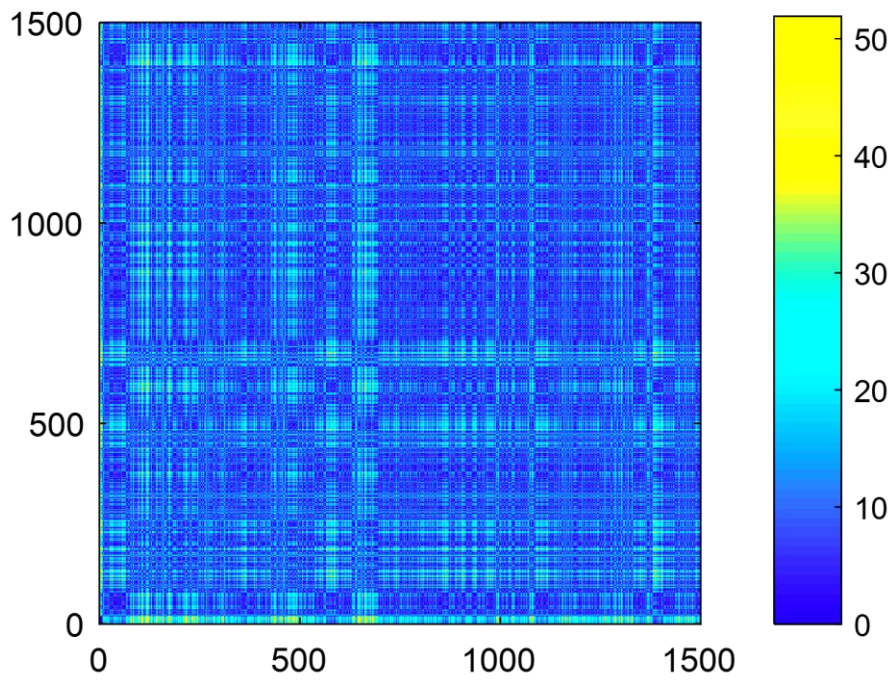


Figure 4. Recurrence plot of the resulting signal.

Step 3. An example of the selection of areas of interest by a decision maker on the characteristic features of the structure of the recurrence diagram - Figure 5:

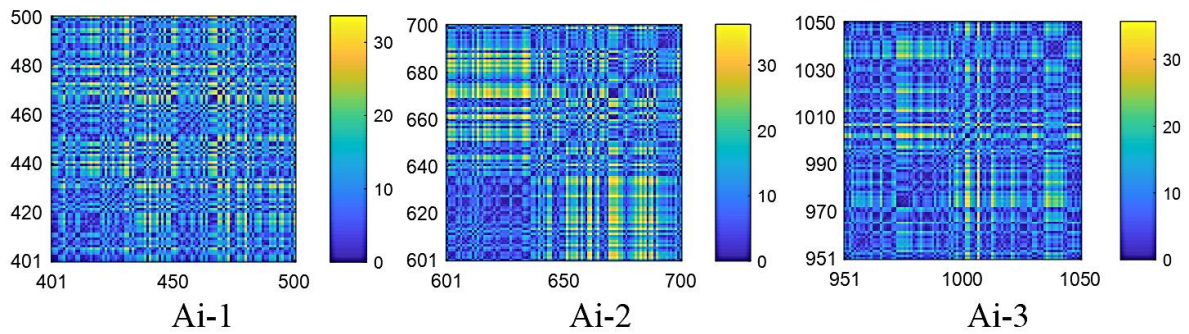


Figure 5. An example of the selection of areas of interest according to the characteristic features of the recurrence diagram.

Step 4. Calculation and demonstration of informative parameters of the selected AI (areas of interest), such as - Tsallis entropy, Lyapunov exponent and Stability indicator:

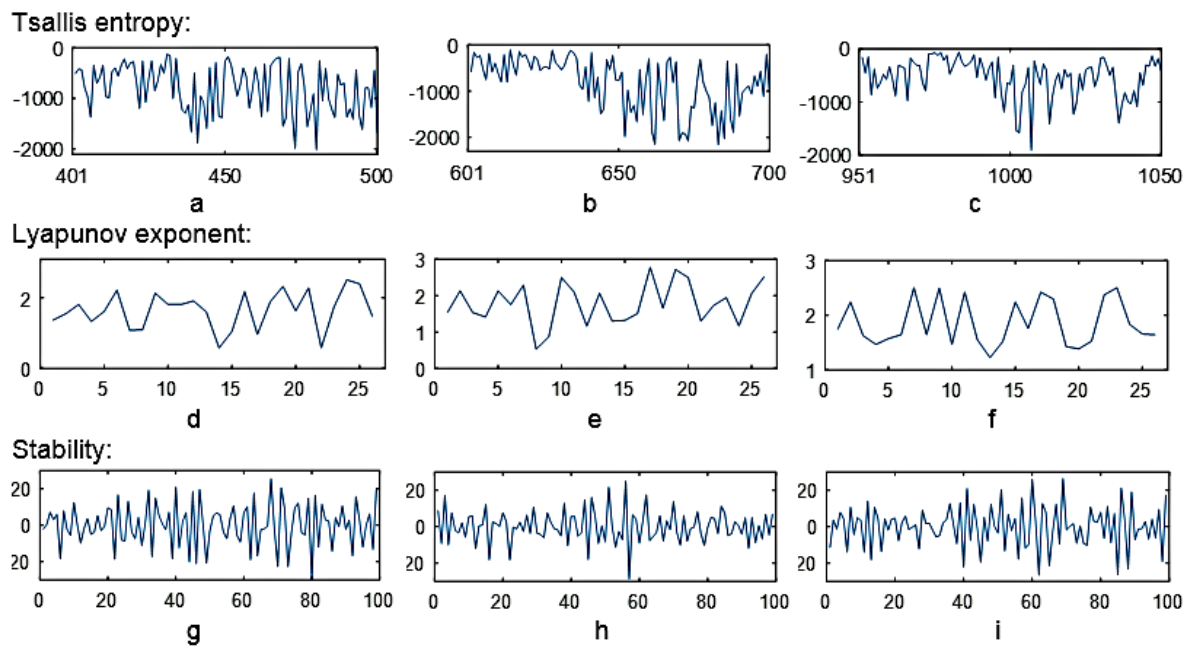


Figure 5. Calculation of informative parameters:
a, d, g - for AI-1, b, e, h – for AI-2, c, f, I – for AI-3.

Step 5. For each selected AI, we calculate the fractal dimensions:

$$D_{AI-1} = 1.6275; D_{AI-2} = 1.5559; D_{AI-3} = 1.6036.$$

The choice of control actions, as well as the allocation of areas of interest for modeling the research process is made by the researcher based on his reflective choice [23].

Conclusion

The example of analysis of interactions of chaotic systems presented in the article is accompanied by visualization of the stages of the research and is aimed at acquainting the reader with the possibilities of numerical modeling.

The information component of the analysis of the state of the system under study includes the Tsallis entropy, Lyapunov exponent, stability index, fractal dimensions, and can be supplemented by the researcher.

The proposed approach to the analysis of the behavior of interrelated objects allows, through the assessment of the dynamic indicators of the new structure, to make a decision on the choice of control actions to obtain a mode satisfying the requirements of the researcher.

References

1. Sprott J.C., Chaos and Time Series Analysis, Oxford University Press, Oxford, 2003. 507p.
2. Grigorenko I. and Grigorenko E. (2003). Chaotic dynamics of the fractional Lorenz system. Physical Review Letters, 91 (3): 034101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.91.034101>.
3. Ibedou I. and Miyata T. (2008). The theorem of Pontrjagin-Schnirelmann and approximate sequences. New Zealand Journal of Mathematics, 38: pp. 121-128.
4. Vladimírsky E.I., Ismailov B.I. Transient and recurrence processes in open system. International

Journal of Advanced and Applied Sciences (IJAAS), 4(10) 2017, pp.106-115.

5. Ismailov B.I. Analysis Simulation of Interaction Information in Chaotic Systems of Fractional Order. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS). 2017. Vol.4, issue 6. pp.85-91.

6. Ismailov B.I. Poincaré recurrence in open systems. Journal of Multidisciplinary Engineer in Science and Technology (JMEST). Vol. 3, ISSUE 9, 2016. Pp. 5565-5569.

7. Poincaré H. (1890) Sur la problem des trois corps et les équations de la dynamique. Acta Mathematica. 13: pp. 1–271.

8. Eckman J., Kamphorst S., Ruelle D., Recurrence Plots of Dynamical Systems, Europhysics Letters, 4 (9), 1987. Pp. 973-977.

9. Webber C.L., Zbilut J.P. Recurrence quantification analysis of nonlinear dynamical systems. Chapter 2. In: Riley MA, Van Orden G (eds) Tutorials in contemporary nonlinear methods for the behavioural sciences, pp. 26–92 <https://www.nsf.gov/pubs/2005/nsf05057/nmbs/nmbs.pdf>. Accessed 5 July 2018.

10. Ismailov B.I. Thermodynamic – Informational Paradigm in the Context of the Formation of a Mathematical Model of Transient Processes in an Open System. European Journal of Engineering Research and Science Vol. 2, No. 10, 2017. pp. 17-20.

11. Bruce Hobbs and Alison Ord. Nonlinear dynamical analysis of GNSS data: quantification, precursors and synchronization. Progress in Earth and Planetary Science. 2018. 35p.

12. Liu J and Teel AR. Hybrid systems with memory: modelling and stability analysis via generalized solutions. IFAC Proceedings, 2014. Volumes, 47(3): 6019-6024.

13. Tsallis C. and Ugur Timakli. Nonadditive entropy and nonextensive statistical mechanics- some

central concept and recent applications. Journal of Physics: Conference Series 201. 2010. – pp. 1-16.

14. Ismailov B.I. Analysis and Control of Dynamic Processes in Mechanical Parts of Power Equipment. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD). 2018. Pp. 347-352.

15. Vladimirovsky E.I., Ismailov B.I. Physics of Open System. Non-standard approaches in the context of studies of multidimensional coupled chaotic systems of fractional order. International Conference on Recent Innovations in Electrical, Electronics & Communication Engineering (ICRIEECE), IEEE Bhubaneswar Subsection. India. 2018. Pp. 229-230.

16. Hegari A.S., Matouk A.E. Dynamical behaviors and synchronization in the fractional order hyperchaotic Chen system. Applied Mathematics Letters 24, 2011. Pp. 1938-1944.

17. Srivastava M. and all. Chaos control of fractional order Rabinovich–Fabrikant system and synchronization between chaotic and chaos controlled fractional order Rabinovich–Fabrikant system. Applied Mathematical Modelling. Volume 38, Issue 13, 1 July 2014, Pp. 3361-3372.

18. Han Qiang, SunLei, Zhu Darui, Liu Chongxin. A four-dimension fractional order hyperchaotic system

derived from Liu-system and its circuit research. <http://www.paper.edu.cn>

19. Laskin N., Lambadaris I., Harmantris, Devetsikiotis M. Fractional Levy Motion and Its Applications to Network Traffic Modeling. [Text]. // Computer Networks, vol. 40, issue 3, 2002. Pp. 363-375. Doi>10.1016/S1389-1286(02)00300-6.

20. Dubkov A.A., Spagnolo B., Uchikin V.V.. L'evy Flight Superdiffusion: An Introduction. Bifurcation and Chaos: September 2008. DOI: 10.1142/S0218127408021877 · Source: DBLP.

21. Kuramoto Y. 1975. Self-entrainment of a population of coupled non-linear oscillators. Int. Symp. on Mathematical Problems in Theoretical Physics (Lecture Notes in Physics) ed H Araki (Berlin: Springer) pp. 420–422.

22. Murray Shanahan. Metastable chimera states in community-structured oscillator networks. Chaos 20, 013108. 2010.

23. Vladimirovsky E.I. Otobrazhenie printsipov refleksii v matematicheskoy modeli prinyatiya udovletvoritelnykh resheniy. Tr. IV Mezhd. Konferentsii «Identifikatsiya sistem i zadachi upravleniya», SICPRO'05. Moskva 25-28 yanvarya 2005. M.: Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN. 2005. Pp. 1681-1688.

УДК 664.723
ГРНТИ 65.29.29

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПРЯМОТОЧНОЙ СУШКИ ЗЕРНА

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.499](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.499)

Малин Николай Иванович

д-р техн. наук, профессор

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Российский государственный аграрный университет–

Московская сельскохозяйственная академия

имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва

MODELING OF THE KINETICS OF TWO-STAGE DIRECT-FLOW GRAIN DRYING

Malin Nikolay Ivanovich

dr tech. sciences, professorship

Federal state budget educational institution of higher education

«Russian state agrarian university–

Moscow Timiryazev agricultural academy», Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Отмечено, что в условиях двухступенчатой сушки, используемой в шахтных прямоточных зерносушилках, во вторую ступень (иначе, - во вторую зону сушки), поступает зерно с частично обезвоженной поверхностью и повышенной, в сравнении с начальным значением, температурой. Поэтому при описании кинетики двухступенчатой сушки возникают проблемы с использованием кинетических зависимостей, используемых для описания одноступенчатой сушки. Предложена и описана процедура моделирования кинетики двухступенчатой сушки зерна. Приведены примеры (с графическим сопровождением) практической реализации процедуры моделирования, показавшей достаточную для инженерных расчетов надежность.

ABSTRACT

It is noted that in the conditions of two-stage drying used in direct-flow mine dryers, in the second stage (otherwise, in the second drying zone), grain comes in with a partially dehydrated surface and an increased temperature in comparison with the initial value. Therefore, when describing the kinetics of two-stage drying, problems arise with the use of the kinetic dependences used to describe one-stage drying. A procedure for modeling the kinetics of two-stage drying of grain is proposed and described. Examples are given (with graphic support) of

the practical implementation of the modeling procedure, which has so far achieved sufficient reliability for engineering calculations.

Ключевые слова: моделирование, прямоточная сушка, одноступенчатая и двухступенчатая сушка, восходящие и нисходящие режимы сушки, кривая сушки зерна, термограмма.

Keywords: modeling, straight-through dryers, single stage dryer, double stage dryer, ascending and descending modes of drying, curve drying grain, thermogram.

Понятие «прямоточная сушка» идентично сушке зерна в так называемых шахтных прямоточных зерносушилках непрерывного действия, нашедших широкое распространение на хлебоприемных, зерноперерабатывающих предприятиях и в сельскохозяйственном производстве [2, с. 14].

Согласно действующей Инструкции по сушке [1] режим сушки зерна в шахтных прямоточных зерносушилках непрерывного действия принято характеризовать предельной температурой нагрева зерна (определяемой его термоустойчивостью применительно к конструктивным особенностям зерносушилки) и предельной температурой агента сушки. Остальные параметры (толщина слоя зерна, продолжительность пребывания его в зонах сушки, скорость агента сушки и т.д.) учитываются конструкцией зерносушилки и в понятие режима сушки не входят. При этом, в условиях сушки зерна в шахтных прямоточных зерносушилках, можно применять режимы с равномерным подводом теплоты на всем протяжении процесса (так называемые одноступенчатые режимы) и режимы, либо с увеличением теплового потока по ходу процесса (двухступенчатые восходящие режимы), либо с уменьшением теплового потока (двухступенчатые нисходящие режимы) [4, с. 12-13].

Применение двухступенчатых восходящих режимов сушки обосновано тем, что по мере обезвоживания зерна термоустойчивость его повышается, в результате чего возможно повышение температуры агента сушки, а следовательно, и температуры зерна на завершающих этапах пребывания его в сушилке. Использование двухступенчатых нисходящих режимов обосновано тем, что на начальной стадии процесса сушки температура зерна не может превысить температуру «мокрого» термометра (температуру испаряющейся жидкости) и, следовательно, можно использовать агент сушки повышенной температуры. По мере обезвоживания поверхности зерна температура его начинает расти и, следовательно, на завершающих этапах сушки температуру агента сушки следует понизить.

Для шахтных прямоточных зерносушилок инструктивно узаконено применение одноступенчатых и двухступенчатых восходящих режимов. Применять в этих сушилках двухступенчатые нисходящие режимы для большинства культур не рекомендуется вследствие возможного значительного перегрева плотного малоподвижного слоя зерна при подводе к нему на начальных этапах сушки высокотемпературного агента сушки (исключение составляет зерно риса, для которого, с целью предотвращения явления

трещинообразования, рекомендуется, использование нисходящих двухступенчатых режимов сушки).

Анализ действующих одноступенчатых режимов сушки зерна в шахтных прямоточных зерносушилках показал, что их значения установлены Инструкцией либо в привязке к первой (1с) или второй (2с) зоне сушки, либо определены (на примере зерна мягкой пшеницы 2, 3 и 4 классов) как полусумма температур $t_{1с}$ и $t_{2с}$, рекомендуемых Инструкцией для двухступенчатой сушки в 1с и 2с зонах сушки.

При проведении натуральных исследований кинетику сушки зерна (как и любых других влажных материалов) принято характеризовать совокупностью трех кривых: кривая сушки (абсолютная влажность, то есть влажность в расчете на массу сухого вещества зерна, как функция времени); температурная кривая (температура зерна, как функция его абсолютной влажности), или, как вариант – термограмма (температура зерна, как функция времени); кривая скорости сушки (скорость сушки, как функция абсолютной влажности зерна). Для построения кривых сушки и термограмм используются функциональные временные зависимости, соответственно абсолютной влажности и температуры материала. Для построения кривых скорости сушки проводится обработка кривых сушки по специальной методике.

В условиях моделирования процесса одноступенчатой сушки зерна (то есть при наличии соответствующих математических моделей), процедура построения кривых сушки и термограмм не вызывает проблем. Что же касается двухступенчатой сушки, то здесь возникают определенные проблемы, связанные с тем, что во вторую ступень (иначе – во вторую зону сушки) поступает зерно с частично обезвоженной поверхностью и с более высокой (чем на начальном этапе сушки) температурой. Таким образом, сложность моделирования процесса двухступенчатой сушки заключается в отсутствии для этого соответствующего алгоритма [3, с. 9].

При обосновании алгоритма процедуры моделирования кинетики двухступенчатой сушки, автором, в качестве критерия надежности, было решено использовать кривые сушки и термограммы зерна при среднем значении температуры агента сушки $t_{ср}$ ($^{\circ}C$), то есть в условиях использования одноступенчатого режима сушки в 1с и 2с зонах сушки.

Значение последней, с учетом позонных температур $t_{1с}$ и $t_{2с}$, скорости агента сушки на входе в подводящие корпуса $U_{п.к.1с}$ и $U_{п.к.2с}$, а также соответствующих значений чисел рядов

подводящих коробов в 1с и 2с зонах сушки $n_{р.п.к.1с}$ и $n_{р.п.к.2с}$, можно, с достаточной степенью точности,

определить по упрощенному соотношению [5, с. 128]

$$t_{cp} = \frac{t_{1с} v_{п.к.1с} n_{р.п.к.1с} + t_{2с} v_{п.к.2с} n_{р.п.к.2с}}{v_{п.к.1с} n_{р.п.к.1с} + v_{п.к.2с} n_{р.п.к.2с}} \quad (1)$$

Использование соотношения (1) предполагает приведение значений скорости агента сушки к стандартным для вентиляционной техники условиям, при температуре $t_{1с} = t_{2с} = 20$ °С и неизменной плотности ρ (кг / м³). При расчетах, требующих высокой точности, значения скорости агента сушки $v_{п.к.1с}$ и $v_{п.к.2с}$ в соотношении (1) следует заменить массовыми расходами $(v\rho)_{п.к.1с}$ и $(v\rho)_{п.к.2с}$ (кг / [м²·с]), в том числе с учетом влагосодержания d (г / кг) агента сушки.

Включение фактического значения средней температуры агента сушки t_{cp} в формулы, описывающие кинетику процесса обезвоживания и нагрева зерна [6, с. 67, 75, 162-163], предположительно позволяет получать примерно одинаковые значения параметров зерна по влажности и температуре на выходе из 2с зоны сушки в условиях одноступенчатой (при t_{cp}) и двухступенчатой сушки при $t_{(1с+2с)}$.

Для того, чтобы получить описание кинетики процесса обезвоживания зерна в условиях двухступенчатой сушки, то есть в условиях перехода от температуры $t_{1с}$ (в 1с зоне сушки) к температуре $t_{2с}$ (в 2с зоне сушки), необходимо последовательно провести следующие расчеты:

по заданным значениям начальных и конечных значений абсолютной влажности зерна, рассчитать время пребывания его отдельно в 1с и 2с зонах сушки (то есть, соответственно $\tau_{1с}$ и $\tau_{2с}$, мин) при использовании t_{cp} , и общее время пребывания зерна в обеих зонах сушки $\tau_{(1с+2с)}$, мин;

по уравнению кинетики обезвоживания рассчитать текущие значения абсолютной влажности зерна при температурах $t_{1с}$ и $t_{2с}$, как функции времени $\tau_{1с}$, с получением соответствующих значений абсолютной влажности $w^c_{1с}$, при $t_{1с}$ и $t_{2с}$, то есть на выходе из 1с зоны сушки;

по абсолютной разности влажности $w^c_{1с}$ в условиях использования агента сушки с температурами $t_{2с}$ и $t_{1с}$, определить значение поправки на влажность $\Delta w_{(1с-2с)}$ (%);

внести полученную поправку $\Delta w_{(1с-2с)}$ в уравнение кинетики обезвоживания и рассчитать текущие значения абсолютной влажности зерна, как функцию температуры $t_{2с}$, приняв в качестве начала процесса значение абсолютной влажности зерна $w^c_{1с}$, полученной при температуре $t_{1с}$, с точкой отсчета продолжения времени от $\tau_{1с}$ до $\tau_{(1с+2с)}$.

Для обоснования надежности изложенного алгоритма моделирования кинетики обезвоживания зерна, последовательно были

проведены (на примере шахтной прямоточной зерносушилки типа ДСП-32) следующие расчеты:

рассчитана кинетика обезвоживания зерна пшеницы со слабой клейковиной (абсолютная влажность $w^c_0 = 25.00\%$; температура $\theta_0 = 5.0$ °С) в условиях использования агента сушки с температурой: $t_{1с} = 130$ °С; $t_{2с} = 150$ °С; $t_{cp} = 137.4$ °С в течение времени пребывания зерна в 1с и 2с зонах сушки, то есть при $\tau_{(1с+2с)}$; установлено значение абсолютной влажности зерна на выходе из 2с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой

$$t_{cp} = 137.4 \text{ °С};$$

$$w^c_{2с} = 17.08\%;$$

определено значение абсолютной влажности зерна на выходе из 1с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой $t_{1с} = 130$ °С:

$$w^c_{1с} = 19.43\%;$$

определено значение абсолютной влажности смеси зерна на выходе из 1с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой

$$t_{2с} = 150 \text{ °С}; w^c_{1с} = 18.12\%;$$

рассчитана поправка на влажность:

$$\Delta w_{(1с-2с)} = 19.43 - 18.12 = 1.31\%;$$

рассчитана, с учетом поправки $\Delta w_{(1с-2с)}$, кинетика обезвоживания зерна в 2с зоне сушки в условиях использования агента сушки с температурой $t_{2с} = 150$ °С от начальной влажности $w^c_{1с} = 18.12\%$, определено значение абсолютной влажности зерна на выходе из 2с зоны сушки: $w^c_{2с} = 17.32\%$;

определена сравнительная относительная погрешность методов определения конечных значений абсолютной влажности зерна в условиях одноступенчатой и двухступенчатой сушки, то есть при температурах агента сушки t_{cp} и $t_{(1с+2с)}$:

$$\delta_w = |17.08 - 17.32| \cdot 100 / 17.08 = 1.40\%.$$

Результаты проведенных расчетов кинетики обезвоживания зерна в условиях одноступенчатой и двухступенчатой сушки приведены на рис. 1 и 2.

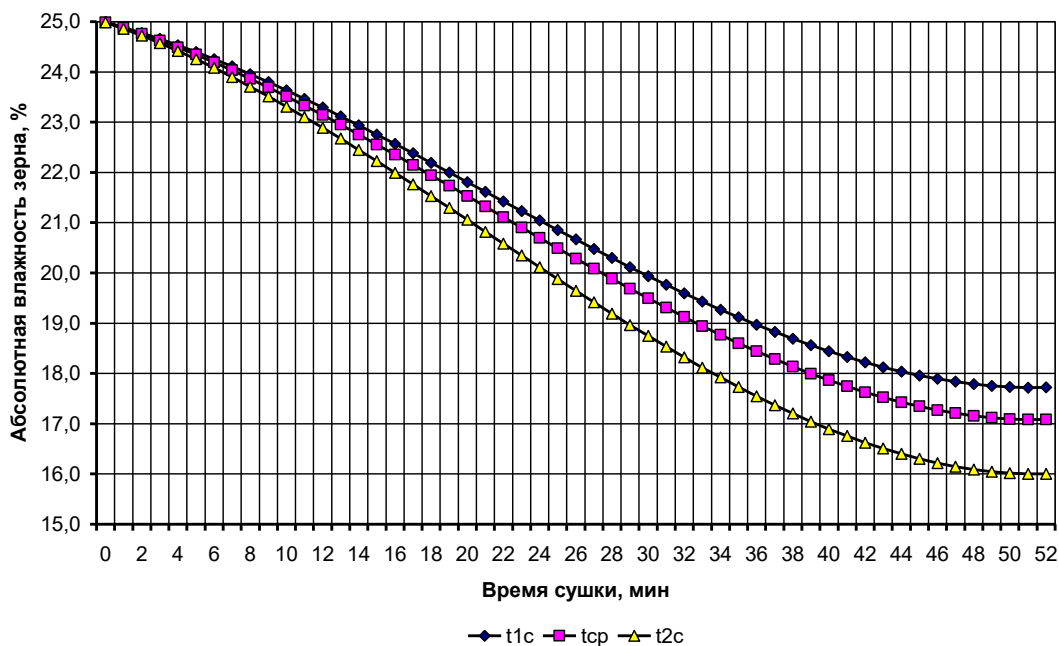


Рисунок 1. Кривые сушки зерна пшеницы в 1с и 2с зонах сушки шахтной прямоточной зерносушилки в условиях использования одноступенчатых режимов

Для того, чтобы получить описание кинетики процесса нагрева зерна в условиях двухступенчатой сушки, то есть в условиях перехода от температуры t_{1c} (в 1с зоне сушки) к температуре t_{2c} (в 2с зоне сушки), необходимо последовательно, с учетом вышеприведенных исходных данных, провести следующие расчеты:

по уравнению кинетики нагрева рассчитать текущие значения температуры зерна при температурах t_{1c} и t_{2c} , как функции времени τ_{1c} , с получением соответствующих значений температуры θ_{1c} ($^{\circ}\text{C}$), то есть на выходе из 1с зоны сушки;

по абсолютной разности полученных при τ_{1c} значений температуры зерна при использовании агента сушки с температурами t_{2c} и t_{1c} , определить значение температурной поправки $\Delta\theta_{(1c-2c)}$ ($^{\circ}\text{C}$);

внести полученную температурную поправку $\Delta\theta_{(1c-2c)}$ в уравнение кинетики нагрева и рассчитать текущие значения температуры зерна, как функцию $\tau_{(1c+2c)}$ при температуре t_{2c} , приняв в качестве начала процесса значение температуры зерна θ_{1c} , полученной при температуре t_{1c} , с точкой отсчета продолжения времени от τ_{1c} до $\tau_{(1c+2c)}$.

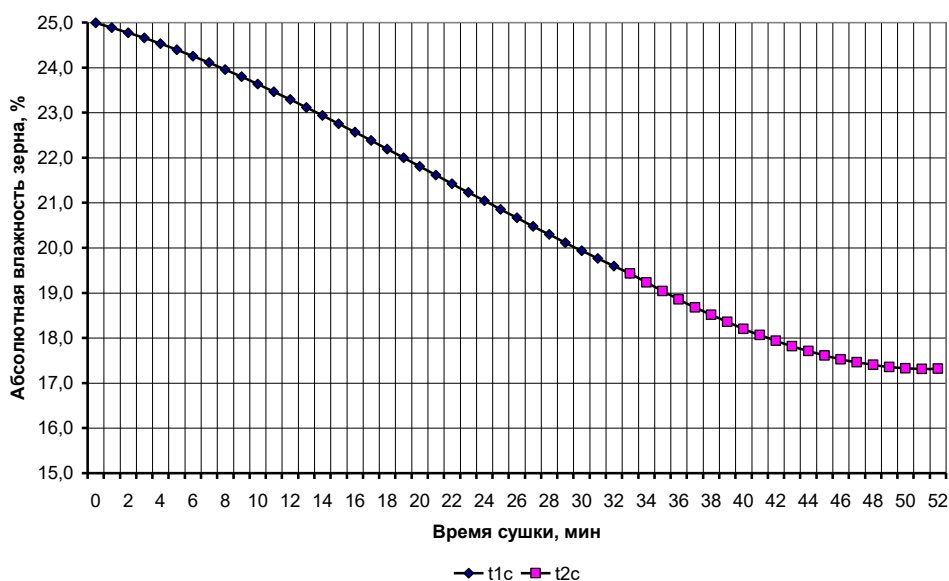


Рисунок 2. Кривые сушки зерна пшеницы в 1с и 2с зонах сушки шахтной прямоточной зерносушилки в условиях использования двухступенчатого режима

Для обоснования надежности изложенного алгоритма моделирования кинетики нагрева зерна, последовательно были проведены (при вышеописанных условиях) следующие расчеты:

рассчитана кинетика нагрева зерна пшеницы (абсолютная влажность $w^c_0 = 25.00\%$; температура $\theta_0 = 5.0$ °С) в условиях использования агента сушки с температурой: $t_{1c} = 130$ °С; $t_{2c} = 150$ °С; $t_{cp} = 137.4$ °С в течение времени пребывания смеси зерна в 1с и 2с зонах сушки, то есть при $\tau_{(1c+2c)} = 52$ мин; установлено значение температуры зерна на выходе из 2с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой $t_{cp} = 137.4$ °С:

$$\theta_{2c} = 59.5$$
 °С;

определено значение температуры зерна на выходе из 1с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой $t_{1c} = 130$ °С:

$$\theta_{(t_{1c})} = 44.47$$
 °С;

аналогично определено значение температуры зерна на выходе из 1с зоны сушки в условиях использования агента сушки с температурой

$$t_{2c} = 150$$
 °С: $\theta_{(t_{2c})} = 52.36$ °С;

по абсолютной разности значений температуры зерна, полученных при использовании агента сушки с температурами t_{2c}

(при τ_{1c}) и t_{1c} (при τ_{1c}), рассчитана температурная поправка: $\Delta\theta_{(2c-1c)} = 52.36 - 44.47 = 7.89$ °С;

рассчитана, с учетом поправки на температуру $\Delta\theta_{(2c-1c)}$, кинетика нагрева зерна в 2с зоне сушки в условиях использования агента сушки с температурой $t_{2c} = 150$ °С, определено значение температуры зерна на выходе из 2с зоны сушки: $\theta_{2c} = 58.08$ °С;

определена сравнительная относительная погрешность методов определения конечных значений температуры зерна в условиях одноступенчатой и двухступенчатой сушки, то есть при температурах агента сушки t_{cp} и $t_{(1c+2c)}$:

$$\delta_\theta = |59.5 - 58.08| \cdot 100 / 59.5 = 2.39\%.$$

Результаты проведенных расчетов кинетики нагрева зерна в условиях одноступенчатой и двухступенчатой сушки приведены на рис. 3 и 4.

Основные результаты и выводы:

предложен алгоритм описания кинетики двухступенчатой сушки влажных материалов при $t_{(1c+2c)}$, надежность которого, в сравнении с одноступенчатыми режимами сушки зерна пшеницы в шахтной прямооточной зерносушилке при t_{cp} , подтверждена допустимыми для инженерных расчетов погрешностями конечных значений влажности ($\delta_w = 1.40\%$) и температуры зерна ($\delta_\theta = 2.39\%$);

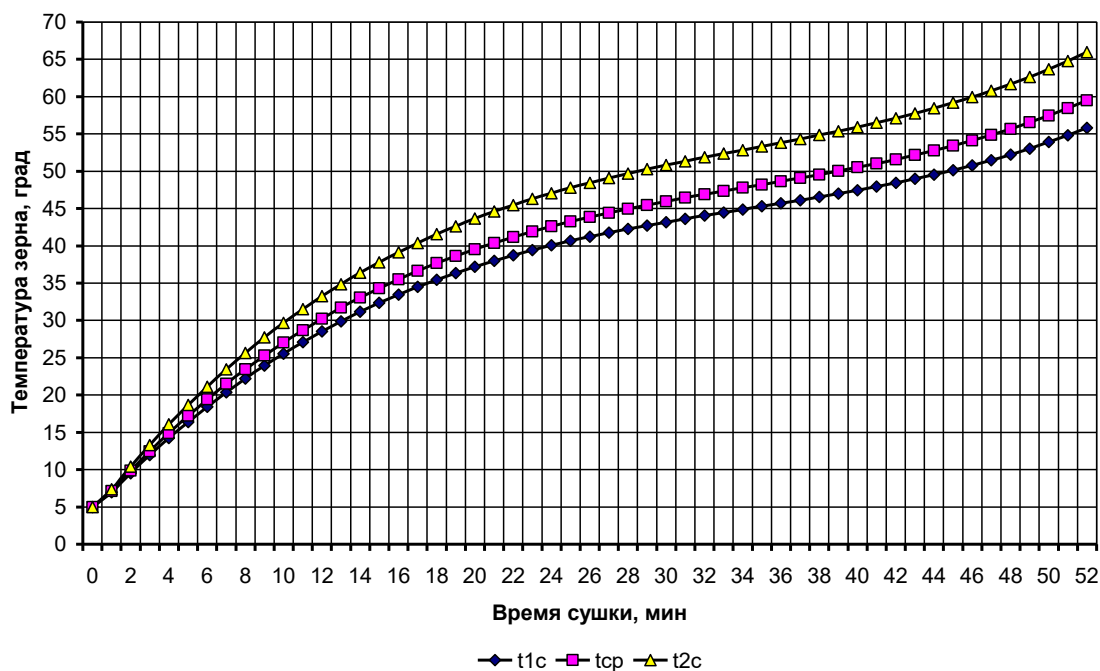


Рисунок 3. Термограммы зерна пшеницы в 1с и 2с зонах сушки шахтной прямооточной зерносушилки в условиях использования одноступенчатых режимов

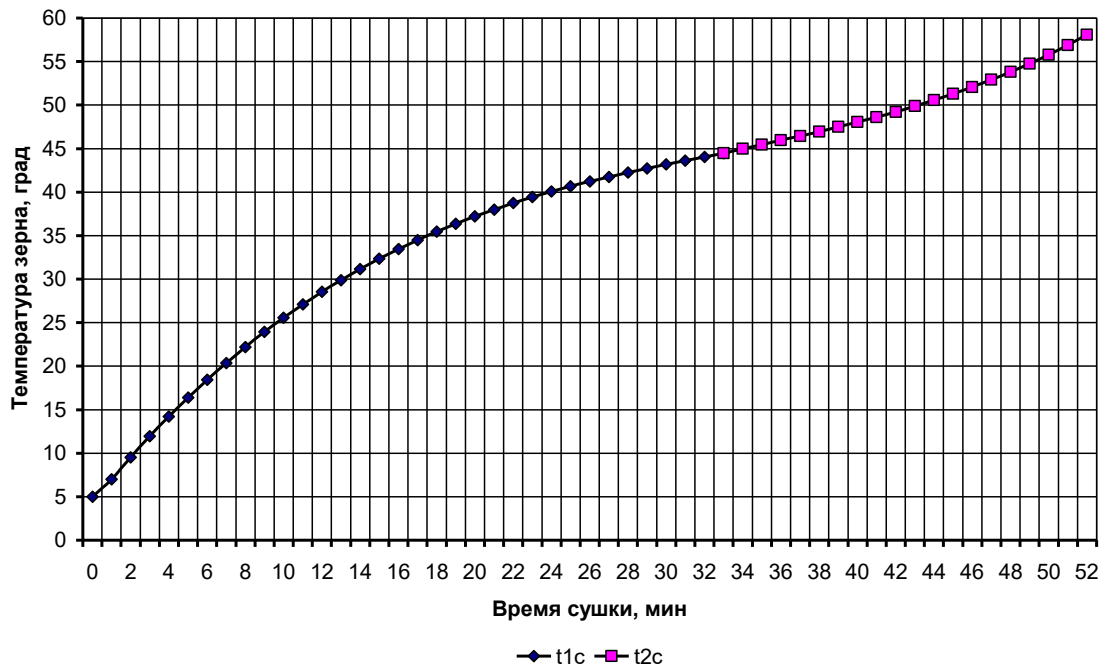


Рисунок 4. Термограммы зерна пшеницы в 1с и 2с зонах сушки шахтной прямоточной зерносушилки в условиях использования двухступенчатого режима

предложенный алгоритм описания кинетики двухступенчатой сушки можно использовать для построения оптимальных (в том числе не только по предельной температуре нагрева зерна, но и энергосберегающих) режимов сушки влажных материалов в условиях меняющихся позонных значений не только температуры и скорости (как вариант, массового расхода), но также и других параметров (например, влагосодержания) агента сушки.

Список литературы

1. Инструкция по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок № 9-3-82. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1982. – 61 с.

2. Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна / Н.И. Малин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.

3. Малин, Н.И. Моделирование кинетики двухступенчатой рециркуляционной сушки зерна / Н.И. Малин // Международный технико-экономический журнал. – Москва, 2019. № 4. – С. 7-14.

4. Малин, Н.И. Энергосбережение в теплотехнологиях АПК: учеб.-метод. пособие / Н.И. Малин. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 124 с.

5. Малин, Н.И. Шахтная зерносушилка с одним и двумя контурами рециркуляции, как объект управления процессом сушки / Н.И. Малин // Сборник: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы УП международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А. – Саратов: 2016. – С. 124-130.

6. Малин, Н.И. Энергосберегающая сушка зерна: учеб. пособие / Н.И. Малин. – М.: КолосС, 2004. – 240 с.

**ИГРЫ НА ЗАНЯТИЯХ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ДОШКОЛЬНЫХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ***Мендом Эреса Владимировна**врач ординатор кардиолог терапевт,
Московский областной научно-исследовательский клинический институт
им. М.Ф.Владимирского
г. Москва Россия***GAMES IN THE CLASSROOM PHYSICAL THERAPY IN PRESCHOOL EDUCATIONAL
INSTITUTIONS***Mendot Eresa Vladimirovna**physician cardiologist therapist,
Moscow regional research Institute clinical Institute. M. F. Vladimirska
Moscow Russia.***АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается особая роль народных игр в воспитании детей в дошкольных образовательных учреждениях на занятиях лечебной физической культуре, которые являются методом вовлечения детей в творческую деятельность, методом стимулирования их двигательной активности, играя укрепляет свои мускулы, овладевает новыми умениями, освобождается от избытка энергии, учится решать свои проблемы, общаться с другими детьми.

ANNOTATION

The article considers the special role of folk games in the education of children in preschool educational institutions in the classroom of therapeutic physical culture, which are a method of involving children in creative activity, a method of stimulating their motor activity, playing strengthens their muscles, acquires new skills, is freed from excess energy, learns to solve their problems, communicate with other children.

Ключевые слова: здоровье, народные игры, лечебная физическая культура, физическая культура, физическое развитие, активность, народ, традиция, воспитание.

Keywords: health, folk games, therapeutic physical culture, physical culture, physical development, activity, people, tradition, education.

Народные игры являются неотъемлемой частью интернационального, художественного, духовно-нравственного воспитания подрастающего поколения, которые эффективны в физическом воспитании детей в настоящее время. Народные подвижные игры представляют собой сознательную инициативную деятельность, направленную на достижение определенной цели, которая складывается на основе национальных традиций и учитывает культурные, социальные и духовные ценности народа [1, С.45-49].

Каждая национальная, этническая и культурная группа обладает настоящим сокровищем – народными (традиционными) детскими играми, сохраняющими в настоящее время большую культурную и образовательную ценность. Детские игры являются составной частью традиций каждого народа, которые актуальны для подрастающего поколения. Использование народных игр на занятиях лечебно-физической культуры позволит наиболее полно приобщить ребёнка к традициям своего народа, народной культуре, позволяет воспитать поколение людей, осознающих себя в непрерывном контексте истории, связанных с прошлым, настоящим и будущим своей культуры, участников мирового культурно-исторического процесса, проживающих на определенном географическом пространстве.

Говоря об относительной самостоятельности тувинских и русских народных игр и развлечений,

следует учесть, что одну и ту же игру можно использовать как для обучения двигательному навыку, так и для развития координационных и кондиционных способностей. Иначе говоря, по своему воздействию применяемые на занятиях лечебной физической культуры тувинские и русские народные игры носят в значительной мере генерализованный характер. Умелое использование национальных игр на занятиях лечебно-физической культуры, их сочетание с другими элементами и средствами обучения – отличительная черта хорошо организованного учебного процесса [2].

Эффективность применения элементов народной культуры зависит от методического и организационного обеспечения занятий лечебно-физической культуры. Поэтому первое обязательное условие построения занятия – четкая организация и разумная дисциплина, основанная на точном соблюдении команд и указаний учителя или педагога. Второе условие – обеспечение преемственности при разучивании тувинских, русских народных игр. Наконец, третье условие – строгое соблюдение общих дидактических принципов.

На занятиях лечебно-физической культуры предпочтительней игры с умеренной подвижностью. Наиболее подходящими для них являются русские и тувинские народные игры – перебежки, например, наиболее яркая и

впечатляющая тувинская подвижная игра - «Аскак кадай» (хромая старушка или баба-яга). Участвуют персонажи – «Аскак-кадай» (хромая старушка), авазы (мать) и уруглары (дети).

Суть игры заключается в следующем: авазы защищает своих «детей», которые прячутся за её спиной, а аскак-кадай (баба-яга) пытается их поймать. Здесь требуется ловкость и проворство с обеих сторон: авазы – защитница детей, аскак-кадай – злая сила, пытающаяся отнять их у неё [2, С.3-5].

Например: татарская народная игра «Аскак дилги» (хромая лиса) по содержанию схожа с тувинской игрой «Аскак кадай» (хромая старуха или баба-яга). Один из ребят – «хромая лиса», другой – «хозяин дома» - медведь (адыг), все остальные дети – куры (дагаа). «Хозяин дома» - в кругу, рядом с которым - большой круг - «курятник». «Лиса» - за чертой, в «норе».

От своей норы лиса на одной ноге допрыгивает к «хозяину дома». Лиса и медведь заводят разговор.

-Ты куда, лиса хромая, Темной ночью ковляешь?

- Бабка ждет меня родная, Разве ты о том не знаешь?

- А зачем к ней торопиться? - Шубка сушится на печке.

- А если шубка загорится? - Окуну я шубу в речку.

- Вдруг умчит ее вода? - Трудно будет мне тогда.

- Ну, а как, лиса хромая, - Ты без шубы проживешь?

- Не тревожься, спи, хозяин, Как проснешься, ты поймешь!

«Хозяин дома» укладывается спать, а лиса прыгает к курятнику. Куры просыпаются и разбегаются в разные стороны, а лиса, прыгая на одной ноге, старается кого-нибудь запятнать. Кого запятнают, тот становится лисой [3, С.59].

По содержанию все народные игры классически лаконичны, выразительны и доступны ребенку. Они вызывают активную работу мысли, способствуют расширению кругозора, уточнению представлений об окружающем мире, совершенствованию всех психических процессов, стимулируют переход детского организма к более высокой ступени развития. Именно поэтому игра признана ведущей деятельностью ребенка [5]. Все свои жизненные впечатления и переживания дети отражают в условно - игровой форме, способствующей конкретному перевоплощению в образ «Аскак кадай» (хромая старуха), «Хромая лиса» (аскак дилги). Игровая ситуация увлекает и воспитывает ребенка, а встречающиеся в некоторых играх зачины, диалоги непосредственно характеризуют персонажей и их действия, которых нужно умело подчеркнуть в образе, что требует от детей активной умственной деятельности.

Воспитательное значение игр огромно отмечает В.В. Ягодин, что созданное самим народом и основанное на народных началах, имеет ту воспитательную силу, которой нет в лучших системах, основанных на абстрактных идеях или заимствованных у другого народа. Необходимо обратить внимание на народные игры, проработать этот богатый источник организовать их и создать из них превосходное и могущественное воспитательное средство. Игры, которые дети заимствуют друг у друга и детей старшего возраста, называются народными [5].

Воспитательное значение игры «Аскак дилги» (хромая лиса): не доверять незнакомым людям. Яркой чертой культуры каждого народа являются созданные им игры. На протяжении веков эти игры сопутствуют повседневной жизни детей и взрослых, вырабатываются особые черты менталитета, важные личностные качества, отражающие общественное устройство нации.

Таким образом, можно сделать вывод, что народные игры эффективны на занятиях лечебно-физической культуры, а также они имеют оздоровительное, воспитательное и образовательное значение и доступны детям самого разного возраста. Они улучшают физическое развитие ребенка, благотворно воздействуют на центрально-нервную и сердечнососудистую системы и обмен веществ, которые укрепляют здоровье детей

Список использованной литературы

Мендот Эмма Э., Ондар О.Ч., Мендот ИнгаЭ., Мендот Элла Э. Тувинская фольклорная игра «кажык» на больших переменах учащихся в начальных классах с ослабленным здоровьем // Colloquium-journal №7 (31), 2019. - Część 3. - (Warszawa, Polska). – С.45-49.

Мендот Элла Э. Тувинские народные (традиционные) игры для детей старшего дошкольного возраста / Элла Э. Мендот, А.В.Гаськов. – Кызыл, 2011. – 72с.

Мендот Инга Эрес-ооловна, Мендот Эмма Эрес-ооловна, Мендот Элла Эрес-ооловна. Отражение некоторых древних традиций в подвижных играх молодежи тувинского народа // Международный научно-исследовательский журнал «Успехи современной науки». Том 1, №3, 2017. – Белгород: «Эпицентр», 2017. – С.59-63.

Степаненкова Э.Я. Теория и методика физического воспитания и развития ребенка: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Э.Я. Степаненкова. - 2-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. – С.101-104.

Ягодин В.В. Народные традиции в физической культуре / В.В. Ягодин. – Екатеринбург, 1992. – С.3-7;41-67.

УДК 621.313
ГРНТИ 45.29

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Никаноров Анатолий Вадимович

Канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры
«Компьютерные системы и сети» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва.

Никаноров Вадим Борисович

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Автоматизация полиграфического производства» Мосполитеха,
г. Москва

UDC 621.313
Grnti 45.29

COMPUTER SIMULATION OF FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS MOTOR

Nikanorov A.V.,

Nikanorov V. B.

Moscow Polytechnic University, Moscow, str. Pryanishnikova, 2A.

АННОТАЦИЯ

Цель - в определении параметров серийных АД для моделирования, в создании простой, но обладающей достаточной точностью модели, в исследовании электромеханических характеристик АД при основных законах частотного регулирования на выбранной модели. Получены результаты не противоречащие теоретическим данным.

ABSTRACT

The aim is to determine the parameters of serial AD for modeling, to create a simple but sufficiently accurate model, to study the Electromechanical characteristics of AD under the basic laws of frequency control on the selected model. The results do not contradict the theoretical data.

Ключевые слова: Асинхронный двигатель, частотное регулирование.

Keyword: Induction motor, frequency control

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод [1] находит широкое применение в полиграфии [2]: большинство новых полиграфических машин выпускается с этим приводом, стоит задача перевода электропривода постоянного тока старых полиграфических машин на асинхронный привод.

В [4] на примере полиграфической печатной машины МДС-280 показана эффективность такой замены.

Экономические преимущества. Штатный электропривод постоянного тока с тиристорным преобразователем мощностью 4 кВт и номинальной частотой вращения – 1500 об/мин стоит примерно 32 тыс. руб. Привод заменили серийным асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором мощностью 5,5 кВт и частотным преобразователем (LG Is5 5,5 кВт). Стоимость примерно (2,5+24) тыс. руб. Экономия 5-6 тыс. руб.

Технические преимущества. Надёжность привода и асинхронного двигателя позволяет избежать почти ежегодных ремонтов с простоями. После замены операторы печатных машин и механики отметили повышение плавности движений, качества печати и намотки рулонов.

Снизился потребляемый станком ток, что позволило экономить до 30% электроэнергии.

В связи с указанным студенты должны иметь представление об основных законах частотного регулирования АД, о статических и динамических характеристиках привода.

Цель статьи состояла в определении параметров серийных АД для моделирования, в создании наиболее простой, но обладающей достаточной точностью модели, в исследовании электромеханических характеристик АД при основных законах частотного регулирования на выбранной модели.

При моделировании использовали известную Т - образную схему замещения АД [1].

Точный расчет по паспортным данным АД параметров схемы замещения является трудоёмкой задачей. Поэтому приведенные ниже формулы [3] не претендуют на высокую точность, но достаточны для качественного моделирования АД в рамках лабораторной работы по частотному приводу. Принимают, что механические и магнитные потери не превосходят 0,01 – 0,05 от номинальной мощности (меньшие цифры для двигателей большей мощности).

При этом приведенное активное сопротивление ротора:

$$R_p = \frac{(1.01 \dots 1.05)P_H}{3I_H^2 \frac{1-s_H}{s_H}}$$

где P_H – полезная номинальная мощность, I_H – номинальный ток фазы, s_H – номинальное скольжение - паспортные данные АД.

Активное сопротивление фазы статора находим из полных потерь, пренебрегая потерями в магнитопроводе и добавочными потерями

$$R_1 = \frac{P_H(1-\eta)}{3I_H^2\eta} - R_p C^2 - \frac{(1.01 \dots 1.05)P_H}{3I_H^2}$$

где η_n – номинальный КПД, $C=1,01..1,05$.

Индуктивность рассеяния ротора и статора находим из полного сопротивления фазы при пуске (намагничивающим током пренебрегаем, он существенно меньше пускового тока):

$$Z = \frac{U_1 C}{k_i I_H}$$

где U_1 – напряжение фазы, k_i – кратность пускового тока – паспортные величины.

Индуктивные рассеяния статора и ротора (эти сопротивления практически равны [3])

$$X_{1\sigma} = X_{p\sigma} = \sqrt{Z^2 - (R_1 C + R_p C^2)^2}$$

$$L_{1\sigma} = L_{p\sigma} = \frac{1}{\omega_1} \sqrt{\left(\frac{U_1}{k_i I_H}\right)^2 - (R_1 C + R_p C^2)^2}$$

где $\omega_1=2\pi f_1$ 1/c, f_1 – частота питания, Гц.

Индуктивность статора приближенно может быть найдена из выражения для реактивной мощности фазы:

$$L_1 = \frac{U_1}{\omega_1 I_H \sin\varphi}$$

Индуктивность контура намагничивания

$$L_m = L_1 - L_p$$

Для моделирования статических процессов в АД выбрана программа Multisim (рис. 1).

Зависимость максимального момента от напряжения и частоты [2] при пренебрежении активными сопротивлениями ротора и статора

$$M_m = \frac{m_1 U_1^2 p}{4\pi^2 f_1^2 (L_s + L'_p)} = C_1 \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

где p – число пар полюсов, m_1 – число фаз, X_k – индуктивное сопротивление короткого замыкания, C_1 – постоянная.

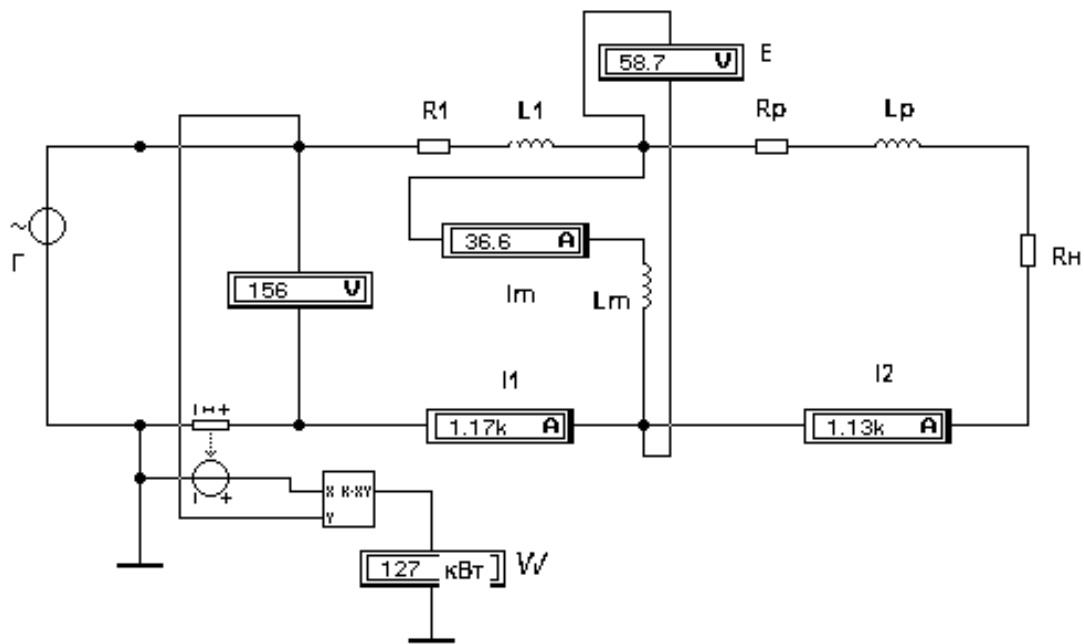


Рис.1 Схема замещения АД с измерительными приборами (А – амперметрами, V – вольтметром и W – ваттметром) при моделировании в среде Multisim. На рисунке: Γ – фаза генератора переменного тока, амперметры для измерения тока I1 – в фазе статора, I2 – в роторе, Im – в намагничивающей ветви, W – ваттметр с датчиком тока и блоком умножения.

С изменением частоты изменяется максимальный момент. Для устойчивой работы АД необходимо обеспечить достаточную перегрузочную способность $\lambda_k = M_m / M_H > 1,7 \dots 2$. Следовательно, при частотном регулировании должно быть обеспечено условие

$$\frac{M_{m1}}{M_{H1}} = \frac{M_{m2}}{M_{H2}} = \lambda_k$$

С учетом выражения для M_m

$$\frac{M_{m1}}{M_{m2}} = \frac{U_{11}^2 f_{12}^2}{U_{12}^2 f_{11}^2}$$

Тогда основной закон частотного регулирования

$$\frac{U_{11}}{U_{12}} = \frac{f_{11}}{f_{12}} \sqrt{\frac{M_{H1}}{M_{H2}}}$$

Для обеспечения постоянства максимального момента (при неизменном моменте нагрузки $M_{H1} = M_{H2}$) необходим следующий закон изменения частоты и напряжения питания [1]

$$U_1 / f_1 = const$$

т.е. питающее напряжение следует изменять прямо пропорционально его частоте.

При этом мощность двигателя увеличивается пропорционально возрастанию частоты питания

$$P_2 = M_H \Omega_2 = M_H 2\pi f_1 (1-s) / p$$

Если требуется поддерживать режим постоянной мощности, то получим условие $M_{H1} f_{11} = M_{H2} f_{12} = const$. При этом

$$\frac{U_{11}}{U_{12}} = \sqrt{\frac{f_{12}}{f_{11}}}$$

или

$$U_1 / \sqrt{f_1} = const$$

Однако указанные законы регулирования справедливы в полной мере для АД большой мощности.

Для используемых в полиграфии АД малой и средней мощности из-за влияния активных и индуктивных сопротивлений поток и запас по моменту не остаются постоянными, что необходимо учитывать при выборе режима частотного регулирования. Моделирование на разработанной модели проведено для АД (типа 4A250M4Y3) на мощность 90 кВт, напряжение 380В, частоту 50 Гц, $s_H = 1,3\%$, $\eta_H = 93\%$, $\cos\varphi = 0,91$, $\lambda_k = 2,2$, $k_i = 7$.

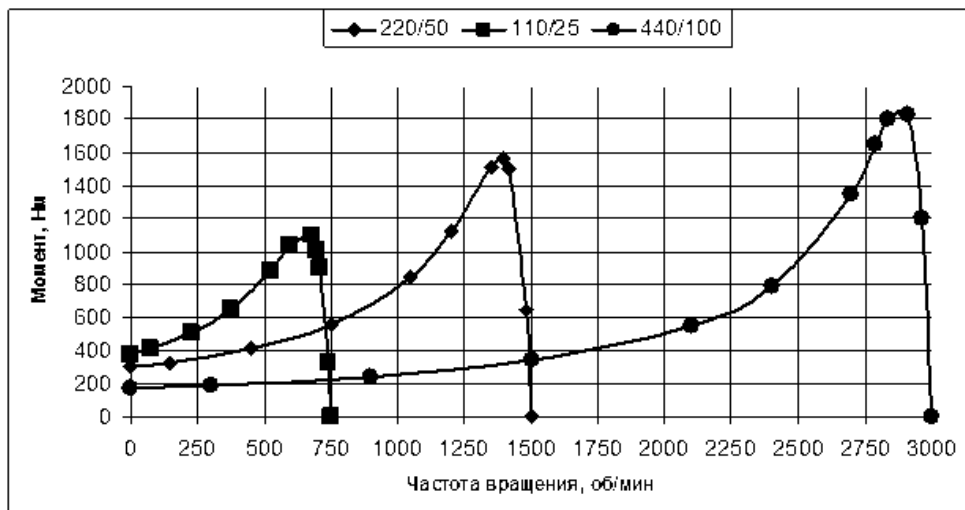


Рис.2. Расчетные механические характеристики АД (90кВт, 1500 об/мин) при частотном регулировании при $U/f = const$. Обозначения кривых сверху рисунка: при 220 В и 50 Гц, при 110 В и 25 Гц, при 440 В и 100 Гц.

При пропорциональном регулировании максимальный момент не остается постоянным, а уменьшается при уменьшении частоты из-за возрастающего влияния падений напряжения на

активных сопротивлениях АД, которые приводят к снижению магнитного потока в машине.

Модель позволяет определить оптимальные режимы частотного управления исходя из эксплуатационных требований к приводу.

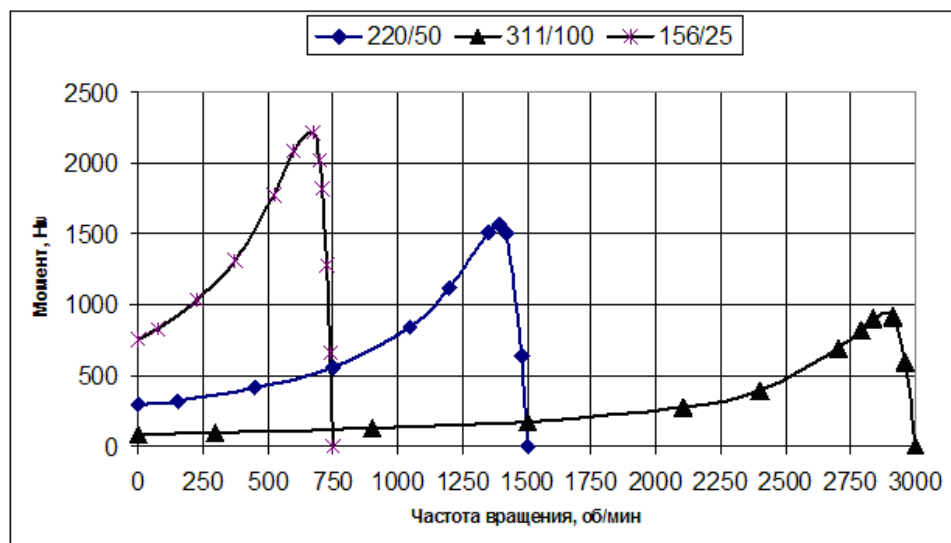


Рис.3 Расчетные механические характеристики АД (90кВт, 1500 об/мин) при частотном регулировании при $U/\sqrt{f} = const$: 220 В и 50 Гц, 311 В и 100 Гц, 156 В и 25 Гц

Получена достаточно простая модель для компьютерного моделирования режимов работы асинхронного привода. Результаты моделирования, представленные на рис.2 и 3, не противоречат физическим представлениям [1]. Разработанная модель была реализована в учебном процессе.

Список литературы:

1.Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями.- М.: Энергоиздат.1982.-216с.

2.Никаноров В.Б. Электромеханические системы в полиграфическом производстве: Учебное пособие. М.;МГУП.2012 г.,304 с.

3.Герман-Галкин С.Г., Кардонов Г.А. Электрические машины. Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНА принт, 2003г., 256 с.

4.Киреев В.В. Перевод полиграфического оборудования на асинхронный электропривод. ООО «Ореком». Сайт «Новости приводной техники», 2009.

УДК 631.53.02

INCREASING THE EFFICIENCY OF SEEDBED PREPARATION BY MEANS OF ELECTROTECHNOLOGY

*Paramonov S.I.,
Stepykina A.V.*

Learn 4 courses

Normov D.A.

*Doctor of Technical Sciences, Professor of Physics Department
FGBOU VO «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»,
Krasnodar, Russia*

ANNOTATION

This article deals with the fundamental processes associated with preseeding treatment of seeds to increase their germination

Keywords: electromagnetic field of ultra-high frequencies (EMF UHF), yield, sowing qualities, seed treatment.

For an agricultural producer, the main practical challenge is to increase crop productivity.

Seed treatment before sowing is an important component of profitable crop production, so getting a full harvest depends largely on the quality of the seed. The main purpose of processing is the activation of growth processes in seeds, removal of seed infection and ensuring disease resistance. The most effective method for this purpose is considered to be seed dressing before sowing and heating of seeds by active ventilation. However, this method of pre-sowing treatment due to the duration of the process (from 72 hours and more), its energy consumption and non-compliance with environmental requirements does not meet modern conditions. [5, p. 2]

Due to the fact that the country is transitioning to a market economy and systematically rising prices for electricity and materials, there is a need to reduce energy and material costs. An effective way to solve this problem is to improve the quality of seed by influencing the seeds with electrophysical factors.[3, p. 4]

Nowadays, electro-technologies are becoming more and more widely used in agriculture, being an effective means of increasing the efficiency of agricultural production. Numerous studies in this field have proved the positive impact of electromagnetic fields on the sowing quality of seeds. For this purpose in agricultural practice various methods of preseeding treatment of seeds are used - heating, influence of magnetic, electric and other fields. [3, p. 5]

The most promising way to solve the problem is the method of treatment of seeds in the electromagnetic field of ultra-high frequencies (EMF UHF). It combines electrical and thermal processes of influence on seeds and allows their regulation.

In theoretical studies we proceed from the fact that the seeds of plants have a reserve of energy, which is accumulated in the nutrient tissues of seeds, the energy content of the crop depends on its quantity. In the early stages, it is a nutrient substrate for seeds. In oilseed crops, including flax, the reserve energy is the oily endosperm. Energy for growth of seedlings is released by hydrolysis of carbohydrate reserves. The release of

energy from organic compounds is influenced by temperature and humidity. By placing pre-moistened seeds in the EMF UHF, we create favourable conditions for the release of reserve energy, i.e. for the hydrolysis of the carbohydrate substrate. At the same time, additional energy is absorbed in the EMF UHF

Under the action of EMF UHF on seeds, the reaction of the plant organism changes in the direction of increasing yields in all modes, without exception. The increase in yield is due to the increase in the biological mass of plants and the number of fruits from the plant. [1, p. 2-4]

The results of the effect of EMF UHF on flax seeds, expressed in the germination energy and laboratory germination, have shown that the difference is observed in comparison with the control on all experimental variants and exceeds the control: on germination energy - by 32,28 ... 39,88%, on laboratory germination - by 20,7 ... 24,84%[8, p 64]

At the moment, the Department of Physics of Kuban State Agrarian University is conducting research in this direction. In the near future a pilot plant will be created which will allow to realize the ideas of EMF UHF application in agriculture

Literature:

Intensification of the seed preparation thermal processes by the HF and microwave energy (in Russian) / Zuglenok N.V. et al. Moscow: Agroprom-edition, 1989.

Wilneke Trans. The possibility of using UHF units in agriculture//Zandtechnik, 1988

Borodin I.F. and others. Application of microwave energy in agriculture. - Moscow: Gos-agroprom, 1987.

Ostapenkov A. M., Ptushkin A. T. Electrical equipment of the food enterprises. Moscow: Agropromizdat, 1989..

Rogov I.A. Electrophysical methods of foodstuff processing. - M.: Agropromizdat, 1988.

Kasyanenko, V.P. Decontamination of grain and mixed fodders in the microwave field: Candidate of Technical Sciences / V.P. Kasyanenko. - M., 2002

Fedorenko E.A., Normov D.A., Dragin V.A. Environmentally friendly technologies in agricultural production 2014.

Klunduk G.A. Justification of the electrotechnological modes of the microwave processing of flax seeds, dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences, 2004

УДК 537.312.5; 535.37; 666.189.242; 532.527; 621.396.962

НОВЫЕ АСПЕКТЫ В НАУЧНОМ ОТКРЫТИИ ФИЗИКИ ЯВЛЕНИЯ НАБЛЮДАЕМОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ ПОДВОДНОГО ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА ПРИ ЛАЗЕРНОМ И РАДАРНОМ ЗОНДИРОВАНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.500](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.500)

Поленин Владимир Иванович

*Доктор военных наук,
кандидат технических наук,
профессор*

NEW ASPECTS IN THE SCIENTIFIC DISCOVERY OF PHYSICS OF THE PHENOMENON OF OBSERVABILITY OF HYDROPHYSICAL DISTURBANCES FROM UNDERWATER MOVING OBJECT DURING LASER AND RADAR PROBING OF AQUATIC MEDIUM

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются новые аспекты ранее опубликованного открытия явления наблюдаемости гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при зондировании водной среды лучом лазера и облучении поверхности моря лучом радара. Первый аспект связан с уточнением природы обтекания подводного движущегося объекта, состоящим в дополнении гидрофизических возмущений за объектом в форме струй и вихрей гидрофизическими возмущениями вокруг объекта в форме ламинарных слоев воды. Второй аспект состоит в выводе о том, что для обнаружения подводного движущегося объекта луч лазера и радара не обязательно должен пересекать трассу объекта.

SUMMARY

New aspects of the previously published discovery of the phenomenon of observability of hydrophysical disturbances from an underwater moving object when probing the aquatic medium with a laser beam and irradiating the sea surface with a radar beam are considered. The first aspect relates to the clarification of the nature of the flow of the underwater moving object, consisting in the addition of the hydrophysical disturbances behind the object in the form of jets and vortices by the hydrophysical disturbances around the object in the form of laminar layers of water, the second aspect consists in the conclusion that in order to detect the underwater moving object the beam of laser and radar does not have to cross the route of the object.

Ключевые слова: электрические диполи, магнитное поле Земли, подводный движущийся объект, жидкие кристаллы-кластеры, луч лазера, луч радара.

Key word: Electric dipoles, Earth magnetic field, underwater moving object, liquid crystal clusters, laser beam, radar beam.

Постановка задачи

Рассматриваются новые аспекты ранее опубликованного открытия¹ явления наблюдаемости гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при осуществлении:

– в подводной среде – лидарного зондирования путем лазерного излучения в сине-зеленой части спектра и получения сигнала обратного рассеяния приемником, включающим объектив и фотодетектор;

– в воздушной среде – лидарного зондирования подводной среды и радарного зондирования водной поверхности.

Наблюдаемость гидрофизических возмущений водной среды, вызванных движением объекта, с применением лидара и радара подтверждается рядом публикаций.

По поводу физики явления наблюдаемости гидрофизических возмущений, современные взгляды на природу наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта сводятся:

а) лазерным лучом – к влиянию гидрооптических показателей рассеяния, без указания физической причины наблюдаемости области гидрофизических возмущений, но с констатацией того, что «единого мнения о закономерностях такой связи до сих пор нет»;

б) лучом радара – к турбулентности, «горбу Бернулли», следу Кельвина, повышенным конвективным ячейкам и модуляции ряби на морской поверхности, с акцентом на профильный характер их проявления и регистрации как неровностей на поверхности воды.

¹ Диплом № 515 на открытие «Явление флуктуации уровня обратного рассеяния излучения при зондировании водной среды» // Международная

академия авторов научных открытий и изобретений. – М.: Регистрационный №667 от 21.08.2019.

Не отрицая правомерность этих выводов и заключений, а также с учетом заключений о том, что причины наблюдаемости области гидрофизических возмущений с применением лидаров и радаров достоверно не установлены, в открытии обосновано утверждение о том, что одной из основных причин наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и радара является обратное рассеяние диполями жидких кристаллов-кластеров воды.

Явления, сопровождающие электромагнитное излучение лидара в условиях стационарной морской среды и изменения уровня обратного рассеяния в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

В условиях стационарного морского течения, при движении морской воды поперек магнитных силовых линий земного магнитного поля, векторы статических электрических полей всех свободных молекул-диполей, их ассоциат и жидких

кристаллов-кластеров имеют одинаковую пространственную ориентацию. Поэтому вдоль луча лазера интенсивность поглощения-излучения, т. е. люминесценции, будет неизменной, а уровень сигнала обратного рассеяния, принимаемый фотодатчиком лазера, будет иметь по трассе луча характер малых случайных колебаний.

В условиях гидрофизических возмущений морской водной среды, возникающих в области обтекания подводного движущегося объекта, ориентация электрических диполей молекулярных водных структур изменяется.

Природа обтекания подводного движущегося объекта такова, что гидрофизические возмущения морской водной среды имеют двойной характер: вокруг него слои воды ламинарно изменяют свое направление или ориентацию в пространстве, а вслед за объектом при определенных числах Рейнольдса и скоростях движения образуются турбулентные струи и вихри (рис. 1).

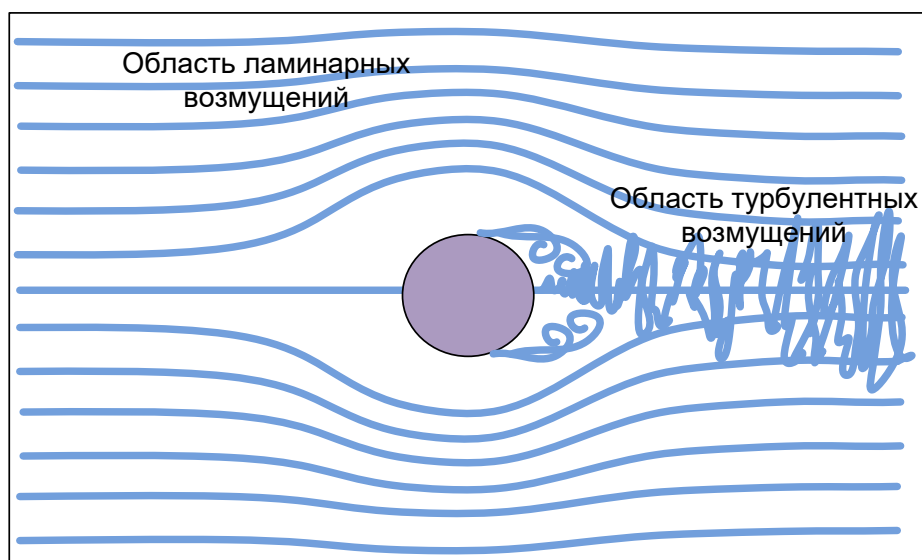


Рисунок 1. Гидрофизические явления при обтекании подводного движущегося объекта

В указанных областях обтекания подводного движущегося объекта в силу вязкости воды имеет место изменение пространственной ориентации

электрических диполей молекул воды, приблизительно повторяющее конфигурацию слоев (рис. 2).

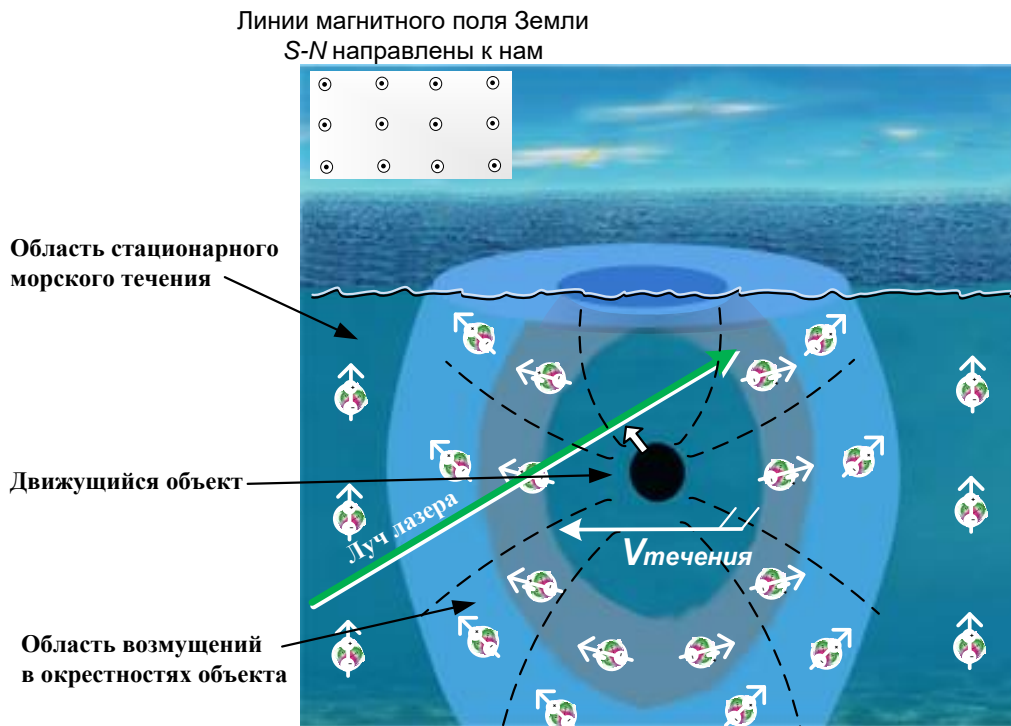


Рисунок 2. Пространственная ориентация диполей молекул воды в условиях стационарного морского течения и в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Известно, что после снятия гидрофизических возмущений диполи жидких кристаллов-кластеров вновь ориентируются магнитным полем Земли лишь через 30-40 мин, что характеризует устойчивость явлений гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта.

Уровень сигнала, принимаемого фотодатчиком лидара, и сигнала обратного рассеяния электромагнитного излучения радара приобретет характер:

- вокруг объекта в соответствии с гидродинамической структурой и ориентацией ламинарных слоев – регулярных, детерминированных изменений фонового сигнала;
- по следу объекта, в соответствии с гидродинамической структурой и ориентацией струй и вихрей, – флуктуаций, случайных колебаний (рис. 3).

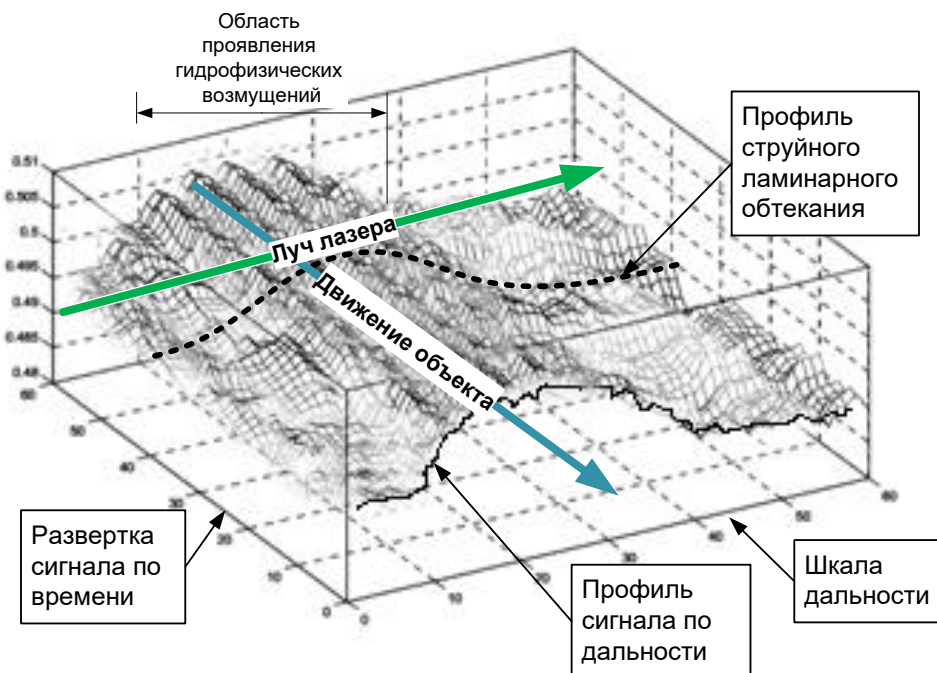


Рисунок 3. Характер изменения уровня сигнала, принимаемого фотодатчиком неподвижного лидара в период прохождения подводного объекта

Новое знание: Установление явления дипольно-кластерной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, при освещении области в толще воды лазерным лучом, что обусловлено устойчивым во времени изменением направлений пространственной ориентации диполей жидких кристаллов-кластеров, вызванным гидрофизическими возмущениями.

Явления, сопровождающие электромагнитное излучение радара в условиях стационарной морской среды и изменения уровня обратного рассеяния в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Аналогичное, в силе единства природы взаимодействия электромагнитного излучения и электростатического поля диполей молекулярных водных структур, будет иметь место и при зондировании поверхности моря лучом радара.

В условиях стационарного морского (океанского) течения и воздействия магнитного поля Земли уровень сигнала обратного рассеяния будет определяться углом между вектором электростатической напряженности диполей и вектором напряженности электрического поля луча радара, изменяясь в пределах углов сканирования луча пропорционально направляющим косинусам. Сигнал обратного рассеяния, принимаемый радаром, будет иметь стабильный, изменяющийся пропорционально направляющим косинусам уровень с малыми случайными колебаниями, обусловленными тепловыми, гидрофизическими, биологическими и иными случайными факторами. То есть радиолокационное изображение поверхности моря будет однородным с плавной изменяющейся яркостью по области обзора.

Итоговое новое знание

В области гидрофизических возмущений морской водной среды и их выхода на поверхность уровень обратного рассеяния электромагнитного излучения радара и радара приобретет характер:

- вокруг объекта, в соответствии с гидродинамической структурой и ориентацией ламинарных слоев, – регулярных, детерминированных изменений фонового сигнала;
- по следу объекта, в соответствии с гидродинамической структурой и ориентацией струй и вихрей, – флуктуаций, случайных колебаний.

И то, и другое соответствует дистанционной регистрации гидрофизических возмущений дипольного поля молекулярных водных структур, то есть наблюдаемости области, прилегающей к подводному движущемуся объекту, при ее зондировании лучом лазера и радара.

В целом имеет место установление явления регулярного и флуктуационного изменения уровня обратного рассеяния электромагнитного излучения

лидера и радара квазистационарным электрическим дипольным полем молекулярных водных структур в области гидрофизических возмущений морской водной среды от подводного движущегося объекта.

Важным следствием возбуждения гидрофизических возмущений вокруг движущегося подводного объекта в форме ламинарных слоев воды является вывод о том, что для обнаружения подводного движущегося объекта зондирующий луч радара и радара не обязательно должен пересекать трассу объекта. Достаточно ему располагаться в области регистрации регулярных изменений уровня обратного рассеяния излучения, обусловленных ориентацией ламинарных слоев обтекания объекта.

Важное следствие долговременной, измеряемой десятками минут, «памяти» жидких кристаллов-кластеров состоит в том, что поперечные, к направлению движения объекта, размеры области ламинарных слоев гидродинамических возмущений должны мало зависеть от скорости движения объекта. Действительно, ламинарное изменение конфигурации слоев воды вокруг движущегося объекта на докритических скоростях определяется в основном физическими размерами объекта. Скоростью движения объекта будет определяться размер области гидрофизических возмущений в основном по направлению движения объекта по факторам:

- расстояния, проходимого объектом за время релаксации жидких кристаллов-кластеров, которое зависит от скорости его движения;
- протяженности области образующихся за объектом струй и вихрей, интенсивность которых также зависит от скорости движения объекта.

Таковы ожидаемые качественные характеристики области гидрофизических возмущений, которые будут регистрироваться лидаром и радаром, зондирующий луч которых полностью или частично перекрывает эту область.

Факт установления объективного природного изменения уровня обратного рассеяния электромагнитного излучения радара и радара в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта отвечает требованиям квалификации открытия.

Список литературы

Поленин В.И. Проявление поля памяти молекулярных водных структур в наблюдаемости гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта // Евразийский союз ученых. – 2019. № 4-2 (61). С. 43-52.

В. Поленин
« 15 » декабря 2019 г.



СРАВНЕНИЕ ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧНЫМ АВТОМОБИЛЕМ И УСЛУГАМИ ТАКСИ В Г. ОМСК**Самородская Ольга Александровна***Студент магистратуры, кафедры «ГМиТМ»,
Омский Государственный Технический Университет
г. Омск.***Лысенко Евгений Алексеевич***научный руководитель, доцент кафедры ГМиТМ,
кандида технических наук, Омский Государственный Технический Университет,
г. Омск.***АННОТАЦИЯ**

В данной статье было произведено сравнение пользования личными автомобилями разного ценового сегмента и услугами такси.

ANNOTATION

This article compares the use of private cars of different price segments and taxi services.

Ключевые слова: личный автомобиль, услуги такси, сравнение пользования, разные ценовые сегменты.

Keywords: personal car, taxi services, comparison of use, different price segments.

Население планеты уже не представляет свою жизнь без транспортных средств. Автомобили являются основными средствами передвижения всего человечества. Но что является наиболее выгодным решением для людей? В данной статье будет произведено сравнение двух вариантов, а именно эксплуатация собственного автомобиля и пользование услугами такси.

Рассмотрим преимущества и недостатки такси:

Преимущества:

- не задумывается об обслуживании автомобиля
- не нужно искать место для парковки
- не тратите денежные средства на топливо
- можно заниматься своими делами пока находитесь в пути
- большой выбор компаний, предоставляющих данную услугу

Недостатки:

- качество вождения зависит от незнакомого человека
- в дальние поездки нужно использовать другие методы передвижения (аренда автомобиля, поезда, самолеты)

- возможно долгое ожидание такси
Преимущества и недостатки личного автомобиля:

Преимущества:

- не нужно ожидать приезда такси
- возможность путешествий на дальние расстояния
- за качество, скорость и комфорт отвечаете лично вы

Недостатки:

- оплата топлива, ремонта и других расходных материалов
- мойка автомобиля
- парковка
- оплата страховки
- оплата налогов

Далее будет представлена таблица 1, основываясь на которую, были произведены расчеты и сделаны выводы. Заранее обусловимся, что автомобили имеют одинаковый пробег равный 20000 км/год и срок эксплуатации в течение 5 лет.

Таблица 1.

Исходные данные

Категория	Марки автомобилей		
	Lada Granta	Hyundai Creta	Toyota RAV4
Стоимость нового автомобиля, тыс.	404900	963000	1756000
Количество лошадиных сил	106,05	123	150
Расход топлива на 100 км, л/100 км	7,2	8	7,5
Дополнительные затраты:	10000	10000	12000
- установка сигнализации, руб.	5000	6000	6000
- установка защиты картера, руб.	2000	2900	0
- приобретение ковриков, руб.	13000	19000	28000
- резина с дисками, руб.			
Техническое обслуживание:	8000	9000	10000
- ТО1, руб.	8500	9700	12500
- ТО2, руб.	9500	10500	13000
- ТО3, руб.	10000	12000	14000
- ТО4, руб.	10500	13000	15000
- ТО5, руб.			
Страховка, руб.	14785	17249	17249

Также следует рассчитать следующие затраты:

Налоги

$$N = P_{л.с.} \cdot k \cdot n, \text{ руб. (1)}$$

где $P_{л.с.}$ - лошадиная сила,

k - транспортный налог (15 рублей за одну лошадиную силу), руб;

n - количество лет.

Мойка автомобиля

$$M = Q \cdot s \cdot k, \text{ руб. (2)}$$

где Q - средний чек мойки автомобиля, руб;

s - среднее количество моек в год (24 мойки).

Топливо

$$T = C \cdot L \cdot R \cdot n, \text{ руб. (3)}$$

где C - стоимость за 1 литр бензина марки АИ-95, руб;

L - пробег автомобиля, км/год;

R - расход топлива, л/100 км.

Подставив все известные значения, были получены результаты, которые в свою очередь сведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты

Категории	Марки автомобилей		
	Lada Granta	Hyundai Creta	Toyota RAV4
Налоги, руб.	7953,75	9225	11250
Мойка автомобиля, руб.	36000		
Топливо, руб.	296784	329760	309150

Также нужно учитывать стоимость получения водительского удостоверения (22000 руб.) и стоимость прохождения шоферской комиссии (1700 руб.).

Просуммировав все затраты, получаем:

На автомобиль марки Lada Granta водитель за 5 лет эксплуатации потратит 860662,75 руб.

На автомобиль Hyundai Creta – 1471034 руб.

На автомобиль Toyota RAV4 – 2275399 руб.

В данные затраты не входит стоимость ремонта не по гарантии и амортизационные отчисления при продаже автомобиля, следовательно, если учитывать и эти показатели, стоимость только увеличится.

Зададимся, что проезжать на такси мы будем также, как и на собственном автомобиле, 20000 км/год и так каждый год в течение 5 лет. Стоимость проезда одного километра в городе Омск на данный момент составляет 10 рублей. Тогда получается, что за 5 лет, пользуясь только услугами такси, человек потратит 1000000. Это не так уж и много по сравнению с эксплуатацией своего автомобиля.

Исходя из расчетов данной статьи можно сделать следующий вывод: наглядно видна разница в денежном эквиваленте между эксплуатацией своего автомобиля и такси. Сравнивая услуги такси и личный автомобиль низкого ценового сегмента, можно сделать вывод, что владеть собственным

автомобилем выгоднее, но также этого нельзя сказать про средние и высокие сегменты, к которым относятся авто Hyundai Creta и Toyota RAV4. Личные автомобили так же, как и такси имеют свои преимущества и недостатки и каждый человек отдельно для себя, исходя из своей собственной жизненной ситуации, решает, использовать ему собственный автомобиль или же пользоваться услугами такси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Азия Авто - официальный дилер LADA в г. Омск. URL: <https://aaukg.lada.ru/>

ЕВРАЗИЯ ПЛЮС - официальный дилер HYUNDAI в г. Омск. URL: <https://hyundai-eurasia.ru/>

ТОЙОТА Центр - официальный дилер TOYOTA в г. Омск. URL: <https://toyota55.ru/>

Онлайн калькулятор ОСАГО. URL: <https://www.ingos.ru/auto/osago/calc/>

Самородская Ольга Александровна, Петров Алексей Николаевич, Лысенко Евгений Алексеевич СибАК «НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ», статья «ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЙКИ САМООБСЛУЖИВАНИЯ НАД ОБЫЧНОЙ МОЙКОЙ»

626.810.3
70.01.01

ДОПУСТИМАЯ АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Сарсекеева Гульнар Сапарбековна

кандидат технических наук,

доцент кафедры ПЗС

Утепбергенова Лаура Мухтаровна

кандидат технических наук,

доцент кафедры ПЗС

Абдукаликова Гульнора Момыновна

старший преподаватель кафедры ПЗС

*Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева,
г. Нур-Султан*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения антропогенного воздействия на водные ресурсы, также данные загрязнений водоемов, их предельно допустимых выбросов (ПДВ), биохимическая потребность в кислороде (БПК, водородные показатели (рН), органолептические свойства воды, приведены ПДК некоторых вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Ключевые слова: антропогенные факторы; Биоочистка (биологическая очистка); вредное воздействие вод; водные ресурсы; мониторинг; система водоснабжения.

Key words: anthropogenic factors; Bioremediation (biological treatment); harmful effects of water; water resources; monitoring water supply system.

Вода – один из видов природных ресурсов, необходимых в большинстве сфер человеческой деятельности. Вода не всегда является возобновляемым ресурсом, она также неравномерно распределяется в пространстве и во времени. Кроме того, определенные излишества в потреблении, нарушение природных циклов, биологических ритмов и равновесия экосистемы могут, в более или менее длительной перспективе, создать угрозу здоровью населения Земли через пищевую цепь.

Потенциально Земля располагает достаточными водными ресурсами, которые, однако, распределены неравномерно в пространстве и во времени.

Негативные антропогенные воздействия на природную среду являются неизбежными, но их можно предотвратить или уменьшить.

Воздействие на экологическую систему, способное вывести ее из естественного (нормального) состояния, определяется как экологическая нагрузка. Допустимыми можно считать такие воздействия, которые не приводят к превышению нормативной нагрузки на экологические системы.

Под допустимой понимают нагрузку (складывающуюся из отдельных однородных и разнородных воздействия), которая не меняет качества окружающей природной среды или меняет ее в допустимых пределах, при которых не нарушаются существующие экологические связи. Если нагрузка превышает допустимую, то эти воздействия причиняют ущерб, вызывая неблагоприятные последствия в важнейших популяциях.

Основными компонентами, определяющими антропогенную нагрузку на водные ресурсы, являются следующие: загрязнение, засорение и истощение.

Все воды подлежат охране от загрязнения, засорения и истощения. В то же время при сбросе сточных вод в водоем наступает некоторое ухудшение качества воды. Поэтому водохозяйственные системы сооружают таким образом, чтобы неблагоприятные изменения физических, химических и гидробиологических свойств воды не могли причинить вред здоровью населения, уменьшить рыбные запасы, ухудшить условия водоснабжения.

Загрязнение проявляется в следующем виде:

- изменение физических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, привкусов) и химического состава (появление вредных веществ);

- появление плавающих образований на поверхности и отложений на дне;

- сокращение растворенного в воде кислорода воздуха;

- появление новых бактерий, в том числе болезнетворных.

Поскольку загрязнители вод сложны по составу и слабо разлагаются, последствия загрязнения вод бывают многообразными и часто непредвиденными. Наиболее неблагоприятными являются: изменение органолептических свойств воды, нарушение кислородного режима, изменение естественного хода химических процессов в водоемах, отравление гидробионтов путем

аккумуляции в них токсикантов, угнетение жизни в водоемах, снижение эстетической ценности водоемов и ограничение возможностей их использования для рекреационных целей, затруднения (при загрязнении детергентами) при навигации, изменение альbedo морской поверхности (особенно при загрязнении нефтью и нефтепродуктами) и воздействие на тепловой баланс в системе «земля – атмосфера».

Учитывая влияние загрязнений на развитие и функционирование гидросферы и функционирование живых организмов, присущих данной системе, необходимы критерии для отнесения вод к «загрязненным» или «незагрязненным». В незагрязненных системах пределы колебаний концентрации техногенных веществ должны быть такими, чтобы при этом не нарушались функции живого вещества системы, не изменялся биохимический состав первичной и вторичной продукции, не снижалась биологическая продуктивность системы.

Для оценки качества вод используют показатели их нормативных состояний, определяемые потребностями и возможностями общества, теми целями, которое общество ставит в данный момент в определенном регионе. На их основании затем выявляется степень отклонения состояния систем от этих требований.

Наиболее распространенными нормативными показателями являются ПДК (предельно допустимые концентрации) вредных веществ. Независимо от вида лимитирующего показателя вредности для данного вещества (токсикологический, общесанитарный, органолептический) при установлении его ПДК исходят из создания наиболее благоприятных условий для жизни организма или отдельных популяций животных.

Под предельно допустимой концентрацией понимают такую концентрацию химического соединения, которая при ежедневном воздействии на организм в течение длительного времени не вызывает каких-либо нарушений биологического оптимума экосистемы с учетом комплексного воздействия. Такой критерий оценки основывается на показателях устойчивости данной экосистемы. В настоящее время ПДК установлены более чем для 500 веществ в воде водоемов хозяйственно-бытового водопользования и для десятков веществ в морской воде.

В последнее время получает все большее распространение показатель **предельно допустимых выбросов** (ПДВ) или стандартов на выброс ограничивающий объемы выбросов вредных веществ и тем самым являющийся реальным средством регулирования качества природных сред. Специалистами разрабатываются методы расчета норм ПДВ, обеспечивающих качество природной среды в соответствии с гигиеническими и экологическими требованиями; они уже введены в некоторых отраслях экономики.

Для оценки ПДВ существует и другой подход. Например, в США ограничение объемов выбросов

вредных веществ основано на технологическом принципе: нормы ПДВ ограничивают объем промышленных выбросов на уровне наилучшей достигнутой технологии. Некоторые примеры введения в ряде стран стандартов на выброс указывают на эффективность такого рода мероприятий по охране природной среды. Трудность разработки показателей ПДК, ПДВ заключается в их узкорегionalном характере, зависимости от условий каждого конкретного района: гидроклиматических, рельефа, почв, растительности, современного состояния природных систем, устойчивости их к нагрузкам, а также отраслевой и территориальной структуры хозяйства, особенностей системы расселения, транспорта и т.д.

Несмотря на явную важность нормативных показателей в разработке системы оценки воздействия человека на природную среду, полностью опереться на них пока не представляется возможным. Во-первых, они разработаны лишь для отдельных компонентов природы. Высокая зависимость нормативов от уровня социально-экономического развития общества предполагает их возможную изменчивость и во времени, и в пространстве. Практически невозможно (и, очевидно, нецелесообразно) разрабатывать нормативы для всех сторон социальной, хозяйственной и даже природной сфер, изменяемых антропогенной деятельностью. например, наличие уникальных природных объектов и эстетически ценных ландшафтов не может быть нормировано. Многие показатели состояния социальных и хозяйственных подсистем, например численность и демографическая структура населения, характер его расселения, состав отраслей экономики, их размеры и размещение, также не нормируются. Здесь, очевидно, следует обращаться к таким показателям, как уровень, достигнутый в более крупном регионе, включающем изучаемый район, или уровень, принятый за оптимальный для данного этапа развития общества.

Показатели и нормативы качества состояния вод назначают для двух видов водопользования: участки водоемов, предназначенные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также систем водоснабжения пищевой промышленности; участки водоемов, используемые для купания, спорта и отдыха населения, а также находящиеся в черте населенных мест.

Водоёмы, используемые для рыбохозяйственных целей, делят на два вида: для воспроизводства и сохранения ценных пород рыб; для всех других рыбохозяйственных целей.

При выпуске стоков в рыбохозяйственные водоёмы предъявляют более высокие требования, чем при выпуске в водоёмы, используемые для питьевых и культурно-бытовых нужд населения.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воде разрабатывается органами здравоохранения.

ПДК – основной гигиенический норматив, положенный в основу современного водно-санитарного законодательства. Нормативы ПДК (мг/л) разработаны для всех возможных веществ, поступающих в водоемы. Например, для бензола ПДК составляет 0,5 мг/л, свинца – 0,1, ртути – 0,05, железа – 0,5, бензина – 0,1 и т.д.

Сточные воды со степенью загрязнения, приводящей к превышению ПДК в контрольном створе, отводить в водоемы запрещено.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) указывает количество кислорода (мг/л) для окисления находящихся в воде загрязняющих, преимущественно органических веществ. Значение БПК зависит от эффективности очистки сточных вод на очистных канализационных сооружениях. БПК городских сточных вод, прошедших полную биологическую очистку, составляют обычно 10...15 мг/л. Пополнение воды кислородом происходит в результате соприкосновения воды с воздухом и зависит от температуры, площади водной поверхности, степени насыщенности кислородом поверхностного слоя и интенсивности перемешивания воды. Разность между количеством кислорода при полном и действительном

насыщении – дефицит кислорода, который выражают в мг/л или в % полного насыщения.

Водородный показатель (рН) определяет концентрацию в воде ионов водорода и показывает ее кислотность или щелочность. У пунктов культурно-бытового водопользования показатель рН не должен превышать 6,5...8,5, такого же порядка он необходим для процессов самоочищения природных вод.

Органолептические свойства воды характеризуют запах, привкус и плавающие примеси, неблагоприятно влияющие на человека. Эти свойства оценивают в баллах. Ниже приведена шкала интенсивности запахов.

У пунктов культурно-бытового водопользования вода не должна иметь запахи интенсивностью более 2 баллов.

Аналогичную шкалу используют и для оценки привкусов воды. Обычно вкусовые свойства проявляются при концентрациях, превышающих предельные по запаху.

Окраска воды не должна обнаруживаться в столбике высотой более 20 см при использовании водоема в качестве источника питьевого водоснабжения и высотой 10 см – во всех других случаях.

Балл	Признаки
0 (нет запаха)	Отсутствие ощущения запаха
1 (очень слабый)	Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории
2 (слабый)	Запах, не привлекающий внимания потребителей, но поддающийся обнаружению, если обратить на него внимание
3 (заметный)	Запах, легко обнаруживаемый, может сделать воду неприятной для питья
4 (отчетливый)	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду неприятной для питья
5 (очень сильный)	Запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Возбудители заболеваний. В последние десятилетия значительно расширилось число заболеваний, связанных с распространением их возбудителей водным путем. Инфекционными являются сточные воды населенных пунктов, животноводческих хозяйств и ряда производств (боен, биофабрик, кожевенных заводов, шерстомоек и др.). Вода источников централизованного водоснабжения не должна содержать возбудителей заболеваний. В практике возбудители заболеваний оценивают по количеству в воде кишечных палочек, выделяемых человеком. По действующему стандарту бактериальное загрязнение источника водоснабжения при обычных методах очистки и дезинфекции питьевой воды не должно превышать 1 тыс. кишечных палочек в 1 л (коли-индекс 1 тыс.). Таким образом, водоемы, используемые для питьевого водоснабжения, при соответствующей очистке и дезинфекции на водопроводных сооружениях обычного типа при коли-индекс 1 тыс. по бактериальным характеристикам считаются достаточно чистыми.

Количество минеральных загрязнений для одного вида водоема должно быть не более 1000 мг/л (по плотному осадку), в том числе хлоридов не

более 350 и сульфатов до 500 мг/л. При спуске сточных вод содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на 0,25 мг/л в водоемах, используемых для питьевого водоснабжения и водоснабжения пищевых предприятий, и на 0,75 мг/л – для водоемов, используемых для рекреации.

Температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3⁰С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого года за последние десять лет.

Условия выпуска сточных вод в водоемы определяются их значимостью и характером водопользования.

Выпуск сточных вод ухудшает качество воды в водоеме, однако это не должно отражаться на его дальнейшем использовании в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей. Условия выпуска производственных сточных вод в водоемы регламентируют Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами и Правила санитарной охраны прибрежных районов морей.

Выполнение условий сброса производственных сточных вод в водоемы

контролируют санитарно-эпидемиологические станции и бассейновые управления.

Правила устанавливают нормы качества воды водоемов, используемых в качестве источника для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности, используемых для купания, спорта и отдыха населения.

Нормы качества воды в водоемах относят к створам, расположенным на протоках на 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания и организованного

отдыха, территория населенного пункта и т.д.), а на непроточных водоемах и водохранилищах на 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Качество воды в водоемах рыбохозяйственного назначения регламентируют по двум видам водопользования: водоемы для воспроизводства и сохранения ценных рыб и водоемы для всех других рыбохозяйственных целей.

В таблицах 1 и 2 приведены ПДК некоторых вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Таблица 1

ПДК вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного водопользования

Вещество	ПДК, мг/л	Вещество	ПДК, мг/л
Аммиак	0,1	Никель	0,01
Кадмий	0,005	Свинец	0,1
Магний	50	Танниды	10
Сероуглерод	1	Фенолы	0,001
Смолистые вещества, вымываемые из хвойных пород древесины	2	Хлор свободный	0
		Цианиды	0,05
		Цинк	0,01
Медь	0,01		
Мышьяк	0,05		
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,05		

В большинстве случаев водоемы настолько загрязнены, что отсутствует какой-либо резерв его самоочищающей способности. Поэтому ПДК вредных веществ принимают не в расчетном створе реки, а на выпуске сточных вод в водоем.

Необходимая степень очистки сточных вод, спускаемых в водоем, определяется на основе данных об их количестве и составе.

Степень очистки сточных вод рассчитывают по количеству взвешенных веществ в допустимой величине БПК в смеси речной воды и сточных вод,

по потреблению сточными водами растворенного кислорода, по температуре воды, окраске, запаху и солевому составу, по ПДК токсичных примесей и других вредных веществ, а также по изменению величины активной реакции воды водоема.

Санитарные требования к условиям спуска сточных вод в водоемы (соответствие состава и свойств воды водоема, который используется для водопользования) оцениваются необходимой суммарной степенью очистки сточных вод перед спуском их в водоем.

Таблица 2

ПДК вредных веществ в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Вещество	ПДК, мг/л	Вещество	ПДК, мг/л
<i>А. По санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности</i>		Гексахлорбензол	0,05
		Мышьяк	0,005
		Нитраты (по азоту)	10
		Нитрохлорбензол	0,05
Анилин	0,1	Пиридин	0,2
Бензол	0,5	Полиакриламид	2
Гексоген	0,1	Ртуть	0,005
Гексаметилендиамин	0,01	Динитробензол	0,5
Свинец	0,1	Дихлорбензол	0,002
Тетраэтилсвинец	0	Дихлорфенол	0,002
Формальдегид	0,05	Дихлорэтан	2
<i>Б. По общесанитарному лимитирующему показателю вредности</i>		ДДТ	0,1
		Железо	0,5
		Керосин	0,1
		Нафтеносодержащие кислоты	0,3
		Нефть:	
Аммиак (по азоту)	2	многосернистая	0,1
Диметилформамид	10	прочая	0,3

Кадмий	0,01	Пикриновая кислота	0,5
Капролактан	1	Пропилен	0,5
Кобальт	1	Сероуглерод	1
Мель	0,1	Скипидар	0,2
Никель	0,1	Тиофос	0,003
Тринитротолуол	0,5	Толуол	0,5
Хлор активный	0	Фенол (карболовая кислота)	0,001
Цинк	1	Хлорбензол	0,1
		Хлорофос	0,05
В. По органолептическому лимитирующему показателю вредности		Хром:	
		трехвалентный	0,5
		шестивалентный	0,1
Бензин	0,1	Четыреххлористый углерод	5
Гексахлоран	0,02		

Казахстан теряет значительные объемы водных ресурсов как в результате неэффективного использования воды, так и загрязнения водных ресурсов. Загрязнение водных объектов в результате недостаточной и неэффективной очистки хозяйственно-бытовых стоков населенных мест, отсутствие управления и должного контроля за сбросом стоков промышленных предприятий, бытовых и токсических промышленных отходов, приводит к тому, что проблема повышения эффективности водохозяйственной отрасли Казахстана заключается не столько в дефиците водных ресурсов, а сколько в проблеме эффективного управления использованием и охраной водных ресурсов, должного внимания к отрасли со стороны властных структур государства всех уровней.

UDC 004.38 + 004.9
GRNTI 50.43.31

Литература

1. Водный кодекс Республики Казахстан. – Алматы.
2. Яковлев С.В. и др. Рациональное использование водных ресурсов. М., Высшая школа, 1991.
3. Сарсембеков Т.Т., Кожакоев А.Е. Управление водными ресурсами и качеством вод трансграничных рек. Алматы, «Атамур», 2003.
4. Программа «Ак-булак» на 2011-2020 г.г., утв. Постановлением Правительства РК от 24 мая 2011 г. №570.
5. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии – Обзор ПРООН, Алматы, 2004.

APPLICATIONS OF COMPUTER SYSTEMS BASED ON THE ARDUINO MICROPROCESSOR SYSTEM IN CHEMICAL LABORATORY

Sergeyeva Olga V.

Ph.D., Associate Professor,

Department of specialized computer systems

Robuck Eugene A., Pavlenko Nikita Y.

Masters

Dubovik Tatiana N.

Senior lecturer, aspirant

Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro

ANNOTATION

Features laboratories for carrying out chemical experiments are high demands on the fire, explosion and protection from intrusion. In addition, the educational and research laboratories may be significant changes in the teaching process. Thus, a system that is easy to adapt to a changing environment.

Application processors based on Arduino offers great opportunities to create customized application development.

Arduino Uno module programming is done using the Arduino IDE software and firmware in it Codebender module. The system is flexible, so it can be incorporated into any other alarm system. As well, if necessary, extra equipment or what sensors, remote warning systems, etc.

Invented device is aimed at a wide range of consumers, as it can be embedded in security and fire alarm systems.

АННОТАЦИЯ

Особенностями лабораторий для проведения химических опытов, являются высокие требования к пожаро-, взрывобезопасности и охране от проникновения посторонних лиц. Кроме того, в учебных и исследовательских лабораториях возможны существенные перестановки в ходе учебного или исследовательского процесса. Таким образом, необходима система, которую легко адаптировать к изменениям окружающей среды.

Применение процессоров на базе **Arduino** открывает широкие возможности для создания адаптированных прикладных разработок.

Программирование модуля Arduino Uno осуществлялось с помощью программы Arduino IDE и встроеного в неё модуля Codebender. Данная система достаточно гибкая, поэтому её можно встраивать в любые другие системы охранных сигнализаций. Так же, при необходимости, возможна дополнительная комплектация какими либо датчиками, системами удаленного оповещения и т.д.

Разработанное устройство нацелено на широкий круг потребителей, так как может встраиваться в системы охранной и пожарной сигнализации.

Keywords: alarm, the Arduino, laboratory, prevention, protection, system, sensors

Ключевые слова: сигнализация, Arduino, лаборатория, предупреждение, охрана, система, датчики

Educational and research laboratories in which to conduct experiments related to chemicals, are high-risk facilities. In this case problems may arise both during their stay in humans and in their absence. In this connection the alarm installation, which would respond to harmful changes. Given that the situation during the operation of the laboratories can vary significantly, a system which allows easy enough to make the necessary changes in it. Thus, the system should be, with its programming and reprogramming, and adding to it additional elements and thus having a sufficient degree of resistance to cracking. The most promising is the use of products in this regard. The Arduino, which includes not only the programmable modules, but also sets them compatible with a variety of sensors that allow to take the necessary evidence.

Arduino modules are special hardware platforms on which to create the various electronic devices, including wireless alarm system [1]. Devices of this type have simple structure and the possibility to program their operation algorithm [2-5]. Due to this, created with the Arduino alarm can maximally adjust to the object.

Features of laboratories for chemical experiments are high demands on the fire, explosion and protection from intrusion. [6]

Thus, we can formulate the requirements to be met by alarm:

- notification of hacking or penetration (using a siren sound);
- support of external systems such as sound alarm, warning light;
- stand-alone operation without external power.
- the possibility of warning about leaks fluid;
- the possibility of a gas leak alarm;
- connectivity indicator of hazardous substances sensors.

Considering that the Arduino - an open electronic platform, which includes the so-called starting

developer kits (starter kit) and open source software intended for fast creation of interactive electronic devices [7].

Of used currently modules Arduino: Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Ethernet based on the ATmega328, Arduino Mega 2560, Arduino Mini, Arduino Micro, Arduino Due, LilyPad Arduino, Arduino Pro, Arduino Yún [1-5,7,8], most preferably Arduino Uno, having sufficient capacity to solve the problem and attractive price.

When designing alarm that meets the requirements, were used:

- Arduino module;
- a set of functional sensors;
- a source of autonomous power supply;
- external actuators.

When triggered, one of the connected sensor is transmitted to the signal processor Arduino module. Using the downloaded software user, the microprocessor performs its processing on a particular algorithm. As a result of this command can be configured to actuate an external actuating device.

If necessary, to allow the mandrel alarm owner Laboratory, which is protected, to the Arduino module via an expansion card, you can connect a special GSM module. It is installed SIM-card of one of the cellular providers.

The following components are used to create a security-warning alert system based on MEA Arduino:

- board Arduino Uno;
- high contrast LCD display 16 × 2;
- keyboard 4 × 4;
- 10 ~ 20 ohm potentiometer;
- 3 reed switch sensors;
- March 2-pin screw terminals;
- HC-SR04 ultrasonic sensor.

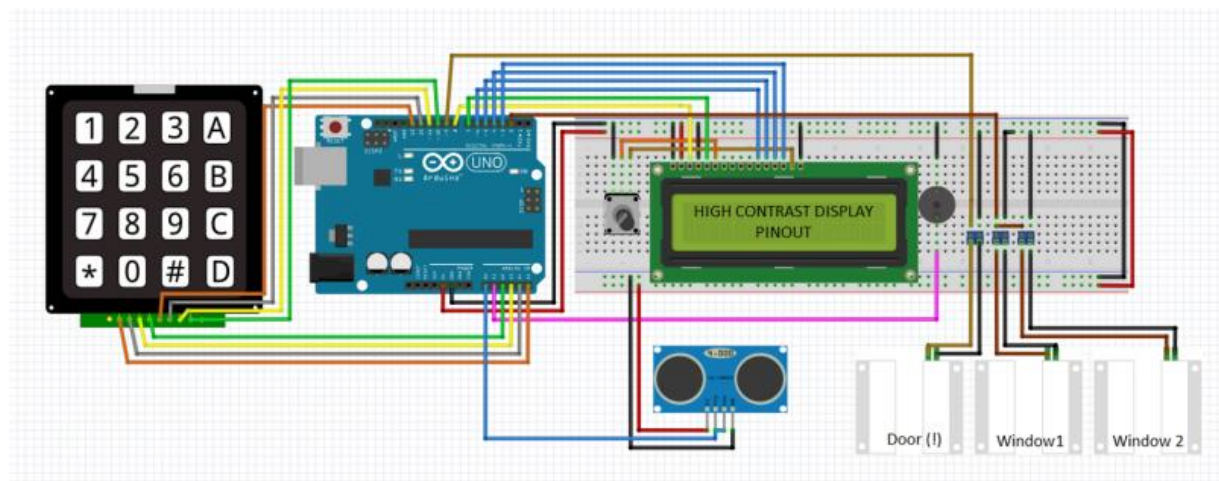


Fig. 1 - General signaling scheme on the basis of MPS Arduino

Sample code (door sensor):

```
// Door is opened, unlock the system!
void unlockPassword () {
    int count = 21; // 20 sec for alarm!
    retry: // label for goto, retry in case of wrong password
    tempPassword = ""; // reset temp password (typing ...)
    lcd.clear (); // clear lcd
    i = 6; // variable to put * while typing pass
    unsigned long previousMillis = 0;
    const long interval = 1000;
    boolean buzzerState = false; // variable to help us make a beep NewTone
    while (! checkPassword) { // While waiting for correct password do ...
        unsigned long currentMillis = millis ();
        if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
            previousMillis = currentMillis; // play beep NewTone every 1 sec
            if (! buzzerState) {
                NewTone (buzzer, 700);
                buzzerState = true;
            }
            else {
                noNewTone (buzzer);
                buzzerState = false;
            }
        }
        if (count > 0) { // Screen counter 20sec
            count--;
        }
        else {
            alarmFunction (); // Times is up, ALARM!
            break;
        }
    }
    keypressed = myKeypad.getKey ();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print ("ALARM IN:");
    // For screen counter - 20sec
    if (count >= 10) {
        lcd.setCursor (14,0);
        lcd.print (count); // print countdown timer at lcd
    }
    else { // catch '0' below 10 (eg 09)
        lcd.setCursor (14,0);
        lcd.print ("");
        lcd.print (count);
    }
    lcd.setCursor (0,1);
}
```

```
lcd.print ("PASS>");  
if (keypressed != NO_KEY) { // Accept only numbers and * from keypad  
if (keypressed == '0' || keypressed == '1' || keypressed == '2' || keypressed == '3' ||  
keypressed == '4' || keypressed == '5' || keypressed == '6' || keypressed == '7' ||  
keypressed == '8' || keypressed == '9') {  
tempPassword += keypressed;  
lcd.setCursor (i, 1);  
lcd.print ( "*"); // Put * on lcd  
i ++;  
NewTone (buzzer, 500,200); // Button NewTone  
}  
else if (keypressed == '*') { // Check for password  
if (password == tempPassword) { // If it's correct unarmed the system  
armed = false;  
NewTone (buzzer, 700,500);  
break;  
}  
else { // if it's false, retry  
tempPassword = "";  
NewTone (buzzer, 200,200);  
delay (300);  
NewTone (buzzer, 200,200);  
delay (300);  
goto retry;  
}  
}  
}  
}
```

Arduino Uno module programming is done using the Arduino IDE software and firmware in it Codebender module. This system is very flexible, so it

can be incorporated into any other alarm system. As well, if necessary, extra equipment or what sensors, remote warning systems, etc.

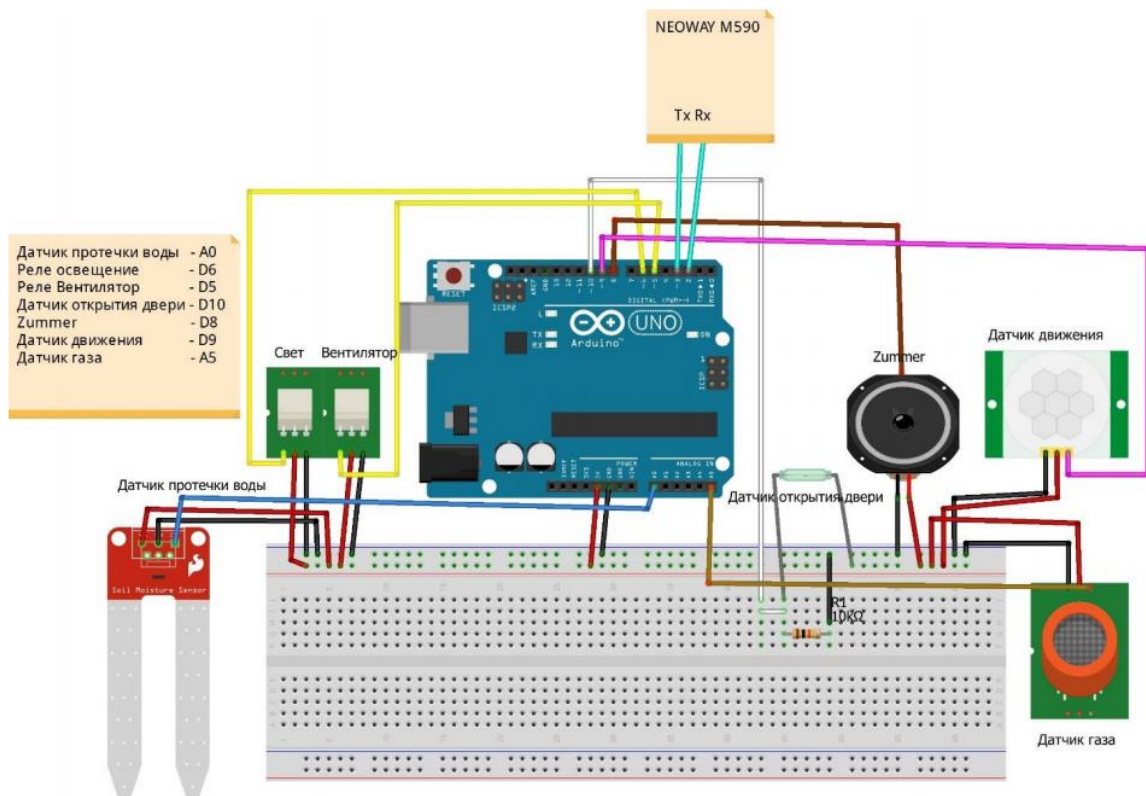


Fig. 2 - Scheme of connection modules.

Connecting sensor leaking fluid (water). The sensor has 3 outputs - +, -, S. plus and minus output is connected in accordance with the breadboard similar inputs, the analog output S is connected to an analog input A0 Arduino board.

Connect the motion sensor. Movement detector HC-SR501 has 3 outputs - GND, Power +, Output. Outputs Power + and GND are connected to the + and - breadboard and Output D9 output to input board Arduino UNO (Figure 2.).

Connecting gas sensor. Gas sensor MQ-2 has four output - VCC, GND, D0, A0. VCC and GND is connected to the + and - breadboard. Yield D0 and A0 are respectively discrete and analog output sensor. This scheme was used only analog output A0 A5 which connects to the analog input board Arduino UNO

Connecting the relay module. relay module has 4 outputs - VCC, GND, IN2, IN1. VCC and GND are connected to the breadboard. IN1 IN2 and outputs connected to the binary inputs D5 and D6, respectively. Module 2 has an additional input under 220V device. This is to ensure that when any of the sensors, Arduino sending the relay signal to switch illumination or fan to ventilate the room. Connecting GSM Shield Neoway M590 M590 module has 8 outputs - + 5V, GND, I, T, R, V, K, G. outputs + 5V and GND are connected to corresponding inputs on Arduino board. The outputs T and R are communication channels Tx and Rx, where Tx-receiver, and Rx-source. They are connected to the discrete inputs D2 and D3, respectively. To turn on the output of the module K must be connected to the output of G, and therefore worth a jumper between them.

Connection of the sensor door opening door opening sensor is connected to one output + breadboard, and a second output connected to the digital input boards D10 Arduino. For proper operation of the sensor, the output D10 must be short-circuited through 10K resistor to GND. Connecting buzzer MH-FMD buzzer has 3 outputs - VCC, GND, I / O. VCC and GND are connected to respective tracks on the breadboard. Output I / O is connected to a logic input on D8 Arduino.

УДК 697.95

This system can operate as a burglar alarm (protective regimen), and a warning mode (operating in the laboratory to prevent leakage and so on)

To arm the alarm is armed is a button "A" on the numeric keypad. After pressing system gives 10 seconds to leave the premises. After 10 seconds, a protection mode is enabled and the penetration into the territory of the laboratory involved beep. In order to disarm the alarm mode you must enter the correct password and press "*" on the keypad. It is also has a function to change the password by clicking the button «B». In the present fire-alarm reed sensor 3 is used and ultrasound 1 that would track the movement. When you open the door, entered have 20 seconds to enter the correct password before the system will give a loud signal.

Conclusion: These developments burglar-alarm on the Arduino-based ICS can be used as a basis for the development of burglar alarm systems. Computer system burglar-alarm can be used in various industries, and in contrast to other similar systems, its cost is much smaller. So it could easily be integrated into other alarm system and changed for the needs of the user.

Literature

1. Ulli Sommer Programming of microcontroller boards Arduino / Freeduino. BHV-Peterburg; 2012.
2. Yuri Revich Entertaining electronics. BHV-Peterburg; 2015.
3. Victor Pettine Projects using Arduino controller: BHV-Petersburg; 2014.
4. Simon Monk We program the Arduino: Publishing house "Peter"; 2015.
5. Arduino-diy. URL: http://arduino-diy.com/arduino_proekty-0
6. Lab or protection rules in chemical laboratories: K. : Basis, 2013. - 22 p.
7. Arduino. URL: <http://arduino.cc/>, free.
8. Overview Arduino boards. URL: http://geekmatic.in.ua/the_different_arduinos, free.

ВЫБОР СХЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ НА ПРИМЕРЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ В Г. МОСКВА

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.501](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.501)

Старкова Лариса Геннадьевна

Канд. техн. наук, доцент кафедры управления недвижимостью и инженерных систем ФГБОУ ВО

«МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

Хилажева Айгуль Адгамовна

магистрант кафедры управления недвижимостью и инженерных систем ФГБОУ ВО

«МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

Старкова Дина Александровна

магистрант НИУ ИТМО, г. Санкт-Петербург

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам выбора оптимального способа климатизации высотных зданий построенных в России в 60-70-е годы, которые в настоящее время находятся в состоянии износа и

капитального ремонта. Выбор принципиальных решений по устройству климатических систем Заказчику необходимо делать на стадии подготовки задания на проектирование капитального ремонта. Для такого выбора необходимо анализировать множество факторов так, чтобы в итоге было принято наиболее рациональное решение. Однако зачастую у Заказчика нет достаточных для этого компетенций. В статье приводится пример выполнения сравнительного анализа различных вариантов климатизации для 15-ти административного здания в г. Москва. В первом варианте предложена модернизация существующей системы, во втором предложено полностью новое решение. Результаты исследования могут быть полезны инвесторам и государственным заказчикам столкнувшихся с подобными проблемами.

ABSTRACT

The article is devoted to the selection of the optimal method of climate control of high-rise buildings built in Russia in the 60-70s, which are currently in a state of wear and major repairs. The choice of fundamental decisions on the device of climatic systems the Customer needs to do at the stage of preparation of the task for the design of major repairs. For such a choice it is necessary to analyze many factors so that in the end the most rational decision was made. However, often the Customer does not have sufficient competencies for this. The article provides an example of a comparative analysis of different climate options for 15 administrative buildings in Moscow. In the first embodiment, the modernization of the existing system is proposed, in the second a completely new solution is proposed. The results of the study can be useful for investors and government customers faced with similar problems.

Ключевые слова: системы климатизации зданий, эжекционные доводчики, системы отопления, вентиляции и кондиционирования, технические характеристики, капитальные и эксплуатационные затраты.

Keywords: building air conditioning systems, ejection closers, heating, ventilation and air conditioning systems, technical characteristics, capital and operating costs.

ВВЕДЕНИЕ

В 1960–70 годы 20 века в СССР отмечены началом массового строительства высотных каркасных зданий (свыше 15-ти этажей). В строительстве возникла необходимость в новых технологиях, в том числе и в области устройства систем микроклимата зданий. В этот период возникло предложение об использовании универсальных климатических систем, которые одновременно выполняют функции отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, т.е. являются универсальными системами общей климатизации здания. Наиболее передовыми в те годы, за рубежом и впоследствии в СССР были признаны водяные системы с эжекционными доводчиками. В СССР впервые такие системы были применены в Москве в 1964 г. в зданиях

министерства и секретариата СЭВ на проспекте Калинина, в здании Госстроя СССР в Георгиевском пер., здании ЦК КПСС в Ипатьевском пер., новой гостинице «Москва» и далее во многих зданиях административного типа [1].

Однако, в практике проектирования эти системы рассматривались как эксклюзивно-экспериментальные и при дальнейшем развитии высотного строительства массового применения не получили из-за отсутствия доступного промышленного производства оборудования. А практика дальнейшего развития строительных технологий вновь стала отдавать предпочтение устройству отдельных климатических систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) [2].



Рисунок 1. Бывшее здание СЭВ на проспекте Калинина в г. Москва

В настоящее время, по истечении 40-50-летнего срока во всех перечисленных зданиях и им подобных, универсальные системы выработали свой ресурс, а сами здания нуждаются в капитальном ремонте. При этом, здания, в большинстве, за время эксплуатации несколько раз поменяли собственников и свое назначение. Поэтому, остро встает вопрос о восстановлении и модернизации всего климатического блока.

Подобная ситуация возникла при капитальном ремонте 15-тиэтажного административного по адресу: г. Москва, ул. Маросейка, д.12, стр.2, здание Б, общей площадью 10229,7 м².

При выборе концепции системы Заказчик уделял особое внимание следующим факторы: комфорт, эффективность регулирования, доступность и удобство монтажа, эксплуатация и стоимость систем. На этапе предшествующем разработке задания на проектирование Заказчику предстояло принципиально решить вопрос о способе климатизации здания: либо на основе существующего принципиального решения модернизировать устаревшую универсальную систему заменив ее на современный аналог, либо полностью отказаться от использования принципа универсальности и использовать наиболее

прогрессивные на сегодняшний день отдельные системы для данного типа зданий [2];[3]. С этой целью авторами выполнено технико-экономическое сравнение двух выбранных вариантов климатизации здания.

ОПИСАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СХЕМ КЛИМАТИЗАЦИИ ЗДАНИЯ

Выбор вариантов сравниваемых систем, выявил, что на современном рынке климатического оборудования водяные системы с эжекционными доводчиками предлагаются довольно редко, а системы российского производства представлены единственной торговой маркой «Technoheat» производителем которой является ООО «Инженерная компания Велес» [4]. Таким образом, было отмечено, что оборудование для современных универсальных климатических систем является достаточно дефицитным.

Тем не менее, производственная компания «Technoheat» проводит широкую рекламу своего оборудования с обозначением большого количества преимуществ универсальных климатических систем с использованием эжекционных теплообменников.

Охлаждение + вентиляция Дежурное отопление Отопление + вентиляция

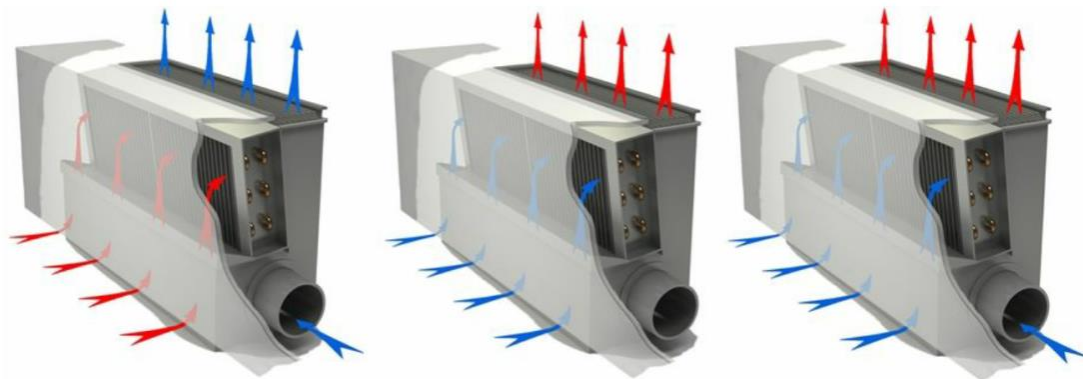


Рисунок 2. Возможные режимы работы эжекционных доводчиков

На сайте компании «Technoheat» [4] имеется следующее заключение: «На данный момент эжекционная климатизация зарекомендовала себя как исключительно неприхотливая и практически не требующая обслуживания система. Это подтверждается эксплуатацией многочисленных объектов с действующими с 1960-х годов эжекционными системами. При проведении капремонта подобных зданий предпочтение по-прежнему отдается эжекции, так как на сегодняшний день это безальтернативная по надежности и долговечности система климатизации.»

Однако, Заказчик эксплуатирующий подобную систему был настроен на использование именно альтернативного варианта. Поэтому решено выполнить сравнительный анализ

различных двух вариантов концепции устройства климатических систем, чтобы подтвердить или опровергнуть вышеупомянутое высказывание производителя.

Для сравнения, совместно с Заказчиком, были выбраны следующие варианты систем:

•1-й вариант. В качестве универсальной системы выбрана четырехтрубная система «Technoheat» (Россия) [4] с водяными подоконными эжекционными доводчиками и механической подачей санитарной нормы приточного воздуха и механической вентиляцией. Для подготовки потоков воздуха в разные периоды года применяются теплообменники ЦТП централизованного теплоснабжения, чиллеры а также центральные кондиционеры для обработки санитарной нормы воздуха.

•2-й вариант. В качестве отдельных систем предложено: водяное радиаторное отопление с вертикальным и пофасадным зонированием, организация естественного притока санитарной нормы воздуха в помещения кабинетов через оконные клапаны [5], механический приток в актовом зале и серверные, механическая вытяжная вентиляция и мультизональная система кондиционирования воздуха с изменяемым расходом хладагента (VRF-система) торговой марки «Systemair».

Система с использованием вентиляторных доводчиков (фанкойлов) в качестве альтернативной

эжекционной системе изначально не рассматривалась по настоянию Заказчика.

Анализ технических характеристик систем

С технической точки зрения каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки, которые были сведены авторами в общую таблицу [6]. Чтобы прийти к числовым показателям, Заказчик попросил оценить, насколько ему важны перечисленные качества: если преимущество имеет для него значение, то ему проставлялся балл +1, если недостаток имеет значение то ставился -1; если качество не имеет значение то ставился 0. Результаты оценки технических качеств систем приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ технической энергоэффективности вариантов схем климатизации здания

№	1 вариант Универсальная эжекционная система	Балл	2 вариант	Балл
			Раздельные системы ОВиК из радиаторного отопления, VRV – кондиционирования, и естественной вентиляции	
Основные преимущества систем				
1	Многофункциональный климатический агрегат, выполняющий сразу 3 функции: отопление, вентиляция и кондиционирование без использования электромощностей на работу вентиляторов фанкойлов или внутренних блоков сплит-систем.	+1	Теплоноситель, который поступает во все отопительные приборы имеет идентичную температуру, что предоставляет возможность равномерного прогрева всех помещений. Водяные радиаторы обеспечивают более рациональную и комфортную для человека передачу теплоты, чем конвектора.	+1
2	Температурный режим теплоносителя от 40 до 60 °С обеспечивает щадящий режим работы трубопроводов, арматуры, прокладок. При данной температуре возможна применение энергоэффективных конденсатных котлов и тепловых насосов.	0	Система обеспечивает одинаковую температуру во всех помещениях.	+1
3	Отсутствуют дополнительные затраты на замену отработанных фильтров, не происходит снижение производительности по воздуху из-за увеличения сопротивления загрязненного фильтра.	0	Безопасная температура поверхности различных приборов и труб.	+1
4	Отсутствуют затраты на выделение и подведение электромощностей, потребление электроэнергии вентилятором, необходимость техобслуживания вентиляторов.	+1	Система подходит для объектов любой конфигурации и этажности.	+1
5	Доводчики «Technoheat» работают на холодоносителе с температурой +14°С. При температуре +14°С холодопроизводительность чиллера возрастает на 15%.	+1	Возможности установки на радиаторы индивидуальных автоматических терморегуляторов и индивидуальных пультов управления для блоков кондиционеров	+1
6	При температуре стенки +14°С теплообменник менее подвержен выпадению конденсата.	+1	Простота в обслуживании и ремонте.	+1
7	Скрытая установка в подоконной нише.	0	Бесшумная работа системы в режиме отопления.	+1

8	Надежная отработанная конструкция – срок службы более 40 лет (Заказчик не согласился).	0	Проверены эксплуатационные сроки – 25-30 лет. (Заказчик не согласился).	0
9	Минимальная стоимость владения среди систем ОВиК (Заказчик не согласился).	0	Минимальное количество приточных воздуховодов	+1
10			Высокое качество наружного воздуха с естественным количеством озона и легких ионов	+1
Итого баллов за преимущества		+ 4		+9
Основные недостатки систем				
1	Открывание окон может привести к повышению влажности и, следовательно, к повышению точки росы в помещении. В этом случае температура охлаждающей воды может оказаться ниже точки росы. Во избежание этого необходимо оснастить окна выключателями фиксации закрытого положения. При открывании окна подача охлаждающей воды должна прекращаться. С точки зрения экономии энергии система кондиционирования воздуха также не должна работать при открытых окнах. Либо предусмотреть систему отвода конденсата от каждого агрегата.	-1	Большая стоимость разводящих трубопроводов и фреоновых трубопроводов.	-1
2	Для того, чтобы вытесняющий поток воздуха не создавал турбулентцию, зона на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от воздуховыпускной решетки должна быть свободной. Данная область не может быть частью рабочей зоны. Для создания вытесняющего потока всасывание удаляемого воздуха должно производиться под потолком.	-1	Опасность нарушения нормативных параметров в рабочей зоне при работе внутренних блоков кондиционеров в малых помещениях.	-1
3	От одного воздуховода может последовательно подключаться только до 8 эжекционных доводчиков.	0	Шум от работы вентилятора внутреннего блока кондиционера.	-1
4	Недостатком этих систем является то что центральный кондиционер нужно включать даже тогда, когда только одно из помещений требует кондиционирования воздуха в данный момент.	-1	Необходимость применения компенсаторов при длинных ветках.	0
5	Максимальная ширина помещения для применения данной системы: 5-7 м. В помещениях с большей шириной подоконные эжекционные доводчики подают воздух в зону пребывания людей с двух или более сторон, или применяют дополнительную систему. Разность температур приточного воздуха и воздуха в помещении не должна превышать от -6 до -8 К.	0	Сложность монтажа.	-1
6	Высокая вероятность загрязнения поверхности теплообменников. Не гигиеничность.	-2	Большое количество труб и специальных соединительных элементов	0
7	Необходимость контроля за утечками тепло/холодоносителя.	-1	Необходимость регулярного техобслуживания каждого блока в т.ч. контроль утечек холодоносителя.	-1
8	Неравномерность воздушного потока при прогреве помещения.	-1		
9	Подача теплого и холодного воздуха требуют противоположного по высоте расположения теплообменников, либо специальных приспособлений при одинаковой высоте	-1		

	Итого баллов за недостатки	-8		-5
	Общая оценка Заказчика	-4		+4

Анализ технических характеристик выявил явное преимущество второго варианта климатизации здания в глазах Заказчика.

Таким образом, учитывая факторы дефицитности на современном рынке оборудования, гигиенические аспекты и недостатки эксплуатации, Заказчик на этапе предварительного выбора, предпочел вариант устройства отдельных систем отопления, вентиляции и кондиционирования с полной заменой всего оборудования и заказал разработку проектной документации для выбранной концепции. Для обоснования правильности выбора Заказчика и для получения критериев объективного сравнения вариантов, решено было выполнить экономический анализ затрат для обоих вариантов [7].

Анализ экономических показателей систем

Анализ велся путем сопоставления капитальных и эксплуатационных затрат на устройства и работу каждого варианта.

Расчёт стоимости универсальной эжекционной системы

На настоящий момент, в РФ не создано единой методики для расчета и проектирования эжекционной системы, поэтому подбор эжекционных доводчиков выполнен с помощью программы «TROX Easy Product Finder» (ФРГ). Расчет производится путем введения параметров свежего приточного и рециркуляционного воздуха. Данная методика не учитывает конструкции и место расположения доводчиков, поэтому расчет производился по укрупненным показателям всех капитальных затрат этой системы для данного здания. Результаты укрупненного расчёта представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты расчёта Расчет стоимости эжекционной системы

Название оборудования	стоимость, руб
Подоконный эжекционный доводчик:	25 968 460
Центральные кондиционеры	7 938 373
Воздуховоды, трубопроводы решетки, изоляция, крепеж	6 804 302
Автоматика	2 268 107
Итого за капитальные затраты:	42 979 242
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	2 190 000
Итого:	169 242

Расчёт стоимости отдельных систем ОВиК
Т.к. Заказчик уже на этапе технического сравнения определился с выбором в пользу отдельного способа климатизации здания, то анализ стоимостных затрат производился по итогам

проектирования отдельных систем на основании сметного расчета. Результаты расчёта стоимости отдельных систем отопления, вентиляции и кондиционирования в ценах за 2019г. приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты сметного расчета стоимости систем ОВиК

Название систем, вид затрат	Стоимость, руб
Отопление	
Итого за капитальные затраты:	10 948 849
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	547 442
Итого:	11 496 291
Теплоснабжение приточных установок П1, П2, П3	
Итого за капитальные затраты:	379 332
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	18 967
Итого:	398 299
Вентиляция П1, П2, П3 (актовый зал и серверные)	
Итого за капитальные затраты:	1 612 209
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	22 570
Итого:	1 634 779
Кондиционирование	
Итого за капитальные затраты:	31 853 139
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	782 000
Итого:	32 635 139
Итого всех затрат по системам ОВиК:	46 164 508

Анализ результатов экономического расчета. Результаты расчетов предоставлены графическими диаграммами с помощью которых

наглядно можно проанализировать экономическую эффективность систем.

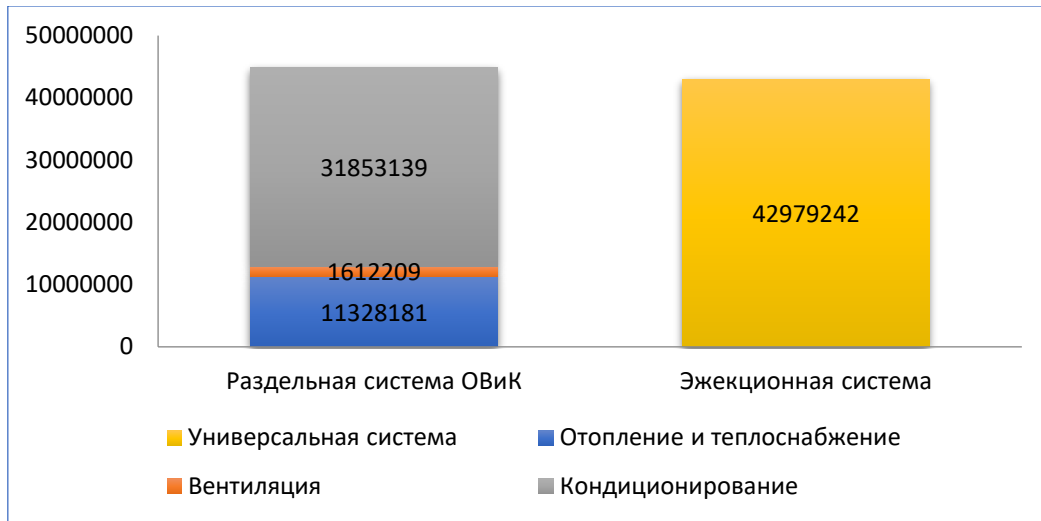


Рисунок 3. Диаграмма сравнения капитальных затрат

На диаграмме, изображенной на рисунке 3 видно, что в раздельной системе ОВиК наибольшими капитальными затратами ожидаемо обладает система кондиционирования. Общая разница в стоимости капитальных затрат между

универсальной системой и с традиционной ОВиК системой составляет 1 814 287 руб., что в процентном соотношении составляет 4,05 % в пользу эжекционной системы.

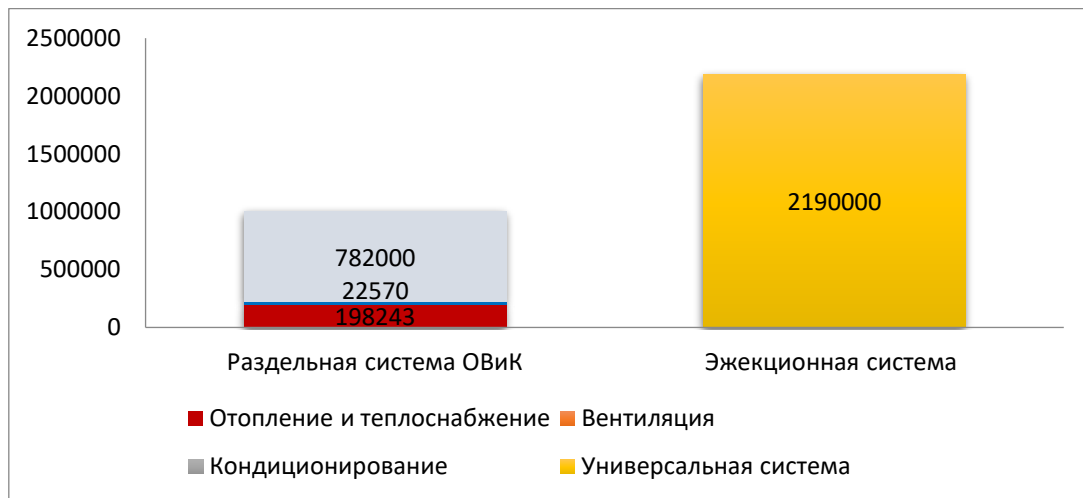


Рисунок 4. Диаграмма сравнения годовых эксплуатационных затрат

Разница эксплуатационных расходов на годовое техническое обслуживание между раздельной и универсальной системами,

показанная на рисунке 4, составляет 1 187 186 руб./год, что в процентном соотношении составляет 45,8 % в пользу раздельной системы ОВиК.



Рисунок 5. Диаграмма прогнозного анализа стоимости эксплуатации систем за период 20 лет

На рисунке 5 показана диаграмма для прогнозного анализа стоимости эксплуатации систем с учетом текущего ремонта за 20 лет. Разница эксплуатационных расходов в раздельной и универсальной системах за 20 лет предположительно составит 23 743 740 руб., что в процентном соотношении составляет 54,2 % в пользу раздельной системы ОВиК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного исследования показывают, что на данный момент в сложившихся технико-экономических условиях РФ, несмотря на наличие ряда технических достоинств, универсальные системы поддержания микроклимата на базе эжекционных доводчиков являются менее совершенным средством по сравнению с широко развитыми эффективными раздельными системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Таким образом, проведенное исследование подтвердило правильность выбора Заказчика в пользу полного переоборудования здания новыми раздельными системами поддержания микроклимата и обосновало рациональность его затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Издательство физико-математической литературы; 2003. [Kokorin OY Sovremennye sistemy kondicionirovaniya vozduha. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury; 2003. (In Russ).]

Росс Д. Проектирование систем ОВК высотных общественных многофункциональных зданий. М.: АВОК-ПРЕСС; 2004. [Donald E. Ross. HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings. Atlanta, 2004]

Старкова Л.Г., Пилипенко О.О. Создание адаптивных систем вентиляции торговых центров//

Современные достижения университетских научных школ. Сборник докладов национальной научной школы-конференции. Магнитогорск. 2016. С. 71-73. [Starkova LG, Pilipenko OO Sozdanie adaptivnyh sistem ventilyacii torgovyh centrov// Sovremennye dostizheniya universitetskikh nauchnyh shkol. Sbornik dokladov nacional'noj nauchnoj shkoly-konferencii. Magnitogorsk: MGTU im.G.I.Nosova; 2016:71-73. (In Russ).]

Производство и продажа эжекционных доводчиков/ Официальный сайт производственной компании Technoheat.ru. URL <http://technoheat.ru>

СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения. М.: Консультант Плюс; 2015 [SP 118.13330.2012* Public buildings and works. Moscow: Konsul'tant Plyus; 2015. (In Russ).]

Старкова Л.Г., Хилажева А.А., Сысоева Е.К. Сравнительный анализ систем отопления высотных зданий на примере административного здания в г. Москва // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. С. 483. [Starkova LG, Hilazheva AA, Sysoeva EK Sravnitel'nyj analiz sistem otopleniya vysotnyh zdaniy na primere administrativnogo zdaniya v g. Moskva// Aktual'nye problemy sovremennoj nauki, tekhniki i obrazovaniya. Tezisy dokladov 77-j mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova; 2019: 483. (In Russ).]

Старкова Л.Г. Энергосбережение в системах ТГСВ: Учебное пособие для студентов специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова; 2005. [Starkova LG Energoberezhenie v sistemah TGSV: schoolbook. Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova; 2005. (In Russ).]

УДК 67.067
ГРНТИ 70.25.01 70.25.09 70.25.12

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Федотова Юлия Викторовна

Студент магистратуры

*«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова»*

г. Санкт-Петербург.

*Научный руководитель: Спицын Андрей Александрович
доцент, кандидат технических наук.*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены источники загрязнений, характеристики и состав сточных вод заводов по производству древесного угля. Проанализированы объёмы спускаемых стоков этих производств. Указаны преимущества оборотного водоснабжения лесохимических предприятий такие как: меньший среднегодовой расход воды на тонну готовой продукции; меньшее значение сбрасываемых стоков на тонну готового угля; невысокие суммарными потерями воды. Разобраны основные этапы очистки производственных вод и пути уменьшения их количества. Рассмотрены две принципиальные схемы станций биологической очистки стоков заводов пиролиза древесины. Предложены пути решения совместной водоочистки хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод.

ABSTRACT

The amount of water pollution were studied. The advantages of recycled water supply to chemical plants are lower average annual water consumption per ton of finished products, lower value of discharged reserves per tonne of finished charcoal and low total water loss. The main stages of industrial water treatment and ways to reduce their quantity were investigated. The consideration is represented of two technological scheme of biological treatment plants for wood pyrolysis plants. Ways of solving the joint water treatment of economic and fecal and industrial wastewater were proposed.

Ключевые слова: лесохимические производства, пиролиз, очистка, сточные воды, древесный уголь.

Key words: forest chemical production, pyrolysis, water treatment, waste water, wood charcoal.

Введение

Улучшение качества природных источников пресной воды путём снижения загрязнённости промышленных сточных вод — одна из самых актуальных проблем современности.

Как и любая химическая промышленность, в том числе и производство древесного угля, сопровождается потреблением воды в технологических процессах, что приводит к образованию стоков и необходимости их очистки.

Сточные воды заводов пиролиза древесины обладают высокой концентрацией загрязняющих веществ — фенолов и их эфиров, кислот, спиртов, фурфурола и других соединений, образующихся при пиролизе древесины [1][2].

Выбор эффективной схемы очистного сооружения способствует резкому снижению

загрязнённости сточных вод и кратности их разбавления. Повторное использование вод производства в оборотных системах позволит сократить объёмы сбрасываемых стоков.

Основная часть

Одним из источников сточных вод лесохимической промышленности является вода, содержащаяся непосредственно в древесине перед химической обработкой или образующаяся в процессе химических превращений. Высокий процент сточных вод составляют конденсат острого пара и вводимая в процесс вода, применяемые в ряде химических процессов.

В зависимости от целевого назначения воды образуются различные стоки по своему составу и свойствам (рис. 1) [3] [4].

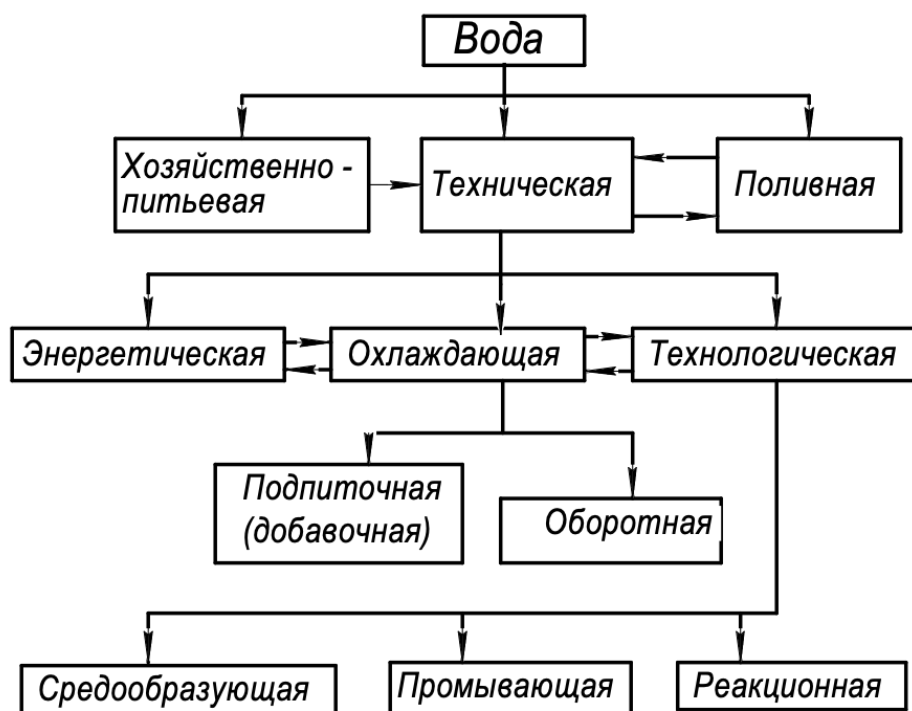


Рис. 1: Классификация воды по целевому назначению

К стокам лесохимической промышленности относят и кубовые остатки, состоящие в основном из органических соединений различной структуры, содержащие малое количество воды.

Для определения загрязнённости сточных вод лесохимического предприятия и водоёма, в который эти стоки поступают, рекомендуют определять:

- реакцию водной среды;
- прозрачность;
- содержание растворённого кислорода;
- БПК;
- содержание грубодисперсных веществ;
- запах;
- окраску воды;
- содержание фенолов;
- содержание сульфатов;
- содержание осадка;
- содержание всплывных веществ;
- содержание сухого и прокалённого остатка;

- содержание меди;
- окисляемость [5].

Спуск сточных вод лесохимического предприятия регламентируется требованиями, предъявляемыми к свойствам и химическому составу воды непосредственно у места спуска воды в соответствии с СанПин 2.1.5.980-00 и с учётом класса водопользования данного водоёма.

При пиролизе древесины в аппаратах периодического действия начальные погоны (жижка) содержат недостаточное количество ценных химических продуктов, что делает их нерентабельными для переработки, что приводит к сбросу их в канализацию или в атмосферу при отсутствии конденсирования. При ежемесячной чистке конденсаторов в канализацию поступают загрязнённые промывные воды.

Санитарно-химические показатели загрязнённости стоков заводов пиролиза в аппаратах периодического действия указаны в таб. 1 [6][7].

Табл. 1

Санитарно-химические показатели грязных стоков, образующихся при пиролизе древесины в периодически действующих ретортах

Критерий оценки	Стоки предприятия	
	Слабая жижка	Промывная вода охлаждающей аппаратуры
Температура, °С	20—25	20—25
Цветность	Красно-коричневая жидкость	Отсутствует
Запах	Резко смоляной	Отсутствует
pH	4,8—6,8	6,8—7
Окисляемость по йоду, мг O ₂ /л	47420	Отсутствует
БПК _{полн} , мг O ₂ /л	20460	20,4
ХПК, мг O ₂ /л	2200—2530	78
Содержание, мг/л:		
Летучих фенолов (в пересчёте на фенол)	1624—2012	146—1022
Бромирующихся веществ (в пересчёте на фенол)	5870	Отсутствует
Метанола	2800—2700	570
Летучих кислот (в пересчёте на уксусную кислоту)	10700	Отсутствует
Взвешенных веществ	40—66	12—320
Сухого остатка:		
Общего	2430—3100	1203—1342
После прокали	330—558	799—909

При пиролизе древесины непрерывного действия слабой жижки не образуется, но в канализацию сбрасывают кубовые остатки, формирующиеся при переработке жидких продуктов пиролиза различными способами с получением товарной продукции. Такие кубовые остатки обладают непостоянным составом и образуются в разном объёме в зависимости от исходного сырья и получаемого продукта.

В табл. 2 указаны меры водопотребления и отведения стоков заводов пиролиза на 1 т готового древесного угля [8].

Проанализировав данные, указанные в табл. 2, можно сделать вывод, что оборотные схемы водоснабжения обладают рядом преимуществ: характеризуются меньшим среднегодовым расходом воды на тонну готовой продукции, при этом 88,5% от суммарного объёма расходуемой воды находится в цикле; обладают меньшим значением сбрасываемых стоков на тонну готового угля; отличаются невысокими суммарными потерями воды. Но, количество производственных вод, подлежащих очистке почти в 7 раз больше, чем в прямоточной системе.

Табл. 2

Укрупнённые нормы водопотребления и отведения стоков заводов пиролиза на 1 т готового угля

Система водоснабжения	Прямоточная	Оборотная
3		
Среднегодовой расход воды, м		
Свежей воды		
Технологической	85,2	7,9
Питьевой	0,2	0,2
Всего	85,4	8,1
Оборотной воды	—	67,0
3		
Среднегодовое количество сбрасываемых стоков, м		
Подлежащих очистке		
Производственных	0,5	0,2
Бытовых	3,4	0,2
Не требующих специальной очистки	81,5	1,8
Всего	82,2	5,4
3	3,2	2,7
Суммарные потери воды, м		

В общие стоки загрязненной воды лесохимических предприятий входят:

- производственные сточные воды, состав и количество которых зависят от номенклатуры производств, производимых продуктов и методов производства;
- промывные воды аппаратуры, систематизированных данных о количестве и составе которых нет [9].

Для стоков лесохимических предприятий характерно большое количество растворённых в них органических соединений, а так же минеральных веществ.

Изучение технологических процессов позволяет обозначить пути уменьшения количества и загрязнённости стоков.

Очистку сточных вод следует начинать непосредственно в местах их образования, полностью ликвидируя или снижая их объем и загрязнённость.

Возможные пути уменьшения количества и загрязнённости сточных вод:

- перевод производственных процессов на непрерывный режим работы;
- проведение более глубокой сушки древесины перед пиролизом;
- внедрение в технологический процесс отстойников для выделения лёгких всплывших и тяжёлых масел;

• использование стоков в технологических процессах не требующих свежую воду;

- замена эжекторов на вакуум-насосы;
- использование глухого пара вместо острого;
- выделение лёгких и тяжёлых масел из загрязненной воды путём отстаивания.

Физико-химические и химические методы очистки сточных вод пиролиза древесины включают в себя:

- фильтрация через древесный и активированный угли;
- коагуляция;
- нейтрализация.

Фильтрация через древесный уголь достаточно надёжный и дешёвый по сравнению с активированным углём метод очистки стоков, уменьшающий концентрацию фенольных соединений на 30%, взвешенных частиц — на 57% и снижающий ХПК на 20% при расходе угля 4,2 кг на кубометр фильтруемой воды. Достоинствами данного метода являются дешевизна и доступность древесного угля, а так же возможность регенерации с незначительной потерей его или использование для производства угольных брикетов [10], [11].

Фильтрация через активированный уголь марки БАУ — весьма эффективный метод очистки сточных вод, поскольку имеет более высокие показатели снижения ХПК на 40 – 60%, окисляемость воды сокращается на

75,5% [12]. Внедрение этого способа водоочистки затруднено, поскольку стоимости активированного угля и его регенерации методами экстракции, деструкции как низкотемпературной, так и высокотемпературной сравнительно высоки и в случае активации энергозатратны [13],[14].

Коагуляция сопровождается выделением трудноудаляемого осадка, составляющего 8-12% от объёма очищаемой жидкости. При данном виде очистки происходит снижение ХПК на 24 – 40 % в зависимости от концентрации доз добавленной извести [15].

Для нейтрализации сточных вод лесохимических производств с рН от 4 – 6 применяется раствор гидроксида кальция. Этот процесс сопровождается дополнительным выделением смолистых веществ вследствие осаждения шлама в отстойниках, который подвергается обезвоживанию на иловых площадках и отправляется в отвал [7].

Сточные воды лесохимических предприятий характеризуются сравнительно небольшим объёмом сбрасываемых загрязнений, имеющих сложный органический состав, поэтому необходимо использование ряда микроорганизмов, способных обеспечить окисление основных групп органических загрязнений стоков.

На сооружениях биологической очистки используются активный ил или биоплёнка, создаваемые в наиболее благоприятный период для культивирования микроорганизмов – зооглейных скоплений бактерий различной формы и консистенции.

Совместная очистка производственных сточных вод лесохимической промышленности и фекально-хозяйственных стоков выгодна с санитарно-гигиенической и экономической сторон, поскольку фекально-хозяйственная жидкость будет

источником биогенных элементов (азот, фосфор), необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов. К тому же таким методом будет проходить разбавление концентрированных вод производства.

При биохимическом методе очистки сточных вод лесохимических предприятий необходимо очищать общий сток грязных вод в целях выравнивания концентрации загрязнений.

На заводах пиролиза древесины производственные стоки поступают в отстойник смолы. При наличии периодически сбрасываемых сточных вод предусматриваются цеховые сборники, из которых загрязнённые воды поступают в отстойник смолы равномерно в течение суток [16].

Процессы усреднения стоков и отделения тяжёлых и лёгких смол происходят в отстойнике смолы. После чего стоки поступают на фильтры, наполненные древесным углем, с целью отделения тонкодисперсной смолы. При необходимости сток, прошедший фильтрацию, поступает на нейтрализацию, откуда направляется в камеру смешения для разбавления до расчётного значения БПК . В некоторых случаях в камеру вводят

полн растворы минеральных солей. Затем сток направляют на биологическую очистку (биофильтры, аэротенки). Очищенная вода направляется во вторичный отстойник и после в водоём.

Совместная очистка производственных и хозяйственных вод сопровождается озонирование перед сбросом в водоём. Принципиальная схема станции очистки сточных вод заводов сухой перегонки древесины показана на (рис. 2).

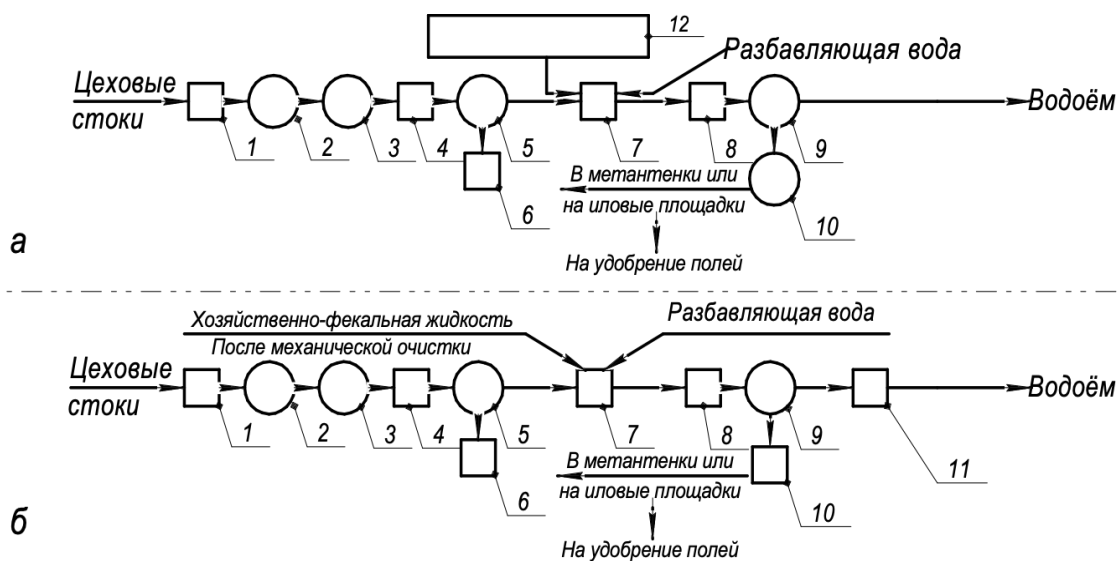


Рис. 2: Принципиальная схема станции биохимической очистки сточных вод, образующихся при пиролизе древесины лиственных пород (а — очистка производственных сточных вод; б — совместная очистка производственных и хозяйственно-фекальных вод)

1 – усреднитель; 2 – отстойник смолы; 3 – угольный фильтр; 4 – нейтрализатор; 5 – отстойник нейтрализованных вод; 6 – иловые площадки; 7 – камера смешения; 8 – биоокислитель; 9 – вторичный отстойник; 10 – уплотнитель ила; 11 – дезинфектор; 12 – реагентное хозяйство для азота и фосфора

Вода от конденсаторов-холодильников, имеющая температуру 50–55°C, незагрязнённая продуктами сухой перегонки древесины, поступает в отдельную сеть. В холодное время года применяются для разбавления грязных сточных вод или подвергаются сбросу в водоём.

Следует иметь в виду, что очистка стоков лесохимических производств не упреждает загрязнения объекта водопользования, поскольку даже при сбросе очищенных вод требуется их многократное разбавление свежей водой. Иначе же естественные водоёмы будут содержать воду, ненасыщенную кислородом и непригодную для жизнедеятельности представителей водной фауны.

Заключение

Использование оборотных систем резко снижает объёмы сбрасываемых стоков на тонну готового угля, при этом 88,5% от расходуемой для производства воды находится в цикле, к тому же потери воды незначительны. Но количество производственных вод на тонну готовой продукции, подлежащих очистке в 7 раз больше, чем в прямоточной системе.

Для решения проблемы водоочистки с учётом экономических и санитарно-гигиенических показателей, совместная схема очистки сточных вод хозяйственного потребления и лесохимических предприятий — лучший и эффективный вариант водоочистки.

Но для осуществления такой схемы очистного сооружения необходимо решить проблему сброса сточных вод завода производства древесного угля в хозяйственно-фекальную сеть канализации.

Соединение хозяйственно-бытовых и лесохимических стоков весьма затруднительно, поскольку заводы по производству древесного угля находятся за пределами крупных населённых пунктов. Поэтому существует необходимость в строительстве такого очистного сооружения, способного соединить новыми канализационными путями эти потоки для проведения совместной очистки.

Очищенная сточная вода лесохимического производства требует разбавления, поскольку введение такой воды в естественный водоём приведёт к непригодности его для жизнедеятельности водных животных.

Ссылки

1. Шевченко М. А. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. Киев.:Наукова Думка, 1966. С. 203

2. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. М.: Химия, 1974. С. 376.

3. Мейнк Ф., Штофф Г., Кольшюттер Г. Очистка промышленных сточных вод. Ленинград.: Гостехиздат, 1963. С. 646.

4. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твёрдых отходов. Омск: ОмГТУ, 2005. С. 192.

5. Сумароков В.П., Гордон Л.В. Справочник химика / Под ред. К.А. Снесарев. М.:Гослесбумиздат, 1956. С.256.

6. Яковлев С. В., Карелин Я. А., Жуков А. И. Канализация / Под ред. С. К. Колобанов. М.: Стройиздат, 1975. С. 632.

7. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Том 2. Калуга.: Издательство Н. Бочкарёвой, 2003. С. 884.

8. Глухарева М. И., Дроздов Н. П., Ермакова Л. А. Справочник химика / Под ред. А. Н. Кислицын, В. И. Лисов, Е. А. Маклов. М.: "Лесная промышленность", 1974. С. 376.

9. Жуков А. И., Демидов Л. Г., Монгайт И.Л. Канализация промышленных предприятий. Очистка промышленных сточных вод. / Под ред. И.Д. Родзиллер. М.: Стройиздат, 1969. С. 375.

10. Углеродные адсорбенты из древесных отходов в процессе очистки фенолсодержащих вод / А.О. Еремина, В.В. Головина, М.Ю. Угай, А.В. Рудковский // Химия растительного сырья. 2004. Т. 4, № 3. С. 67–71.

11. Когановский А.М, Левченко Т.М., Кириченко В.А. Адсорбция и адсорбенты. Киев.: Наукова думка, 1975. С. 288.

12. Богданович Н. И., Черноусов Ю. И. Сорбенты для очистки сточных вод ЦБП на основе отходов переработки древесины. М.: ВНИПИЭИлеспром., 1989. С. 44.

13. Беляев Е.Ю. Получение и применение древесных активированных углей в экологических целях // Химия растительного сырья. 2000. Т. 4, № 2. С. 63–74.

14. Когановский А.М, Кульский Л.А., Сотникова Е.В. Очистка промышленных сточных вод / Под ред. В.Л. Шмарук. М.: Техника, 1974. С. 257.

15. Калабина М.М, Конобеев С.И., Роговская Ц.И. Сточные воды заводов сухой перегонки дерева лиственных пород (бука), их влияние на водоём и методы обработки / Под ред. А.И. Рыбникова. ВНИИ ВОДГЕО, 1955. С. 285.

16. Роговская Ц. И., Терентьева В.В. Сточные воды лесохимических предприятий и методы их очистки. М.: Московская правда, 1962. С. 65.

THE STABILITY OF THIN-WALLED OPEN- PROFILE BARS WITHIN THE NONLINEAR ELASTIC DEFORMATION

Sadigov I.R.

Department of Mechanics,

Azerbaijan University of Architecture and Construction,

Ayna Sultanova 11, Baku, Azerbaijan

Phone: +994125390609

ABSTRACT

The paper considers researches dealing with the stability of thin-walled open-profile bars. The widespread use of thin-walled bars in engineering constructions is resulted in a significant reduction in the weight of these systems. Considering the relevance of the given problem, the stability of nonlinear deformation to the central axis direction of the thin-walled bars has been investigated. The physical nonlinearity of the bar's material, dependence of the normal tension in its cross-section on the relative linear deformation has been taken as the form of the dual cubic polynomial. An appropriate nonlinear differential complex equation for a single torsion angle has been composed for the determination of the normal and touching tensions at bar's cuts in the non-free torsion of the longitudinal compression of the bar subjected to nonlinear deformations, and free touch tensions in free torsion towards the direction of the thickness of the bar. In order to use the small parameter method for the solution of this differential equation, the small parameter expression is composed of the elastic characteristics of the bar material. The solution line of the form of the nonlinear differential equation due to the small number of parameters is divided into differential equations, so that their solution is easily carried out. As a result, the expression of thin-walled bar's tension is obtained in the third approximation.

Keywords: Thin-walled bar, nonlinear deformation, open -profile, deplanation, non-free torsion, bending, curling moment, sectorial field, sustainability.

INTRODUCTION

The tap of the thin-walled bars in different constructions, especially in shipbuilding, aviation industry, and construction of high-mile buildings, etc., caused a creation of the new computation theory. The famous scientist, Vlasov's fundamental works had an irreplaceable role in the sphere of the creation and development of this theory [1]. Taking into account that the thin-walled bars squeezed in the longitudinal direction are problematic ones, the significant investigations of Peres N., Goncalves R., Camotim D. and others along with Vlasov's survey had a great impact on their work on calculations for sustainability [2-4, 9].

Unlike the closed contoured or the whole cut thin-walled bars, the open-profile bars are slightly resistant to torsion. According to the general theory of open

profile thin-walled bars, in the torsion of such bars their cuts are bent, thus various points take different movements in the direction of the central longitudinal axis of the bar. Such longitudinal displacements are called deplanation.

PROBLEM STATEMENT

If the deplanation of the cuts of the bar doesn't occur freely, it implies that normal tensions arise in non-free torsion. In this case touch tensions also arise in the points of the cut of the bar. These touching tensions are indicated as τ^{q-s} , they are accepted like regularly disseminated in wall thickness of the shaft [1]. In the free torsion the tensile stresses varying by linear law in the direction of bar thickness are called free touching tensions, and are indicated as τ^s (see Fig. 1).

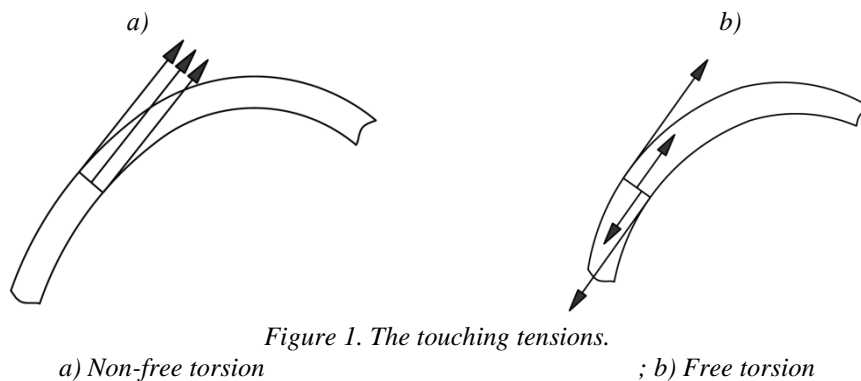


Figure 1. The touching tensions.

When we indicate the momentum that is born of internal touch forces in the free torsion with \overline{M}_b , and the momentum that is born of touch forces in the non-free torsion with \overline{M}_b , the full torque momentum is taken as follows:

$$M_b = \overline{M}_b + \overline{M}_b \quad (1)$$

The shift (deplanation) u of any point of the cut of the bar to the longitudinal axis x can be taken as follows [2]:

$$u = -\alpha(x) \cdot \omega(s), \quad (2)$$

here $\alpha(x)$ – is the relative torsional angle of bar, which is the function of x variable, $\omega(s)$ – is the sectorial area of S function. Sectorial area as rotation of radius-vector that takes its beginning from any polar point k is assumed as double area resulting from the movement of the last (the second) point on the middle line of the bar wall (Fig. 2).

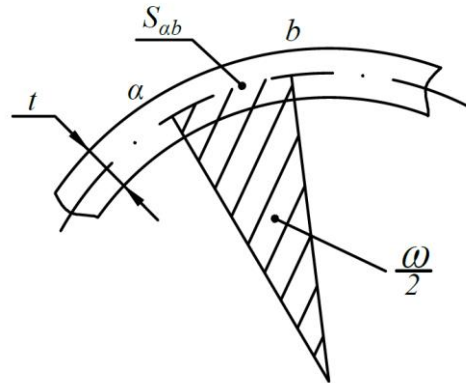


Figure 2. The sectorial area.

The negative symbol in Eq. (2) indicates the counterclockwise rotation of the radius-vector. Considering that the bar material is non-linear elastic, we find normal tension in its most extreme non-free torsion in the cut of the bar as follows [5]:

$$\sigma_x = E_0 \varepsilon_x - E_1 \varepsilon_x^3, \quad (3)$$

here E_0, E_1 – are elastic constants of the bar material, ε_x is the relative longitudinal linear deformation.

Choosing the Method of Solution

Let's make the last expression as follows:

$$\sigma_x = E_0 \varepsilon_x (1 - v\beta \varepsilon_x^2), \quad (4)$$

here $v = \frac{E_1}{E_0} \varepsilon_{m.h.}^2$ – is the small parameter drawn from the elasticity of the bar material

($v < 1$), $\beta = 1/\varepsilon_{m.h.}^2$, $\varepsilon_{m.h.}$ – is the relative deformity of the material due to the range of the tolerance of the material [6].

Using Koshi dependences and considering Eq. (2), we can write the following:

$$\varepsilon_x = -\frac{d\alpha(x)}{dx} \cdot \omega(s), \quad (5)$$

here the single torsion angle $\alpha(x)$ equals to derivative of θ – through x variable:

$$\alpha = -\frac{d\theta}{dx}$$

Taking into account the last equation, we can substitute Eq. (5) with Eq. (4) and have:

$$\sigma_x = -E_0 \left[\frac{d^2\theta}{dx^2} \omega(s) - v\beta \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot (\omega(s))^3 \right] \quad (6)$$

Considering the following equilibrium Eq. (6) we determine the touching tensions:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial s} = 0, \text{ from here}$$

$$\tau = -\int_0^s \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} ds = E_0 \left[\frac{d^3\theta}{dx^3} \int_0^s \omega ds - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \int_0^s (\omega(s))^3 ds \right] \quad (7)$$

We take the last equation and multiply it with the thickness of the bar wall t and get the intensity of the flood of the forces touching along its wall:

$$\tau t = -\int_0^s \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} t ds = E_0 \left[\frac{d^3\theta}{dx^3} \int_0^s \omega t ds - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \int_0^s (\omega(s))^3 t ds \right] \quad (8)$$

In Eq. (8) we mark $t ds = dF$ and $\tau \cdot t = q$, but integrals are indicated as follows:

$-S_\omega = \int_0^s \omega dF$ – sectorial static momentum (unit of measurement sm^4),

$-J_\omega = \int_0^s \omega^2 dF$ – sectorial inertial momentum (unit of measurement sm^6).

Considering these signs, we make Eq. (8) in the following form [7]:

$$q = E_o \left[\frac{d^3\theta}{dx^3} S_\omega - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot \int_F \omega^3 dF \right] \quad (9)$$

non-free torsion. As it is seen from Fig. 3, sm^6 is polar momentum of elemental force $q\rho ds = q \cdot d\omega$ (here $d\omega = \rho ds$ – is the growth of the sectorial area).

We define the \overline{M}_b momentum due to arrow passing through the k pole of the tensile forces in the

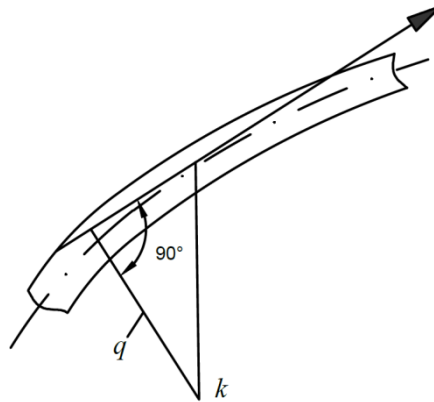


Figure 3. Determination of momentum of the touched force.

Momentum alternative \overline{M}_b is written as follows:

$$\overline{M}_b = \int_F q d\omega = E_o \left[\frac{d^3\theta}{dx^3} \int_F d\omega \int_F \omega dF - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot \int_F d\omega \int_0^S \omega^3 dF \right],$$

here integration is carried out on all F areas.

We get this equation through partial integration:

$$\overline{M}_b = E_o \left[\frac{d^3\theta}{dx^3} (\omega \int_F \omega dF - J_\omega) - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot (\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF) \right] \quad (10)$$

In the definition of the sectorial area the starting position of the radius-vector is determined by the fact that the exact sectorial static momentum of the field is zero, that is:

$$S_{\omega,F} = \int_F \omega dF = 0 \quad (11)$$

Realization of the Method

Taking into consideration the above-mentioned symbols, we put Eq. (10) in this form:

$$\overline{M}_b = -E_o \left[J_\omega \cdot \frac{d^3\theta}{dx^3} - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot (\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF) \right] \quad (12)$$

We can write the momentum of the tensile forces of the profile that are created by the free torsion as follows:

$$\overline{M}_b = GJ_k \cdot \frac{d\theta}{dx} \quad (13)$$

here GJ_k is rigidity of profile in torsion, J_k is inertia momentum of torsion. We can write the equation in the following way (if profile consists of rectangle):

$$J_k = \frac{1}{3} \eta \sum_{i=1}^n S_i \cdot t_i^3, \quad (14)$$

here S_i is the length of the i small wall, t_i is the thickness, and η – is the ratio that is the basis of the shape of the cut. The unit of J_k measurement is sm^4 .

According to Eq. (1) the general torsional momentum equals to the sum of Eq. (12) and Eq. (13):

$$M_b = -E_o \left[J_\omega \cdot \frac{d^3\theta}{dx^3} - v\beta \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot (\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF) \right] + GJ_k \frac{d\theta}{dx} \quad (15)$$

This equation (Eq. 15) is the nonlinear differential equation of the non-free torsion of the open profile thin-walled bar.

Let's express touching forces with the following new $B(x)$ function of the momentum of the torsional forces in non-free torsion:

$$\frac{dB}{dx} = \overline{M}_b \tag{16}$$

here B is called bending – torsional bimoment (bumper), or simply bimoment, its unit of measurement is $kN \cdot sm^2$.

Placing Eq. (16) in Eq. (12) we integrate according to x and get the following:

$$B = -E_o \left[J_\omega \cdot \frac{d^2\theta}{dx^2} - v\beta \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] \tag{19}$$

We differentiate both sides of Eq. (15) according to x and get:

$$E_o \left[J_\omega \cdot \frac{d^4\theta}{dx^4} - v\beta \cdot \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{d^2\theta}{dx^2} \right)^3 \cdot \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] - GJ_k \frac{d^2\theta}{dx^2} = \frac{dM_b}{dx} = m_b, \tag{20}$$

Here m_b is the intensity of the external bending forces and we accept it as a positive quantity, because M_b decreases while the value of x increases.

First of all, let's look at the existence form of the two symmetry arrows of the bar cut (double-headed

In the process of comparing Eq. (6) and Eq. (12) we get:

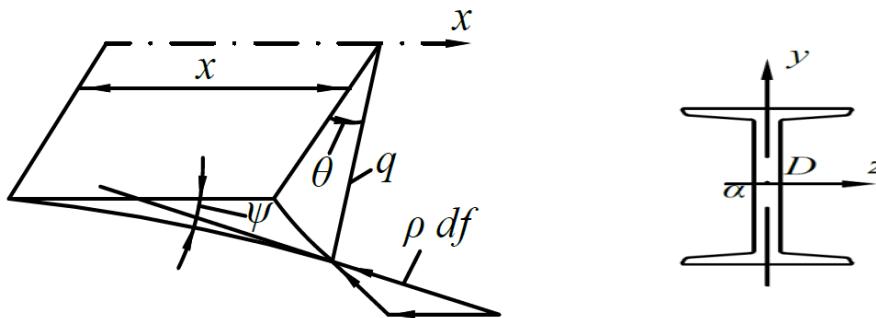
$$\overline{M}_b = \frac{d\sigma_x}{dx} \cdot \frac{J_\omega}{\omega} \tag{17}$$

While comparing Eq. (16) and Eq. (17) we get:

$$\sigma_x = \frac{B \cdot \omega}{J_\omega} \tag{18}$$

We can see from here that, the normal tensions in the non-free torsion are proportional to the bimoment, and while it is $\sigma_x = 0$, $B = 0$ is obtained.

form) (Fig. 4, a). Such bar with length of l is influenced by the squeezing P force in the direction of the centre axis x [7].



D-the centre of bending
Figure 4. a) Double-headed cut; b) About computing the torque of the squeezing force.

Let's assume that all the longitudinal fibers except the central fibers are bending from the given force (to the direction of x arrow), i.e. the form of the loss of the tolerance in the torsion of the bar. When looking through the free edge of the bar at the x arrow we accept that the positive direction of the θ rotation angle of any cut of the bar is turning counterclockwise [8].

Before deformation, accepting the fact that dF elemental pitch fits to any fiber in the cut of the bar parallel to x axis, after the torsion the bending radius of the very fiber will have the curve shape on the surface of the ρ circular cylinder (Fig. 4, b). Let's mark the vertical fiber and angle of the touch to this curve with ψ . The $\sigma \cdot dF$ elemental force that effects the fiber is spinning like ψ angle, creating the momentum around

the x arrow, will also be expressed as $\sigma\psi\rho dF$, and the intensity of the full torque momentum will be expressed as follows:

$$m_b = - \int_F \sigma \frac{d\psi}{dx} \rho dF, \tag{21}$$

or considering that $\rho d\theta = \psi dx$ it will be like:

$$m_b = -\sigma \frac{d^2\theta}{dx^2} \int_F \rho^2 dF = -\sigma \frac{d^2\theta}{dx^2} J_p, \tag{22}$$

here J_p is the polar inertia momentum due to the centre of the cut. Writing Eq. (22) for Eq. (20), we get the following nonlinear differential equation [10,11]:

$$E_o \left[J_\omega \cdot \frac{d^4 \theta}{dx^4} - \nu \beta \cdot \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{d^2 \theta}{dx^2} \right)^3 \cdot \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] + (\sigma_{J_p} - G J_k) \frac{d^2 \theta}{dx^2} = 0, \quad (23)$$

We solve this complex differential equation by using the small parameters method. For this purpose we put Eq. (23) in the following form:

$$\frac{d^4 \theta}{dx^4} - \nu \frac{\beta}{J_\omega} \cdot \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{d^2 \theta}{dx^2} \right)^3 \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) + \frac{\sigma_{J_p} - G J_k}{E_o J_\omega} \cdot \frac{d^2 \theta}{dx^2} = 0 \quad (23')$$

We take the solution of the last equation in the following order for a small parameter:

$$\theta = \theta_0 + \nu \theta_1 + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \nu^n \theta_n \quad (n \geq 0) \quad (a)$$

We write (a) in the same equation and obtain the following linear differential equation system (the first two equations of the system were shown):

$$\frac{d^4 \theta_0}{dx^4} + \frac{\sigma_{b(o)} J_p - G J_k}{E_o J_\omega} \cdot \frac{d^2 \theta_0}{dx^2} = 0 \quad (24)$$

$$\frac{d^4 \theta_1}{dx^4} + \frac{\sigma_{b(o)} J_p - G J_k}{E_o J_\omega} \cdot \frac{d^2 \theta_1}{dx^2} = \frac{\beta}{J_\omega} \cdot \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{d^2 \theta_0}{dx^2} \right)^3 \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \quad (25)$$

The following substitution was accepted in Eq. (24):

$$\frac{\sigma_{b(o)} J_p - G J_k}{E_o J_\omega} = k_o^2, \quad (26)$$

We obtain its solution through the following way:

$$\frac{d^2 \theta_0}{dx^2} = C_1 \sin k_o x + C_2 \cos k_o x \quad (27)$$

Since the boundary conditions are

$$C_2 = 0, \quad C_2 \neq 0$$

we get $\sin k_o l = 0$; $k_o l = n\pi$ or $k_o = \frac{n\pi}{l}$

Accepting $n=1$, we write $k_o = \pi/l$ in Eq. (26) and find the initial cost of the crisis tension:

$$\sigma_{b(o)} = \frac{\pi^2 E_o J_\omega}{l^2 J_p} + \frac{G J_k}{J_p}, \quad (28)$$

Similarly to the strongest fasteners of the sharpest ends of the bars, we can write Eq. (28) in the following way:

$$\sigma_{b(o)} = \frac{\pi^2 E J_\omega}{(\mu l)^2 J_p} + \frac{G J_k}{J_p}, \quad (28')$$

Here the length coefficient of the bar may be equal to $\mu = 0,5$. If one of the cutting edges of the bar is tightly fastened and the other one is rolling $\mu = 0,7$ is accepted.

Taking into account $C_2 = 0$, Eq. (27) takes the following form:

$$\frac{d^2 \theta_0}{dx^2} = C_1 \sin k_o x \quad (29)$$

Considering Eq. (29), the following complex differential in Eq. (25) is defined as:

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{d^2 \theta_0}{dx^2} \right)^3 = C_1^3 \left(-\frac{3}{4} k_o^2 \sin k_o x + \frac{9}{4} k_o^2 \sin 3 k_o x \right) \quad (30)$$

Subsequently, placing Eq. (30) in Eq. (25) we get:

$$\frac{d^4 \theta_1}{dx^4} + k_1^2 \cdot \frac{d^2 \theta_1}{dx^2} = \frac{\beta}{J\omega} C_1^3 \cdot \left(-\frac{3}{4} k_o^2 \sin k_o x + \frac{9}{4} k_o^2 \sin 3 k_o x \right)^3 \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \quad (31)$$

here

$$k_1^2 = \frac{\sigma_{b(1)} J_p - G J_k}{E_o J \omega} \quad (32)$$

we accept the solution of the differential in Eq. (31) in the following way:

$$\frac{d^2 \theta_1}{dx^2} = D_1 \sin k_1 x + D_2 \cos k_1 x + C_1^3 k_o^2 (a \sin k_o x + b \sin 3 k_o x) \cdot \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \quad (33)$$

by substituting Eq. (33) in Eq. (25), we get equations a and b :

$$a = -\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\alpha_k^2 - 1}, \quad b = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{\alpha_k^2 - 1}, \quad (34)$$

here

$$\alpha_k = \frac{k_1}{k_o}$$

Let's assume that the cutting edges of the bar do not rotate in the flat shape. In this case, the boundary conditions of the equation will be as follows:

$$\left. \begin{aligned} x = 0, \quad x = l \quad \text{olduqda} \quad \theta = 0; \\ x = 0, \quad x = l \quad \text{olduqda} \quad \frac{d\theta}{dx} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

We write Eq. (29) and Eq. (33) equations to their places in expression a and get :

$$\frac{d^2 \theta}{dx^2} = \frac{d^2 \theta_o}{dx^2} + v \frac{d^2 \theta_1}{dx^2} = C_1 \sin k_o x + v \left[D_1 \sin k_1 x + C_1^3 k_o^2 (a \sin k_o x + b \sin 3 k_o x) \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] \quad (36)$$

We get the last equation by integrating it:

$$\begin{aligned} \frac{d\theta}{dx} &= \frac{d\theta_o}{dx} + v \frac{d\theta_1}{dx} = -\frac{C_1}{k_o} \cos k_o x - \\ &- v \left[\frac{1}{k_1} D_1 \cos k_1 x + C_1^3 k_o^2 \left(\frac{a}{k_o} \cos k_o x + \frac{b}{3k_o} \cos 3 k_o x \right) \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right]; \\ \theta &= \theta_o + v \theta_1 = -\frac{C_1}{k_o^2} \sin k_o x - v \left[\frac{1}{k_1^2} D_1 \sin k_1 x + C_1^3 \left(a \cdot \sin k_o x + \frac{b}{9} \sin 3 k_o x \right) \cdot \right. \\ &\quad \left. \cdot \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] \end{aligned} \quad (37)$$

Substituting Eq. (37) in the boundary conditions of Eq. (35), we get:

$$\begin{aligned} \left. \frac{d\theta}{dx} \right|_{x=0} = 0; \quad & -\frac{C_1}{k_o} - v \left[\frac{D_1}{k_1} + C_1^3 k_o \left(a + \frac{b}{3} \right) \cdot \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] = 0; \\ \left. \frac{d\theta}{dx} \right|_{x=l} = 0; \quad & \frac{C_1}{k_o} \cos k_o l + v \left[\frac{D_1}{k_1} \cos k_1 l + C_1^3 k_o \left(a \cos k_o l + \frac{b}{3} \cos 3 k_o l \right) \cdot \right. \\ & \left. \cdot \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] = 0; \\ \theta|_{x=0} &= 0; \\ \theta|_{x=l} &= 0; \quad -\frac{C_1}{k_o^2} \sin k_o l - v \left[\frac{D_1}{k_1^2} \sin k_1 l + C_1^3 \left(a \sin k_o l + \frac{b}{9} \sin 3 k_o l \right) \cdot \right. \end{aligned}$$

$$\left. \frac{\beta}{J\omega} \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right) \right] = 0 \quad (38)$$

From the first of the conditions of Eq. (38) we get:

$$C_1^3 = - \frac{\frac{C_1 + v D_1}{k_0 + v k_1}}{v k_0 \frac{\beta}{J\omega} \left(a + \frac{b}{3} \right) \cdot \left(\omega \int_F \omega^3 dF - \int_F \omega^4 dF \right)} \quad (39)$$

Having written the last expression in the place of other conditions of Eq. (38), we obtain the following algebraic equations for C_1 and D_1 constants:

$$\begin{aligned} \frac{C_1}{k_0} \left(\cos k_0 l - \frac{a \cdot \cos k_0 l + \frac{b}{3} \cos 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) + v \frac{D_1}{k_1} \left(\cos k_1 l - \frac{a \cdot \cos k_0 l + \frac{b}{3} \cos 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) &= 0 \\ \frac{C_1}{k_0^2} \left(\sin k_0 l - \frac{a \cdot \sin k_0 l + \frac{b}{9} \sin 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) + v \frac{D_1}{k_1^2} \left(\sin k_1 l - \frac{a \cdot \sin k_0 l + \frac{b}{9} \cos 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (40)$$

Making the Eq. (40) system's determinant equal to zero for getting the smallest value of the k_1 , we obtain the following complex algebraic equations system:

$$\begin{aligned} \frac{1}{k_1^2 k_0} \left(\cos k_0 l - \frac{a \cos k_0 l + \frac{b}{3} \cos 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) \left(\sin k_1 l - \frac{a \sin k_0 l + \frac{b}{9} \sin 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) + \\ + \frac{1}{k_0^2 k_1} \left(\sin k_0 l - \frac{a \sin k_0 l + \frac{b}{9} \sin 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) \left(\cos k_1 l - \frac{a \cos k_0 l + \frac{b}{3} \cos 3 k_0 l}{a + \frac{b}{3}} \right) &= 0 \end{aligned}$$

Defining the minimum equation for the coefficient k_1 through numerical methods from the last equation and writing it in Eq. (32) we determine the crisis tension - $\sigma_{b(1)}$ in the first approach:

$$\sigma_{b(1)} = \frac{k_1^2 E_0 J \omega + G J k}{J_p} \quad (41)$$

Analogically, as described above, by keeping the first two boundaries of the expression (a) and having written in the differential Eq. (23') we get appropriate $k_2 = 2\pi/l$ coefficient, and the crisis tension $\sigma_{b(2)}$ according to the $n = 2$ condition of the small parameter, i.e. due to $v^2 - a$. Thus, we determine the crisis tension in the second approximation of thin-walled bar:

$$\sigma_b^{(II)} = \sigma_{b(0)} + v \sigma_{b(1)} + v^2 \sigma_{b(2)} \quad (42)$$

Numerous calculations have shown that, the difference between the sum of the first two limits of Eq. (42) and ($\sigma_b^{(I)}$ - the first approximation) the second approximation is 1,64%. Therefore we can be satisfied with that the equation can be solved by the solution in the second approach.

CONCLUSION

The problem of clamping resistance in the centre of the thin-walled open profile bars has been extensively studied. For the first time, the nonlinear elastic property of the material of the bars is taken into

account, in addition, the nonlinear differential equilibrium equation for the determination of crisis tension has been compiled. The smallest parameters method, which is most optimal for determining the crisis tension in the differential equation, has been used. As a result, the complex nonlinear differential equation is divided into several simple linear differential equations and their solution provides the satisfactory results specially in the second approximation.

References

- [1] Vlasov V. Thin-walled elastic beams. 2nd ed. Springfield, Va.: National Technical Information Service; 1984.
- [2] Peres N, Goncalves R, Camotim D. First-order generalized beam theory for curved thin-walled members with circular axis. Thin-Walled Structures 2016; vol.107: 345-361. DOI: 10.1016/j.tws.2016.06.016
- [3] Fouzi MSM, Jelani KM, Nazri NA, Sani MSM. Finite Element Modelling and Updating of Welded Thin-Walled Beam. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering 2018; 15(4): 5874-5889. DOI: 10.1007/s40430-018-1475-z
- [4] Bebiano R, Eisenberger M, Camotim D, Goncalves R. GBT-Based Buckling Analysis Using the Exact Element Method. International Journal of Structural Stability and Dynamics 2017; 17(10): 17501255. DOI: 10.1142/s0219455417501255
- [5] Ronaldo I, Borja. Plasticity. Springer, Berlin; 2013.

[6]Rousselier G, Quilici S. Combining porous plasticity with Coulomb and Portevin-Le Chatelier models for ductile fracture analyses. *International Journal of Plasticity* 2015; vol.69: 118-133. DOI: 10.1016/j.ijplas.2015.02.008

[7]Walter L. *Nonlinear Structural Mechanics: Theory, Dynamical Phenomena and Modeling*. Springer US; 2013.

[8]Leipholz U. *Theory of elasticity*, Springer Netherlands; 2014.

[9]Pastor MM, Bonada J, Roure F, Casafont M. Residual stresses and initial imperfections in non-linear

analysis. *Engineering Structures* 2013; vol.46:493-507. DOI: 10.1016/j.engstruct.2012.08.013

[10]Sadigov IR Physical nonlinear elastic deformations of smooth ring. *Transactions of NAS of Azerbaijan* 2016; vol. 36:74–80.

[11]Zhang RJ, Wang C, Zhang Q. Response analysis of the composite random vibration of a high-speed elevator considering the nonlinearity of guide shoe. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* 2018; vol.40: 4.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 53.09

ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В БИНАРНЫХ СМЕСЯХ ДИГИДРОФОСФАТОВ РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ.

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.502

*Гаджиев Синдибад Магомедович**профессор, д.х.н.,**Дагестанский государственный университет;**Дагестанский государственный университет народного хозяйства,**г. Махачкала*

АННОТАЦИЯ

Исследованы зависимость электропроводности от напряженности электрического поля и релаксационные процессы в бинарных смесях протонных твердых электролитов Rb,Cs/H₂PO₄ при 520 К. С ростом напряженности электрического поля электропроводность электролита увеличивается, стремясь к предельному значению. Наибольший относительный рост проводимости обнаружен у состава 0.5Rb,0.5Cs/H₂PO₄ и составляет 208 % при напряженности поля 1,5 МВ/м. Время релаксации имеет порядок 10⁴ - 10⁵ с.

ABSTRACT

The dependence of the electrical conductivity on the electric field strength and relaxation processes in binary mixtures of proton solid electrolytes Rb, Cs / H₂PO₄ at 520 K was studied. With increasing electric field strength, the electrolyte conductivity increases, tending to the limiting value. The largest relative increase in conductivity was found for the composition 0.5Rb,0.5Cs/H₂PO₄ and amounted to 208% at a field strength of 1.5 MV / m. The relaxation time is of the order of 10⁴ – 10⁵ s.

Ключевые слова: протонный твердый электролит; фосфаты; бинарные смеси; электропроводность; высоковольтный импульсный разряд; пробой; активация; релаксация.

Keywords: proton solid electrolyte; phosphates; binary mixtures; electrical conductivity; high voltage pulse discharge; breakdown; activation; relaxation.

Протонные твердые электролиты (ПТЭ) обладают высокой униполярной проводимостью по протону. Благодаря этому они используются как: датчики парциального давления газов; реакторы (де)гидрирования углеводородов; электрохромные дисплеи; водородные насосы; электрохимические аккумуляторы; электролизеры для получения водорода и т.д. [1]. Дигидрофосфаты рубидия и цезия благодаря сегнетоэлектрическим и пьезоэлектрическим свойствам используются в качестве электрооптических модуляторов. С их помощью осуществляется быстрый поворот пучка световых лучей под действием электрического тока, и они предпочтительнее обычной ячейки Керра.

Исследование высоковольтного поведения индивидуальных протонных твердых электролитов (ПТЭ) RbH₂PO₄ и CsH₂PO₄ [2,3] показало, что с ростом напряженности электрического поля их электропроводность возрастает и стремится к насыщению. Относительный рост проводимости в них до пробойных явлений доходит до 180 и более %. Экспериментальное исследование поведения бинарных систем ПТЭ и их расплавов в сильных электрических полях представляет больший интерес, чем индивидуальные электролиты. Это объясняется тем, что: во-первых, композитные электролиты в большинстве случаев обладают большей ионной проводимостью, чем индивидуальные вещества, составляющие

композит; во-вторых, при образовании композита значительно снижается температурная область существования высокопроводящей фазы. Снижение температуры существования твердой высокопроводящей фазы (в нашем случае на 40 – 50 К) имеет немаловажное значение в целях экономии энергии при решении различных технологических задач, например, при создании химических источников тока резервного типа, при осуществлении генерации монохроматического света с перестраиваемой частотой и т.д.

Исследована высоковольтная электропроводность бинарной системы твердого электролита Rb,Cs/H₂PO₄ различных составов от напряженности электрического поля (НЭП). Эксперименты проводились по методике, описанной в работах [2-4]. В экспериментах нами были использованы дигидрофосфаты рубидия и цезия марки ХЧ. Для освобождения от остатков воды соли медленно нагревались в вакууме до 100⁰ С. Сухие, размельченные порошки солей взвешивались на аналитических весах соответствующих составов по весу, тщательно перемешивались и засыпались в специальную цилиндрическую металлическую форму и ставились под пресс при давлении более 300 атм. и выдерживали в течение трех часов. Полученный таким образом твердый электролит толщиной около 2 мм помещался в специально изготовленную из фторопласта ячейку.

Эксперименты показывают, что с ростом НЭП электропроводность электролитов возрастает и имеет тенденцию к насыщению. На рис.1 приведены зависимости относительного изменения

проводимости индивидуальных и бинарных смесей дигидрофосфатов рубидия и цезия при 520 К до пробойных явлений. Данные для индивидуальных электролитов взяты из работ [2,3].

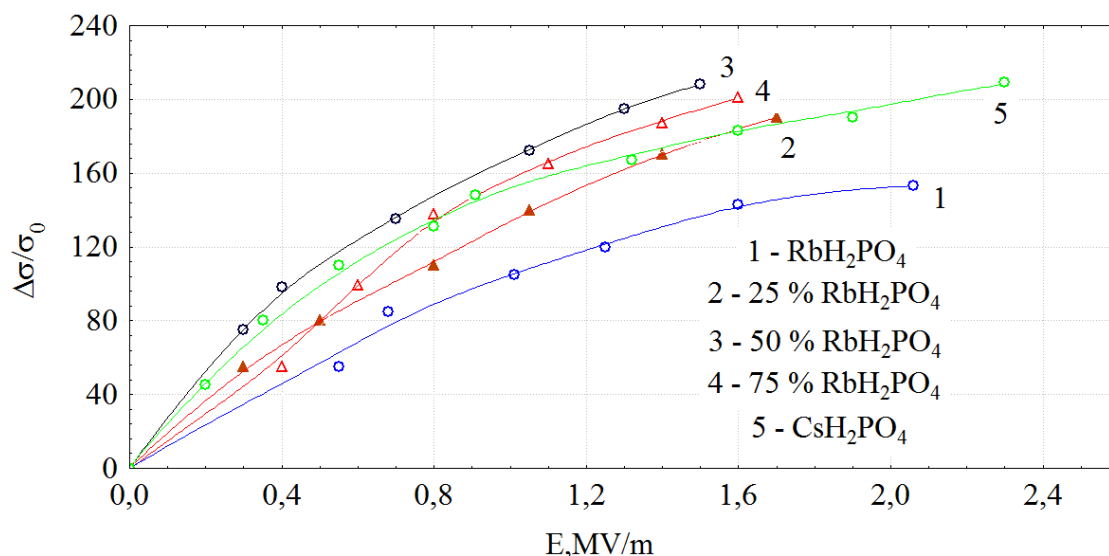


Рис.1. Зависимость относительного изменения проводимости бинарных смесей Rb,Cs/H₂PO₄ от напряженности электрического поля при 520 К.

Насыщение проводимости не удается достичь в связи пробоем электролитов. При одинаковых напряженностях полей наибольший относительный рост проводимости наблюдается у состава 0,5Rb,0,5Cs/H₂PO₄ и составляет 208 % при E = 1,5

МВ/м. При напряженностях полей более 1,2 МВ/м у бинарных смесей относительный рост проводимости выше, чем у индивидуальных электролитов. Эти результаты приведены таблице 1. Рост проводимости ПТЭ нами учитывался до пробойных явлений.

Таблица 1

Высоковольтная электропроводность бинарных смесей дигидрофосфатов рубидия и цезия при 520 К.

Состав	E, МВ/м*	σ_0 , ms	σ_E , ms	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma_0}$, %	Прим.
RbH ₂ PO ₄	2,06	1,351	3,417	153,1	пробой
0,25Rb0,75Cs/H ₂ PO ₄	1,70	1,520	4,408	190	пробой
0,5Rb0,5Cs/H ₂ PO ₄	1,50	1,671	5,147	208	пробой
0,75Rb0,25Cs/H ₂ PO ₄	1,59	1,540	4,635	201	пробой
Cs H ₂ PO ₄	2,30	1,43	4,419	209	пробой

* - указаны напряженности полей, выше которых электролит пробивается

Состояние избыточной проводимости, как и во всех ранее исследованных электролитах, сохраняется длительное время (активация высоковольтными импульсными разрядами, так называемая ВИР-активация) постепенно уменьшаясь со временем. Эксперименты показывают, что уровень активации в бинарных системах протонных твердых электролитов дигидрофосфатов рубидия и цезия до пробойных явлений, в зависимости от состава, достигает 150 - 200%, причем, она тем выше, чем выше амплитуда импульсного напряжения. Исследована динамика постакивационной релаксации избыточной проводимости бинарных систем Rb,Cs/H₂PO₄. На

рис.2 на примере бинарной системы 0,5Rb0,5Cs/H₂PO₄ приведены релаксационные кривые после ВИР в координатах ln(σ/σ_0) – время.

Как видно, наибольшее изменение избыточной проводимости происходит в самом начале после ВИР. При больших амплитудах импульсного напряжения оно выражено более ярко. На этом участке релаксации явно наблюдается колебательный характер релаксации. Через 3 – 6 мин (в зависимости от амплитуды напряжения) возвращение системы к равновесному состоянию происходит по экспоненциальному закону и подчиняется кинетическому уравнению первого порядка

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma(0) \exp(-t/\tau), \quad (1) \quad \text{где } \Delta\sigma(0) - \text{избыточная проводимость при } t=0, \\ \tau - \text{ время релаксации.}$$

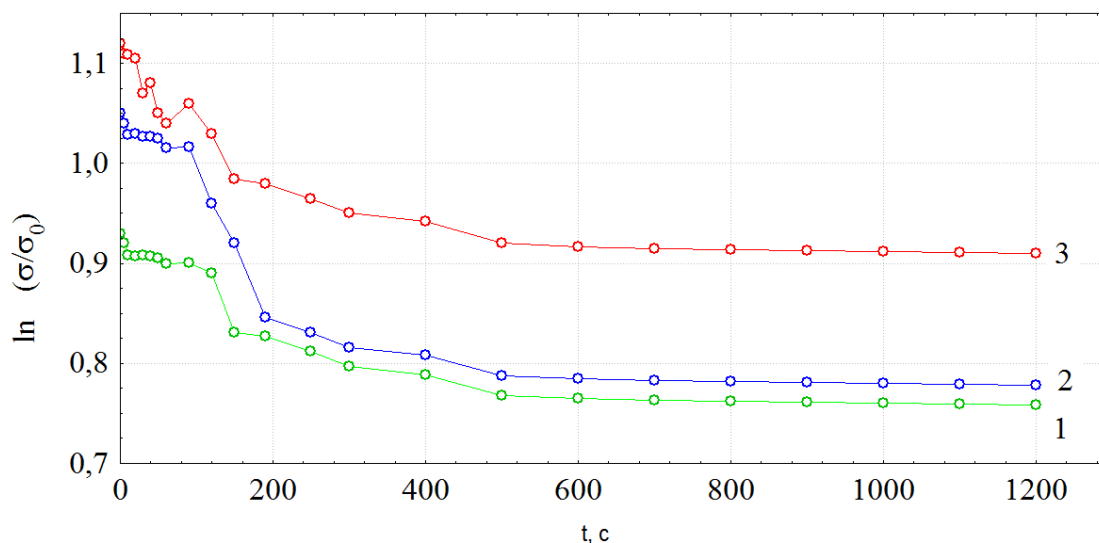


Рис.2. Изменение $\ln(\sigma/\sigma_0)$ во времени после высоковольтных разрядов в бинарной смеси $0,5Rb0,5Cs/H_2PO_4$ при амплитудах напряжения: 1 – 1,4; 2 – 2,1; 3 – 3,0 кВ.

На линейном участке релаксационных кривых методом наименьших квадратов определено время жизни неравновесных носителей заряда (следует отметить, что на этом участке релаксационный процесс все же носит колебательный характер с уменьшающейся амплитуды флуктуаций). С точностью до 5,0 % оно не зависело от амплитуды импульсного напряжения. Рассчитанные значения времен релаксации избыточной проводимости всех исследованных бинарных систем приведены в

таблице 2. Эти результаты показывают, что во всех составах бинарных систем время релаксации избыточной проводимости больше, чем в индивидуальных электролитах. Следует отметить, что в электролите состава $0,5Rb0,5Cs/H_2PO_4$ наблюдается как наибольшее относительное увеличение проводимости с полем, так и наибольшее время релаксации, достигающее почти 10^5 с.

Таблица 2

Время релаксации избыточной проводимости бинарных смесей Rb,Cs/H₂PO₄ при 5420 К

Электролит	$\tau_{cp} \cdot 10^{-4}, c$	$\delta, \%$
RbH ₂ PO ₄	4,85	5,0
0,25Rb0,75Cs/H ₂ PO ₄	6,43	5,5
0,5Rb0,5Cs/H ₂ PO ₄	9,51	6,0
0,75Rb0,25Cs/H ₂ PO ₄	7,25	5,5
Cs H ₂ PO ₄	4,95	5,0

В общем случае следует рассматривать следующие возможные пути увеличения проводимости, часть из которых обсуждены в работе [4]: 1) пробой электролита; 2) появление электронной составляющей проводимости; 3) тепловые эффекты, связанные с ВИР; 4) выделение щелочного металла или протона на катоде; 5) изменение механизма проводимости с дефектного на туннельный (связанное с фазовым переходом); 6) разложение электролита; 7) увеличение концентрации протонных дефектов; 8) рост подвижности носителей заряда.

Об относительно меньшей энергии Н – связи говорит тот экспериментальный факт, что эффект насыщения проводимости для ПТЭ наступает при значительно меньших НЭП по сравнению с другими твердыми электролитами и солевыми расплавами. Этот экспериментальный факт также

свидетельствует о небольшой энергии водородной связи в ПТЭ. Таким образом, в ПТЭ и их расплавах в СЭП, вероятно, имеет место частичная или полная ионизация при достижении предельной проводимости (разрыв Н – связей) и образование дополнительных неравновесных носителей заряда, т.е. увеличение концентрации носителей.

Помимо увеличения концентрации протонных дефектов в СЭП возможно возрастание подвижности носителей заряда вследствие снятия эффекта релаксационного торможения, обусловленного ионной атмосферой. В СЭП скорость ионов Н⁺ достигает большой величины, так что поляризация решетки ПТЭ не успевает происходить, вследствие чего снимается релаксационное торможение.

Из приведенного выше анализа следует, что рост проводимости твердых электролитов при

прохождении через них ВИР обусловлен как увеличением подвижности ионов, так и ростом их концентрации с сохранением электролитической природы.

Список литературы:

1. Багрянцева И.Н. Среднетемпературные протонные проводники на основе смешанных гидросульфатов и дигидрофосфатов щелочных металлов. Диссертация к.х.н., Новосибирск, 2014, 129 с.
2. Гаджиев С.М. Предельная электропроводность твердого электролита CsH_2PO_4 . Национальная ассоциация ученых (НАУ) Ежемесячный научный журнал. Екатеринбург. №5 (21). 2016. С. 73-76.
3. Гаджиев С.М., Гаджиев А.С. Высоковольтная электропроводность дигидрофосфата рубидия и ее релаксация. Научный журнал «CHRONOS» Мультидисциплинарный сборник научных публикаций. «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы» Выпуск 11 (37). Москва. 1919. С. 74-78.
4. Шабанов О.М., Гаджиев С.М. Эмиссионные спектры и высоковольтная электропроводность расплавленных солей. //Расплавы. -1990. -№ 2. - С.49-56.

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 12 (69)/ 2019

5 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Художник: Косыгин В.Т

Верстка: Зарубина К.Л.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ;

www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия