

ВЕСТНИК

МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Том 26 № 2
2021



Санкт-Петербург

ISSN 1605-4369

**ВЕСТНИК
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(МАНЭБ)**

Теоретический и научно-практический журнал

Том 26, № 2 2021 г.

Журнал основан в 1995 году

Учредитель журнала: Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).

Главный редактор: доктор технических наук, профессор **Родин Геннадий Александрович**

Врио главного редактора: к.т.н. член-корреспондент МАНЭБ **Родин Владислав Геннадьевич**

Заместитель главного редактора: кандидат технических наук, доцент **Малаян Карпуш Рубенович**

Заведующий редакцией: кандидат технических наук, доцент **Занько Наталья Георгиевна**

Редакционный совет:

Русак Олег Николаевич – председатель Редакционного совета, доктор технических наук, профессор, Президент МАНЭБ

Агошков Александр Иванович – доктор технических наук, профессор

Алборов Иван Давыдович – доктор технических наук, профессор

Бородий Сергей Алексеевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Иванов Андрей Олегович – доктор медицинских наук, профессор

Ковязин Василий Федорович – доктор биологических наук, профессор

Минько Виктор Михайлович – доктор технических наук, профессор

Мустафаев Ислам Ибрафил оглы – доктор химических наук, профессор, член-корреспондент НАН Азербайджана

Петров Сергей Афанасьевич – доктор технических наук, профессор

Петров Сергей Викторович – кандидат юридических наук, профессор

Чердабаев Магауия Тажигараевич – доктор экономических наук, профессор (Казахстан)

Чжан И - доктор технических наук, профессор (КНР)

Редакционная коллегия:

Баранова Надежда Сергеевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Бардышев Олег Андреевич – доктор технических наук, профессор

Воробьев Дмитрий Вениаминович – доктор медицинских наук, профессор

Габибов Фахраддин Гасан оглы – кандидат технических наук, старший научный сотрудник (Азербайджан)

Ибадулаев Владислав Асанович – доктор технических наук, профессор

Грошилин Сергей Михайлович – доктор медицинских наук, профессор

Ефремов Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент

Линченко Сергей Николаевич – доктор медицинских наук, профессор

Позднякова Вера Филипповна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Фаустов Сергей Андреевич – кандидат медицинских наук, доцент

Чжан И – доктор технических наук, профессор (КНР)

Родин Владислав Геннадьевич – секретарь редакционной коллегии, член-корреспондент МАНЭБ, vestnik_maneb@mail.ru

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY (www.elibrary.ru).

Информация о журнале размещена на сайте www.vestnik-maneb.ru.

За использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, ответственность несут авторы.

Адрес редакции: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, тел/факс: (812)6709376,
электронная почта: vestnik_maneb@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	4
Храпко В. Н., Мирошниченко В. П.	
Чрезвычайная ситуация и катастрофа как единый динамический процесс	11
Гаджизаде А.А.	
Обоснование необходимости информатизации процесса прогнозирования последствий техногенных аварий с разгерметизацией емкостей, содержащих опасные химические вещества	4
Тилегенов И.С., Агошков А.И., Тилегенов Н.И.	
Системный анализ технологических процессов производств промышленной зоны «Каратау» и их влияние на экологическое состояние региона	18
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	25
Зейналов И.М., Махмудова У. Х., Пириева Э.Г, Ибрагимова В.И.	
Климатогеографические закономерности в оценке радиационной безопасности Азербайджана.	25
Апанасенко О.А., Каткова С.А., Жамская Н.Н., Бянкина Л.С.	
Сорбционная способность природного и модифицированного вермикулита и цеолита	30
Гаджи-заде М.Ф., Зейналов И.М.	
Исследование проблем климата на примере территории Азербайджана.....	34
Золотарев Г.М.	
Новая технология и оборудование экологически чистого обращения с твердыми коммунальными отходами	39
Мамедов М.И., Гаджи-заде А.А., Зейналова К.С., Агаева К.С., Ахмедова Н.М.	
Итерационный алгоритм построения регрессионных моделей для прогнозирования загрязнения атмосферы	49
Гаджи-заде М.Ф., Зейналов И.М.	
Территория Азербайджана как региональная модель исследований климата в глобальном масштабе.	56
Махмудов Р.Н., Агаев З.Б., Сулейманов М.Ф	
Глобальные климатические изменения и его региональные аспекты в Азербайджане	61
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	68
Галстян М.А., Саркисян К.Ш., Матевосян Л.Г., Гарибян П.А.	
Оценка влияния лесной экосистемы на продуктивность прилегающих агроландшафтов Мартунинского региона	68
Зайцева В.В., Михайленко В.С., Кича М.А.	
Основы метода электронного парамагнитного резонанса	73
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	81
Ахаев А.В., Ахаева Н.В., Стеблецова И.С.	
Методическое сопровождение экологического образования детей дошкольного и младшего школьного возраста (из опыта работы Валеологической специализированной школы-комплекса для одаренных детей)	81
Габибов Ф.Г., Габибова Л.Ф.	
О понятии и структуре науки «БИОНИКА»	85

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 681.325 + 614.8.084

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ С РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЕЙ ЕМКостей, СОДЕРЖАЩИХ ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Гаджизаде А.А. – докторант, Азербайджанский университет архитектуры и строительства.

Аннотация. Проведен анализ техногенной опасности в Республике Азербайджан, анализ существующих методик и основанных на них программных продуктах по прогнозу последствий аварий с участием химически опасных веществ. Предложены рекомендации по внедрению собственного программного продукта в работу спасательных служб Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, ОХВ - опасные химические вещества, программные продукты, портативность, кроссплатформенность.

JUSTIFICATION OF THE NEED TO INFORMATIZE THE PROCESS OF FORECASTING THE CONSEQUENCES OF MAN-MADE ACCIDENTS WITH DEPRESSURIZATION OF CONTAINERS CONTAINING DANGEROUS CHEMICALS

Gadzhizade A.A.

Annotation. The analysis of technogenic hazards in the Republic of Azerbaijan, the analysis of existing methods and software products based on them for predicting the consequences of accidents involving chemically hazardous substances is carried out. Recommendations on the implementation of its own software product in the work of the rescue services of the Republic of Azerbaijan are proposed.

Keywords: gencies, HC-hazardous chemicals, software products, portability, cross-platform.

Постановка проблемы. В условиях модернизации химической промышленности Азербайджана, анонсированной Государственной компанией SOCAR в 2019 году [1], возникает логическая необходимость в усовершенствовании методов и подходов прогнозирования аварий на опасных объектах и транспорте с выбросами в окружающую среду опасных химических веществ.

По данным Государственного комитета статистики Азербайджанской Республики, число промышленных предприятий с 2015 по 2019 годы возросло на 22.7%. В 2019 году в Азербайджане насчитывалось 236 промышленных предприятия, которые работают в сфере энергетики, 161 из них относятся к средним и крупным предприятиям [2]. Рост этих показателей указывает на позитивные процессы в экономике государства, но при этом стоит учитывать и возрастающие риски техногенных аварий и происшествий.

Конечно же, главным условием, обеспечения безопасности на промышленных предприятиях с оборотом химически опасных веществ являются профилактические мероприятия и соблюдения правил техники безопасности при работе с соответствующим оборудованием. Но, при неблагоприятном стечении обстоятельств, всегда нужно быть готовым к ликвидации последствий аварий. Именно с этой целью в мировой практике распространено использование специализированных программных продуктов, которые

позволяют проводить расчеты параметров зон аварии с учетом погодных условий и других важных факторов [4,5,6].

В данной статье рассматривается разработка модели программного комплекса для прогнозирования масштабов чрезвычайных ситуаций с выбросом опасных химических веществ.

Прежде чем приступать к разработке модели, а потом и самого программного продукта, необходимо: сделать обзор методик прогнозирования масштабов аварий с выбросом опасных химических вещества; проанализировать функционал существующих программных комплексов; выбрать средства разработки, наиболее подходящие для решения поставленной задачи.

Анализ исследований. В большинстве случаев аварии вызываются нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкой трудовой и технологической дисциплиной, несоблюдением норм безопасности, отсутствием должного надзора за состоянием оборудования [18]. Чрезвычайные ситуации техногенного характера на объектах химической промышленности и транспорте имеют тяжелые последствия и могут приводить к большим человеческим жертвам, а также к загрязнению окружающей среды.

Для составления долгосрочного и оперативного прогнозов последствий аварии существует ряд методик. Многие из этих методик имеют в своей основе сложный математический аппарат, что в свою очередь требует много времени для проведения расчетов. Оптимальным решением для повышения качества расчетов является разработка соответствующего программного обеспечения, которое можно было бы применять как спасательными службами, так и работниками химических предприятий.

В арсенале спасательных служб Азербайджанской Республики на данный момент нет собственного программного обеспечения для проведения расчетов масштабов аварий с выбросом опасных химических веществ.

По этой причине перечислим зарубежные аналоги, опыт использования которых может пригодиться для разработки собственного программного продукта.

Так, в Российской Федерации используются «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ» ТОКСИ-3 [7]. Эти рекомендации используют для количественной оценки последствий химических аварий на опасных производственных объектах с выбросом опасных химических веществ в атмосферу. Также эти рекомендации используют в случаях выброса опасных химических веществ (ОХВ) в однофазном (газ или жидкость) или в двухфазном (газ и жидкость) состоянии.

В Украине разработана методика, которая позволяет осуществить долгосрочную (оперативную) и аварийную оценку обстановки при авариях на химически опасных объектах, автомобильном, речном, железнодорожном транспорте и трубопроводах. Эта методика распространяется на ОХВ, которые, в аварийных ситуациях, распространяются в атмосферу в газообразном, парообразном и аэрозольном агрегатных состояниях с образованием первичного и вторичного облака. Для ОХВ, которые не переходят в газообразное состояние при температуре окружающей среды, эта методика не используется [8].

В США используют программный продукт ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*) [5]. Этот продукт используется для расчетов разливов опасных химических

веществ. С его помощью рассчитывают опасность распространения токсических веществ, теплового излучения от пожаров и взрывов.

ALOHA реализован с графическим интерфейсом для занесения данных и отображения результатов расчетов, а также отображения влияние токсических паров, избыточного давления и теплового излучения. Программный продукт ALOHA был разработан и поддерживается Отделением реагирования на чрезвычайные ситуации Департамента национального агентства океана и атмосферы в сотрудничестве с Управлением по чрезвычайным ситуациям Агентства по охране окружающей среды.

В ALOHA используются модели дисперсии воздуха для оценки риска ингаляции токсических химических веществ и степени воспламенения облака опасного химического вещества. Модели дисперсии воздуха используются для прогнозирования концентрации загрязняющего агента в зависимости от времени и расположения.

В ALOHA также используются две модели дисперсии воздуха: модель Гаусса для прогнозирования направления распространения облака веществ, которые легче воздуха; модель Heavy Gas, используется для прогнозирования направления распространения облака веществ, которые тяжелее воздуха. Для оценки пространственного распространения токсического облака используется связка дисперсионной модели и модели «источника силы».

Следует отметить, что ALOHA моделирует не все категории опасности для сценариев горения. Пользователь выбирает из набора комбинаций, уже заданных разработчиком, что ограничивает его выбор. Также нанесение необходимых данных на карту происходит в ручном режиме, что также немного усложняет работу пользователя.

В странах Европейского союза и в США используют программный продукт WISER (*Wireless Information System for Emergency Responders*) [6]. Этот продукт разработан для специалистов по реагированию на чрезвычайные ситуации с химической, биологической и радиационной составляющими и включает в себя интегрированную информационную поддержку решений и связи. WISER гарантирует быстрый и удобный доступ к критической информации для мобильных устройств и компьютеров на базе операционной системы Windows. Он обеспечивает идентификацию химических веществ, предоставляет рекомендации по спасению людей и защите окружающей среды. Информация о химических веществах взята из Банка данных опасных веществ (*Hazardous Substances Data Bank*) [9], разработанного Национальной библиотекой медицины США (*National Library of Medicine*) [10].

В некоторых странах бывшего Советского Союза используется Программа Определение зон заражения АХОВ (по СП 165.1325800) [11]. Эта программа предназначена для прогнозирования масштабов возможного химического заражения во время аварий на технологических емкостях, при транспортировке железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта, а также в случае разрушения химически опасных объектов.

Изложение основного материала. Для разработки программного продукта, который можно будет использовать спасательным службам для прогнозирования последствий аварий с разгерметизацией емкостей, содержащих опасные химические вещества, решено использовать Методику прогнозирования последствий разлива (выброса) опасных химических веществ на химически опасных объектах и транспорте [7]. Этот выбор обоснован тем, что эта методика позволяет проводить расчеты не только для химических веществ, данные о которых уже есть в таблицах приложений, но и большого количества химических

веществ используя данные об их физико-химических свойствах из справочников простой подстановкой в соответствующие формулы.

Структура программного продукта будет соответствовать той последовательности действий, которая должна быть осуществлена для получения необходимых данных о последствиях аварии. Эта структура приведена в такой последовательности:

- расчет радиуса района аварии;
- расчет площади района аварии;
- расчет глубины распространения и площади первичного облака ОХВ;
- расчет глубины распространения и вторичного первичного облака ОХВ;
- расчет площади прогнозируемой зоны химического загрязнения;
- расчет количества пострадавших;
- расчет продолжительности химического загрязнения;
- расчет времени подхода облака ОХВ к объекту.

Для того, чтобы показать алгоритм работы программного продукта создана диаграмма видов деятельности, которая представлена на рис. 1.

Как мы видим, в алгоритме учитываются не только химические свойства вещества, но также сопутствующие условия, которые могут негативно повлиять на процесс ликвидации последствий аварии. В процессе расчета учитываются погодные условия и рельеф местности. Эти факторы вводятся пользователем вручную и обрабатываются с использованием специальных коэффициентов.

Полученные прогнозы могут использоваться штабом по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации для принятия быстрых и эффективных решений по проведению эвакуации населения и по привлечению необходимых сил и средств.

Помимо реализации непосредственно алгоритма по прогнозированию последствий аварии, к программному продукту должны быть выдвинуты ряд требований, которые позволят эффективно его использовать.

Перечислим требования к программному продукту с технической точки зрения.

Портативность. Программный продукт должен легко копироваться и запускаться с любого носителя информации, который может использоваться в ноутбуке или в персональном компьютере. Это свойство позволяет пользователю использовать программный продукт без его инсталляции (установки) в операционной системе. Пользователь просто запускает программу независимо от места ее расположения, на жестком диске компьютера или на внешнем носителе информации.

Кроссплатформенность. Программный продукт должен работать на компьютерах под управлением различных операционных систем, таких как Windows, Linux, macOS. Это требование усложняет процесс разработки, но на выходе обеспечивает возможность запустить программу на большинстве компьютеров.

Дружественный интерфейс пользователя. Программный продукт должен отображать простую последовательность действия для проведения расчетов. Пользователь должен просто выполнять действия пошагово как по инструкции. Это позволяет быстро проводить расчеты, в случае если речь идет о работе штаба непосредственно на месте аварии.

Результаты расчета всех параметров облака химически опасного вещества, которое образовалось в результате аварии, должны автоматически переноситься на карту местности.

Так как рельеф местности учитывается не на прямую, а лишь с использованием табличных коэффициентов, мы можем воспользоваться общедоступными сервисами, которые предоставляют геоинформационные данные.

В качестве наиболее подходящих сервисов рассмотрим Google Maps [12] Open Street Map [13].

Google Maps – это картографический сервис корпорации Google. Этот сервис не является полностью бесплатным, хотя и предоставляет большой набор инструментов любому пользователю. Open Street Map – это проект с открытыми данными, который существует за счет пожертвований и предоставляет бесплатный доступ к ко всем своим картам. Оба эти сервиса не зависят от языка программирования, на котором будет написан программный продукт, а также могут использоваться на любой операционной система и на любом устройстве. Для нашего программного продукта мы будем использовать сервис Open Street Map так как он уже имеет много наборов пользовательских карт, некоторые из которых более насыщены в информационном смысле.

Для использования картографической информации нужен доступ к сети Интернет. Но отсутствие доступа к Интернету не окажет отрицательного влияния на проведения самих расчетов. Параметры зоны аварии можно будет рассчитать и использовать эти данные. Возможность использовать картографические данные офлайн, то есть без наличия доступа к сети Интернет, закладывается на перспективу и будет реализована в последующих версиях программного продукта.

Выбор инструментов разработки программного продукта. В настоящее время существует большое количество языков программирования. Некоторые из них являются узкоспециализированными и используются для решения конкретных задач, другие же являются универсальными и позволяют создавать программные продукты для широкого спектра задач.

Для реализации всех характеристик, которые закладываются в наш программный продукт, было принято решение использовать следующие технологии:

- программная платформа для сборки программного продукта – Node.js [14];
- язык программирования – JavaScript [15];
- фреймворк для разработки нативных кроссплатформенных приложений – Electron.js [16];
- фреймворк для разработки адаптивного графического интерфейса – Bootstrap [17].

Перечисленные выше технологии являются открытыми и не требуют платных лицензий, что является еще одним доводом в их пользу.

Предложенные технологии имеют рекомендательный характер и могут быть заменены, полностью или частично, другими информационными продуктами. Их выбор в данной статье обусловлен относительной простотой в использовании и в продвижении конечного продукта.

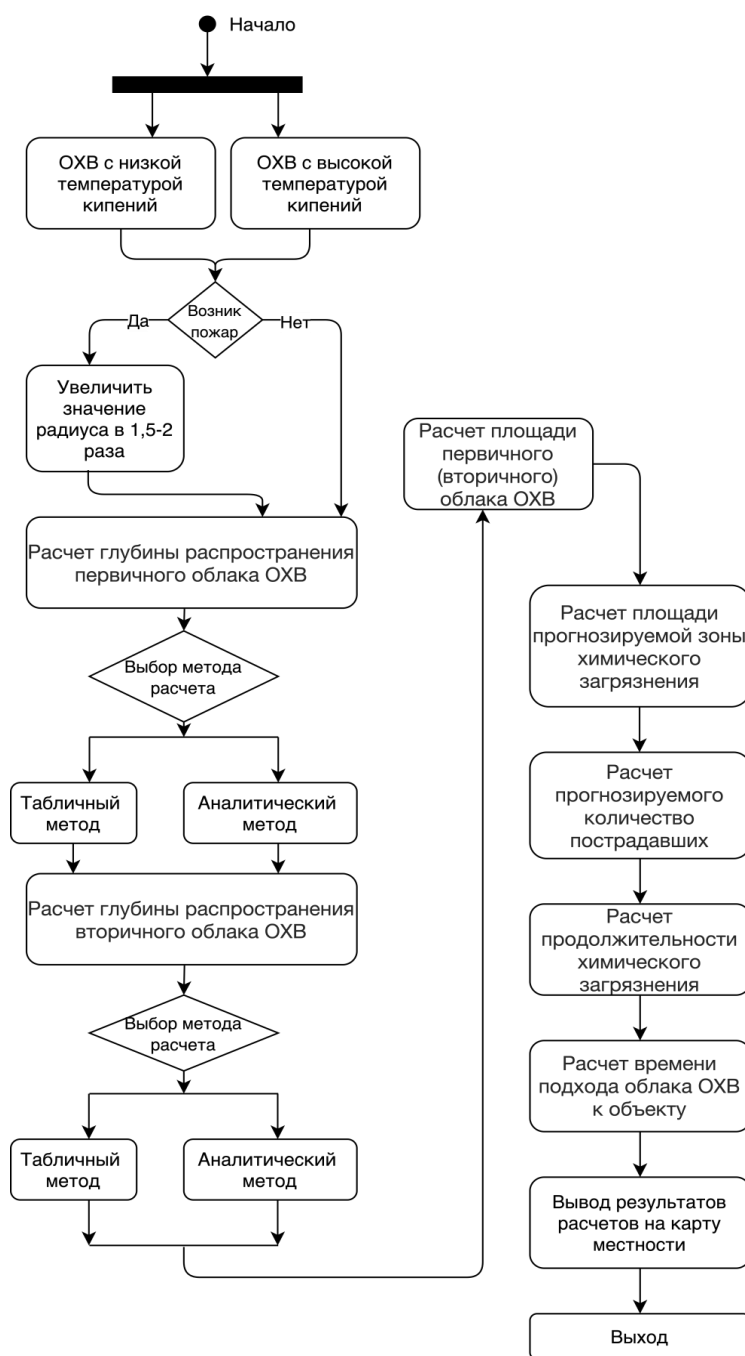


Рисунок 1. Диаграмма видов деятельности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье проведен анализ ряда существующих методик, с помощью которых проводится прогнозирование распространения опасных факторов в результате аварии на химически опасных объектах и транспорте. Также проведен анализ существующих программных продуктов, которые в той или иной мере решают эту задачу, их преимущества и недостатки.

Автор предложил свои идеи по разработке собственного программного обеспечения для спасательной службы Азербайджанской Республики, описал ее структуру и принципиальную схему работы.

В современном обществе, во всех странах мира, многие сферы деятельности человека, в том числе сфера ответственности спасательных служб, проходят через процесс цифровизации (диджитализации) [19]. Использование информационных технологий для проведения сложных расчетов помогают избежать человеческого фактора, а также существенно сокращают время на проведение расчетов. Дополнительным преимуществом использования информационных технологий является то, что любой программный продукт можно совершенствовать по мере его использования и добавлять новый функционал в соответствии с пожеланиями пользователей. Таким образом тематика данной статьи является актуальной и перспективной.

Библиография

1. БЕЛТА Химическая промышленность Азербайджана будет полностью модернизирована к 2020 году [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.belta.by/azerbaijan/view/himicheskaja-promyshlennost-azerbajdzhana-budet-polnostjju-modernizirovana-k-2020-godu-168516-2015/>
2. The number of acting industrial enterprises (by type of economic ownership), unit [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.stat.gov.az/source/industry/en/003en.xls>
3. Statistical publication “Industry of Azerbaijan” [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.stat.gov.az/news/?id=2473>
4. Statistical publication “Industry of Azerbaijan” [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.stat.gov.az/news/index.php?id=4143>
5. Программа Определения зон заражения АХОВ (по СП 165.1325800) [Электрон. ресурс]. URL: <http://imp-npp.ru/?pageid=41>
6. ALOHA Software [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
7. Wireless Information System for Emergency Responders [Электрон. ресурс]. URL: <https://wiser.nlm.nih.gov/>
8. РД-03-26-2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ. — Сер. 27. — Вып. 6. — М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2008. — 124 с.
9. Методика прогнозирования последствий разлива (выброса) опасных химических веществ на химически опасных объектах и транспорте. (Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті) [Электрон. ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>
10. Hazardous Substances Data Bank [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.nlm.nih.gov/databases/download/hsdb.html>
11. National Library of Medicine [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.nlm.nih.gov/>
12. Программа Определение зон заражения АХОВ (по СП 165.1325800) [Электрон. ресурс]. URL: http://imp-npp.ru/?page_id=41
13. Google Maps [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.google.com.ua/maps>
14. Open Street Map [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.openstreetmap.org/>
15. Node.js [Электрон. ресурс]. URL: <https://nodejs.org/>
16. JavaScript [Электрон. ресурс]. URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>
17. Electron.js [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.electronjs.org/>

18. Bootstrap [Электрон. ресурс]. URL: <https://getbootstrap.com/>
19. А.В. Вишняков, А.О. Осипчук, А.А. Рязанов, С.М. Мурзин, П.Л. Шишкин, И.Я. Удилова. О прогнозировании обстановки при аварии на химически опасном объекте. Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" Выпуск No 1 (59), 2015 г. Уральский институт ГПС МЧС России. [Электрон. ресурс]. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>
20. Christian LOVIS, Franco APRA, Catherine CHRONAKI, Simon de LUSIGNAN, Lembit PIRN, Anne MOEN. Digitization in the Emergency Department: Delivering on the promise of Big Data Analytics. [Электрон. ресурс]. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/727745/results/es>

УДК: 614.8-004.312(045)

ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ И КАТАСТРОФА КАК ЕДИНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Храпко В. Н., кандидат биологических наук, доцент, Крымский Федеральный Университет им. Вернадского, Симферополь, Россия. E-mail: vkhrapko@yahoo.com

Мирошниченко В.П., доктор медицинских наук, профессор, Госучреждение «Запорожская медицинская академия последипломного образования Министерства здравоохранения Украины», Запорожье, Украина.

Аннотация. Чрезвычайные ситуации постоянно сопровождают внешнюю среду и общество, принося большие материальные потери и человеческие жертвы. Обсуждались определения и общие закономерности развития чрезвычайных ситуаций, их роль в развитии аварий и катастроф. В сформулировано содержание предмета и его взаимосвязь с развитием катастроф и обоснована необходимость изменения нормативного определения понятия «чрезвычайная ситуация».

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, механизм развития, определение, катастрофа.

EMERGENCY SITUATION AND CATASTROPHE AS A GENERAL DYNAMIC PROCESS

Khrapko V.N., Miroshnychenko V. P.

Abstract. Emergency situations constantly accompany the external environment and society, bringing great material losses and human casualties. The definitions and general patterns of the development of emergency situations, their role in the development of accidents and disasters were discussed. It is argued that there is currently no single concept in the definition of an emergency. On the basis of the analysis, the mechanism of the development of an emergency situation is presented, the content of the subject and its relationship with the development of disasters are formulated. The necessity of changing the normative definition of the concept of "emergency situation" has been substantiated.

Keywords: emergency, development mechanism, definition, catastrophe.

Актуальность проблемы. Чрезвычайные ситуации и катастрофы постоянно сопровождают природу и социум. За последние 20 лет, за счет экстремальных погодных явлений, во всем мире погибло почти 500 тысяч человек. Экономический ущерб составил приблизительно \$3,54 трлн. Только в 2020 году, с 1 января по 17 июля, зафиксировано 18 природных катаклизмов,

среди которых эпидемия коронавирусной инфекции уже унесла жизни 800 тысяч человек, а в 2021 году – уже более 4 млн. Вероятный ущерб от природных и техногенных катастроф за этот текущий год эксперты оценили в \$584 млрд.

Анализ проблемы. Катастрофы, как явление, можно рассматривать с точки зрения содержания, механизма развития и моделирования. Но в любом случае, любая катастрофа и постоянно связанная с ней чрезвычайная ситуация (ЧС), связаны с наличием энергии [1].

Все разновидности энергии нашей планеты, как источники катастроф, являются производными двух её видов: природной и антропогенной. Природная энергия представлена энергией солнца и внутренней планетарной энергией.

Солнечная энергия (активность) на Земле находит свое внешнее отражение в виде различных природных явлений (температурные колебания, дождь, снег, тайфуны, смерчи, наводнения, засухи, активация биологических процессов и т.д.), которые, при определенных условиях, создают не только благоприятные жизненные условия, но и порождают различные природные катаклизмы (катастрофы).

Внутренняя, планетарная энергия, внешне представленная активностью вулканов, землетрясений, может зависеть от солнечной активности [2] и также является источником природных катаклизмов.

Антропогенная энергия — это внутренняя энергия человека разумного (*homo sapiens*). Внешне она представлена многочисленными продуктами его деятельности, которые могут вести к развитию катастроф: ошибки, дефекты в расчетах, планировании и строительстве предприятий и устройств; несоблюдение техники безопасности, правил хранения, эксплуатации; наличие социальных и военных конфликтов, террористических организаций и т.д.

Все вышеперечисленные внешние проявления природной и антропогенной активности обеспечивают формирование и нормальное функционирование внешней среды и социума. Те же самые внешние проявления природной и антропогенной активностей, представленные в правой части табл. 1, одновременно могут представлять такое явление как «Чрезвычайная ситуация», диапазон которой достаточно широк.

Таблица 1 - Классификация чрезвычайных ситуаций

Типы ЧС	Подтипы и проявления
ПРИРОДНЫЕ	метеорологические (циклоны, ураганы, тайфуны, смерчи, засухи, жара); тектонические (землетрясение-цунами); теллурические (извержение вулканов); топологические (наводнения, сели, снежные лавины).
ТЕХНОГЕННЫЕ	пожары и взрывы, химические, радиационные, биологические и т.д.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ	в атмосфере, гидросфере, биосфере, литосфере - внешние проявления природной и антропогенной активностей.
БИОЛОГО – СОЦИАЛЬНЫЕ	эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, голод, терроризм, военные действия - внешние проявления природной и антропогенной активностей.

С данных приведенных в таблице следует, что по содержанию все чрезвычайные ситуации следует трактовать не как обстановку, возникшую в результате аварии, катастрофы (Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ), а как внешние проявления природной и антропогенной энергий во внешней среде и социуме, которые могут привести к нарушению их нормального функционирования.

В западных странах понятие ЧС ассоциируется с непосредственным риском, сложившейся ситуацией, угрозой, опасностью для здоровья, собственности, окружающей среды, но не с результатом аварий и катастроф. Представленные в ней формулировки ЧС и известные публикации по этой теме [3] наглядно демонстрируют отсутствие единого понятия ЧС. В тоже время, существует настоятельная необходимость в едином определении ЧС, т.к. чрезвычайная ситуация как явление – это понятие не локальное, а глобальное. Встречается во всех странах и на всех континентах, независимо от национальности, религии и государственного устройства.

Соответственно содержание единых базовых понятий ЧС, единое их понимание имеет исключительное значение для организации определяемых ими действий, формировании структур управления, разделении функций субъектов, качеству принимаемых решений.

Нами представлено обобщенное понимание ЧС, основанное на содержании ЧС – наличии природной и антропогенной активности во внешней среде и социуме.

Чрезвычайная ситуация — это состояние природной и антропогенной активности, которое представляет непосредственную угрозу для здоровья, жизни, имуществу, окружающей среде или уже начинает приводить к этим последствиям и имеет высокую вероятность развития аварий и катастроф.

Характеристика ЧС, как состояния природной и антропогенной активности, а не как обстановка, не случайна. Обычно мы определяем не обстановку, а состояние активностей, которые находятся в этой обстановке, например, интенсивность дождя, пожара, тайфуна, землетрясения, цунами, температурного режима; соблюдение правильности в расчетах, планировании и строительстве предприятий и устройств, техники безопасности, правил хранения, эксплуатации, наличие социальных и военных конфликтов и т.д.

Природная активность, как основная характеристика природного состояния внешней среды, с давних времен постоянно находилась под визуальным наблюдением человека. Сегодня оценка состояния природной активности увеличилась многократно, добавив к визуальному наблюдению широкое инструментальное, позволяя эффективно прогнозировать появление не только природных, но и антропогенных ЧС и катаклизмов.

Обоснованность характеризовать ЧС как состояние вытекает из общего понимания этого предмета, обозначающего параметры объекта, которые могут измениться при воздействии на него некоторых действий [4]. В случае с ЧС – это параметры внешней среды и социума, которые изменяются при воздействии на них внешней природной и антропогенной активности.

Последовательная смена состояний объекта определяет процесс развития ЧС.

Из представленного выше определения ЧС следует два утверждения:

- ЧС существует постоянно вместе с природными и антропогенными активностями и исчезает только вместе с ними.

- не катастрофа вызывает ЧС, а наоборот – катастрофа является следствием развития ЧС.

Постоянная динамичность ЧС базируется на стадиях своего развития, количество и содержание которых тоже не имеет единого мнения.

В. Радоуцкий с соавторами [5] характеризуют развитие ЧС четырьмя стадиями (предварительная, первая, вторая и третья), где в начальной, предварительной стадии, образуются и нарастают предпосылки к возникновению природного или техногенного

бедствия, накапливаются отклонения от нормального состояния или процесса. Последующие 3 стадии (под названием первая, вторая и третья) описывают инициирование природного или техногенного бедствия с последующим развитием процесса чрезвычайного события, во время которого оказывается негативное воздействие на людей, объекты экономики, инфраструктуры и природную среду, оканчивающаяся процессами ликвидации последствий природного или техногенного бедствия (вторая и третья стадии). Такое определение стадий ЧС (предварительная, первая, вторая и третья) не несет в своём названии никакой информативности.

Л.А. Муравей [6] в динамике развития ЧС выделяет три стадии: зарождения, кульминации и затухания. В первой стадии зарождения, также, как и в предыдущем описании, происходит накопление отклонений от нормального состояния, создаются предпосылки для возникновения ЧС (усиление природной активности, накопление деформаций, дефектов и т.п.).

В стадии кульминации происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих наибольшее негативное, неблагоприятное воздействие на население, объекты и природную среду (описание катастрофы), аналогично стадии в предыдущей работе.

Стадия затухания, включает локализацию ЧС и устранение действия его остаточных факторов. Она длится до полной ликвидации прямых и косвенных последствий ЧС. Продолжительность этой стадии может составлять годы и десятилетия.

Приведенные варианты развития ЧС свидетельствуют, что в обеих работах представлена одинаковая последовательность развития ЧС (накопление, негативное воздействие (катастрофа), ликвидация последствий), которые имея общее содержание, но имеют разные названия. В современную эпоху постоянного возникновения ЧС, такая оценка ЧС совершенно неприемлема, т.к. наличие единых базовых понятий ЧС и их единое понимание имеет определяющее значение для организации качества принимаемых решений. На основе представленного выше описания развития ЧС сделана попытка сформулировать обобщенное понимание развития и названий стадий.

1 стадия – потенциальная, вместо “предварительная” и “зарождения”.

Предложение объясняется тем, что в большинстве случаев «зарождающие» факторы ЧС скрыты (ошибки расчетов, дефекты устройств, природные угрозы и т.д.) или они в своей функциональности практически не заметны. (Potentialitat; от лат. potentia — «способность, сила, действенность, возможность превращаться во что-либо»). Именно название «стадия потенциальности» имеет свое отражение в формулировке ЧС (табл. 2) как обстановка, которая «может вызвать...». Составляющие факторы этой стадии представлены многочисленными природными (угрозы метеорологических и экологических катаклизмов, землетрясений...) и антропогенными процессами (дефекты в планировании, строительстве предприятий и устройств; нарушения транспортного движения, техники безопасности, правил хранения, эксплуатации; наличие террористических организаций и социальных конфликтов...).

Эта стадия за счет постоянно меняющейся природной и антропогенной активности содержит в себе постоянную возможность дальнейшего развития ЧС, которую можно охарактеризовать состоянием риска.

Эта стадия никогда не исчезает, существует вечно и имеет постоянную возможность своего развития.

2 стадия начальная или угрозы. Эта стадия ЧС представляет собой дальнейший этап развития потенциальной стадии, когда её природные и антропогенные активности, начинают выходить за пределы нормального функционирования внешней среды и социума, которые в официальной формулировке уже начинают приводить к потере здоровья, жизни, повреждению имущества, окружающей среды. На этой стадии возможен возврат в исходную стадию потенциальности, а при его отсутствии наступает переход в следующую стадию – кульминации (катастрофы).

3 стадия – катастрофы. Является неизбежной при нарастании составляющих факторов потенциальной ЧС. По содержанию – это человеческие жертвы, разрушение окружающей среды и других материальных ценностей в значительных размерах, что по своему описанию является типичным проявлением катастрофы.

4 стадия – рецессии. Представляет собой затухание предыдущей, стадии.

5 стадия – последствий. На этой стадии происходит локализация и ликвидация прямых и косвенных последствий кульминационного процесса. Может продолжаться годы и десятилетия (Чернобыльская катастрофа).

Таким образом, ЧС в своем развитии проходит 5 основных взаимосвязанных стадий: потенциальную (риска), начальную (угрозы), катастрофы, рецессии и последствий.

Развитие катастрофы можно представлять как процесс с нерегулярным, особым поведением, т. е. имеет место представление, изложенное в теории особенностей или сингулярности [7]. Для нас наибольший интерес представляет известная дельта-функция Дирака. Эта функция сосредоточена в одной точке и имеет в ней разрывную производную, ступенчатую функцию Хевисайда, т. е. особенность, сингулярность. Функцию Дирака можно приблизить, как угодно, точно гладкими колоколообразными функциями, например такого вида:

$$f(x) = y(x) = e^{-(x-x_0)^2}.$$

С помощью такой функции можно описать процесс, который развивается во времени (время x). Это модельное представление дает возможность описать динамику негативных изменений: вначале они малы, затем нарастают, потом достигают пика, и затем начинают падать (рис.1). Эта динамика соответствует 5 основным взаимосвязанным стадиям ЧС: потенциальной стадии или стадии риска (на графике отрезок от нуля до подъема), начальной стадии или стадии угрозы (на графике отрезок быстрого подъема), стадии катастрофы (на графике пик), рецессии (спад на графике) и последствий (на графике почти горизонтальная линия справа от пика).

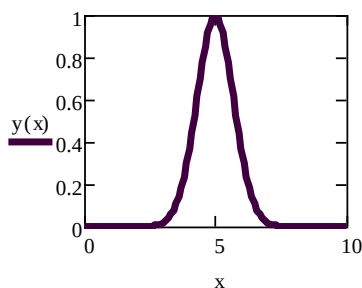


Рисунок 1. График функции $f(x) = e^{-(x-x_0)^2}$

Такой волнообразный процесс описывается решением дифференциального уравнения:

$$\frac{dy}{dx} = -2(x - x_0)f(x)$$

Близкое описание катастроф как особенностей дано в [8], по которому катастрофа возникает в результате скачкообразных изменений системы в ответ на изменение внешних условий, т. е. описывается некоторой сингулярностью. Наличие этого процесса в динамике развития ЧС, обосновывает внесение подобного механизма в содержание и общее определение ЧС, в котором скачкообразные изменения системы – изменения внешней среды и социума, изменение внешних условий – постоянные изменения внешних природных и антропогенных активностей.

Как результат, реальная ЧС по форме и содержанию может выглядеть так. ЧС - это скачкообразные изменения состояния внешней среды и социума, возникающие в виде ответа на изменения внешних природных и антропогенных активностей, которые могут привести или уже привели к развитию аварий и катастроф.

В этой формулировке ЧС и катастрофа представляют единый динамический процесс, в котором катастрофа представляет частный случай развития ЧС.

Различие между ЧС и катастрофой в этой формулировке в том, что катастрофа – это явление преходящее в системе развития ЧС, а ЧС как динамический процесс – явление вечное и, пока существуют ЧС, периодическое возникновение катастроф всегда будет сопровождать материальный мир.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Все явления природы (дождь, снег, тайфуны, землетрясения...) – это внешнее отражение внутренней солнечной и планетарной активности. Все процессы антропогенной — это внешнее отражение внутренней антропогенной (человеческой) активности. Следовательно, чрезвычайная ситуация по содержанию — это не обстановка, как свидетельствует официальная формулировка, а состояние природных и антропогенных активностей во внешней среде и социуме.

2. Наличие природной и антропогенной активностей во внешней среде и социуме определяет не только содержание ЧС, но и механизм её развития, проявляющийся в виде 5 последовательных стадий: потенциальности, риска, катастрофы (бедствия), рецессии, последствий. Эти стадии существуют вместе с природными и антропогенными активностями и исчезают вместе с ними.

3. Несмотря на широкий ареал распространения чрезвычайных ситуаций, не существует их общепринятого определения. Здесь представлены 2 основные формулировки чрезвычайной ситуации. Первая – приближена к западным формулировкам, и вторая – использует некоторые понятия, связанные с теорией сингулярности из математической теории катастроф Зеемана-Арнольда.

1) Чрезвычайная ситуация — это состояние природной и антропогенной активности, которое представляет непосредственную угрозу для здоровья, жизни, имуществу, окружающей среде или уже начинает приводить к этим последствиям и имеет высокую вероятность развития аварий и катастроф.

2) Чрезвычайная ситуация — это скачкообразные изменения состояния внешней среды и социума, возникающие в виде ответа на изменения внешних природных и антропогенных активностей, которые могут привести или уже привели к развитию аварий и катастроф.

4. Чрезвычайная ситуация и катастрофы взаимосвязаны и в этой взаимосвязи ведущую роль играет чрезвычайная ситуация (потенциальная стадия), которая *определяет* возможную катастрофу как частный случай её развития. А так как потенциальные чрезвычайные ситуации существуют всегда, возникновение катастроф является нормой для нашей природно-антропогенной среды.

5. Предлагается пересмотреть нормативное определение чрезвычайной ситуации, ввести в общую характеристику чрезвычайных ситуаций стадии её развития, которые имеют место при всех классификационных вариантах. Целесообразность такого предложения объясняется существенной информативностью понятия «стадия», в которой заложена объективность развития процесса и вытекающие отсюда многообразные организационные мероприятия. Смысл стадийности можно связать с уровнем риска каждой стадии: потенциальная (зеленая), угрозы (желтая), катастрофы (красная), рецессии (коричневая), последствия (белая), что имеет положительный организационно-методический характер и понятна для любого социума.

Библиография

1. Бабосов Е.М. Катастрофа как объект социологического анализа. Социологические исследования. — 1998. — № 9. — С. 19 - 25.
2. Кнауб Р.В. Общий механизм зарождения и закономерности развития природных катастроф в глобальном масштабе // Наука и мир. Волгоград: Научное обозрение, 2016. - Т.3, № 5(33). - С. 127-135.
3. Корчуков А.А. Анализ понятия «Чрезвычайная ситуация» в отечественном и зарубежном праве. СПб.: ЛЕМА, 2018. - № 1(3). - С.154-158.
4. Мякишев Г. Я. Общая структура фундаментальных физических теорий и понятие состояния. Физическая теория. М.: Наука, 1980, С. 420-436
5. Стадии развития и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В.Ю. Радоуцкий, Н.В.Нестерова, Ю.М. Гусев, П.В. Гайворонский. Инновационная наука. - Уфа: Аэтерна, 2016. № 4(4). С. 31-33
6. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов. Под ред. проф. Л.А. Муравья. 2-е издание. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010, 431 с.
7. Арнольд В. И., Варченко А. Н., Гусейн-Заде С. М. Особенности дифференцируемых отображений. — 3-е изд., стереотип. — М.: МЦНМО, 2009. — 672 с.
8. Арнольд В.И. Теория катастроф. - М.: Наука, 1990. 128 с.

УДК 577.4. 622.8:614.838.12.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ «КАРАТАУ» И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕГИОНА

Тилегенов И.С., доктор технических наук, профессор кафедры «Нефтегазовое дело» ТарГУ имени М.Х.Дулати, E-mail: tis-kz@mail.ru;

Агошков А.И., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности в техносфере, Дальневосточный Федеральный университет E-mail: bgdtsdvfu@mail.ru

Тилегенов Н.И. – магистр технических наук, ВНС по НИР, E-mail: tilegenov_nurgeldy@mail.ru.

Аннотация: Исследование процессов пылегазообразования и их механизмы рассеивания в окружающую среду при ведении буровзрывных транспортных, в отвалообразовании и обоснование эколого-экономической целесообразности разработки участка Кесик-Тобе месторождения Кок-Жон являются актуальными. Предотвращение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду региона разработки фосфоритовых руд с эффективным смачиванием мелкодисперсных частиц пыли и молекул газов пенной среде.

Ключевые слова: Пылегазообразования, механизмы рассеивания, отвалообразования, эколого-экономическая целесообразность, загрязняющие вещества, смачивание, мелкодисперсные частицы и молекулы газов, фосфоритовые руды.

SYSTEM ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PRODUCTION OF THE INDUSTRIAL ZONE “KARATAU” AND THEIR INFLUENCE ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE REGION

Tilegenov I.S., Agoshkov A.I. Tilegenov N.I.

Abstract: The study of dust and gas formation processes and their dispersal mechanisms into the environment when drilling and blasting vehicles are carried out, in dumping and justification of the environmental and economic feasibility of developing the Kesik-Tobe section of the Kok-Zhon deposit are relevant. Prevention of pollutant emissions into the environment of the phosphorite ore development region with effective wetting of fine dust particles and gas molecules in a foamy environment.

Keywords: dust and gas formation, mechanisms of dispersion, dump formation, environmental and economic feasibility, pollutants, wetting, fine particles and gas molecules, phosphorite ores

Уровень использования природных ресурсов и степень защиты окружающей природной среды является главной проблемой XXI столетия.

В результате человеческой деятельности оказывается воздействие на различные параметры и свойства природной среды, масштабы которого достигли таких размеров, что под угрозу поставлена жизнь на планете.

Объемы выбросов вредных веществ в окружающую среду сравнимы с их поступлением в результате естественных процессов. Они настолько значительны, что приобретают глобальный характер [1,2,3,4,5].

По объему выбросов химических веществ в атмосферу первое место занимает долгоживущий газ двуокись углерода, который способен накапливаться в атмосфере. Его вклад в парниковый эффект по разным данным составляет 6000 млн. т/год от (50 до 60%).

Массовыми загрязнителями при работе предприятий данного ГПК являются оксид углерода, азота и серы, углеводороды, бенз(а)пирен, акролеин, формальдегид, соединения фтора и др.

Около 16 % всей площади земель исследованных районов из-за загрязнений техногенными выбросами подвержены опустыниванию, значительная часть территории засолена. Загрязнение промышленными выбросами атмосферного воздуха, водных источников, почвенного и растительного покрова привело к угрозе возникновения локальных и региональных экологических проблем, в последствии переходящих в глобальные, о чем свидетельствует сопоставление данных, полученных на протяжении последних десятилетий [8,9,10].

Из вышеизложенных факторов следует, что экологические, экономические и социальные последствия с каждым годом становятся все ощутимее.

Возникают актуальные проблемы в целенаправленном управлении охраной окружающей природной среды и рациональном использовании природных ресурсов.

Основная идея работы заключается в предотвращении техногенных выбросов непосредственно на местах их образования путем использования механической пены стабилизированной природным ПАВ-кератином, позволяющей с высокой эффективностью осуществить улавливание мелко - и высокодисперсных частиц пыли и молекул газообразных веществ.

Разработка месторождений Каратауского бассейна имеет огромное народнохозяйственное значение как с позиции обеспечения потребностей страны в фосфатных удобрениях, так и с точки зрения более рационального распределения в стране добывающих и перерабатывающих мощностей. Потребности в удобрениях распределены весьма неравномерно, основное количество фосфатных удобрений – 73% потребляет Европейская часть СНГ, 13% - Средняя Азия и Казахстан, 12% - Сибирь и Дальний Восток.

На каждом этапе данной технологической схемы образуются определенные объемы выбросов вредных компонентов в окружающую среду, которые будут расти при наращивании объемов производства по мере улучшения финансового состояния ТОО «Казфосфат». В связи с этим целесообразно направление большей части организационно-технических и материальных средств на сокращение загрязнения атмосферы промзон и прилегающих к ним различных объектов биосферы (рис.1) [2,3,4].

Социально-экономические условия рассматриваемой территории характеризуются наличием крупной горнодобывающей промышленности, которая в настоящее время работает не в полную производственную мощность. ГПК

«Каратау» филиала ТОО «Казфосфат», являющееся единственным поставщиком фоссырья для заводов фосфорных удобрений Казахстана и Средней Азии, большей частью простаивает.

Геология территории характеризуется следующими основными особенностями. Район примыкает к северо-восточной ветви хребта Каратау-Малому Каратау. Фосфоритные месторождения бассейна приурочены к отложениям нижнего палеозоя, представленным песчаниками Каройской серии. В его нижней части выделяется фосфоритоносная

Шулактауская свита мощностью до 100 м, представленная доломитами, кремнистыми фосфоритами и фосфоритами.

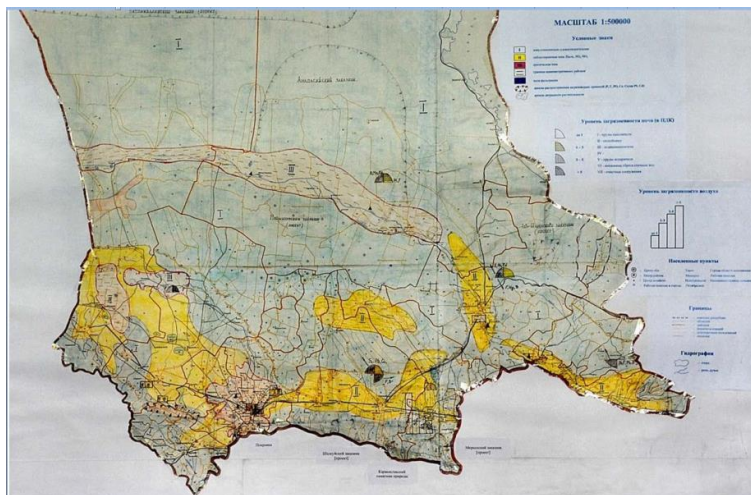


Рисунок 1. Экологическая карта Жамбылской области

На рис.2 представлен ситуационный схематический план фосфоритоносного бассейна Каратау. Отсюда видно, что все промплощадки удалены друг от друга и не расположены в селитебных зонах. Поэтому каждая из промплощадок рассматривается (с позиции экологического состояния) как отдельный объект.

Фосфоритовое месторождение Шолактау в структурном отношении представляет собой северное опрокинутое крыло антиклинальной складки. Падение пород в восточной части месторождения вертикальное или на север под углами $83-87^\circ$, на западе опрокинутое, на юг $80-85^\circ$, до $60-75^\circ$ на крайнем западе.

Месторождение сложено породами венда, нижнего и среднего кембрия. Отложения венда представлены верхней частью и отнесены к малокаройской свите (Утк). Сложены кремнистыми сланцами, аргиллитами и песчаниками с подчиненными прослоями известняков и доломитизированных известняков.

Породы Шулактауской свиты (Е,cht) залегают с угловым несогласием на породах малокаройской свиты и представлены снизу доломитами серого и светло-серого цвета, сменяющиеся кремнями от черного до светло-серого цвета, скрытокристаллическими. На кремнях залегают фосфоритоносный горизонт, представленный тремя пачками: нижней фосфоритовой, фосфатокремневой и верхней (главной) фосфоритовой [6,9,10].

Нижняя фосфоритовая пачка представлена темно-серыми, массивными кремнистыми и карбонатными фосфоритами с включением тонких прослоев кремня. Мощность пласта колеблется от 1,0 до 6,0 м. Фосфатно-кремневая пачка представлена чередованием слоев кремнистых фосфоритов и кремней. Мощность пачки от 1,5 до 7 м. Верхняя фосфоритовая пачка является основным продуктивным пластом. Мощность пачки колеблется от 6 до 20 м.

На верхней пласте пачки фосфорита налегает маломощный (1-1,5 м) горизонт марганцевисто-железистых доломитов. Отложение Шабактинской свиты (Есht) представлено массивными и плитчатыми известковистыми доломитами серого и темно-серого цветов. В тектоническом отношении месторождения Чулактау отличается очень большой сложностью.

Породы, слагающие месторождение, залегают почти прямолинейно в северо-западном направлении по азимуту 275°-292°.

Незначительные отклонения от основного направления наблюдаются на отдельных участках и в крайнем западном фланге, где простирание пород доходит до азимутов 222°-235°.

На месторождении широко развиты тектонические нарушения разрывного характера. По своему положению к простиранию фосфоритового пласта разрывные нарушения подразделяются на продольные, диагональные и поперечные. Амплитуда диагональных и поперечных нарушений не превышает первых десятков метров. При эксплуатации месторождения установлено, что существенное значение имеют нарушения, имеющие разные углы по падению и невыдержанное простирание. В случае смещения крутого падения фосфиласта, последний срезается тектоническим нарушением.

В тектонических нарушениях отмечаются зоны дробления пород, зеркала скольжения и перемятость. Мощность тектонических нарушений изменяется от сантиметра до десятков метров, распространены они на значительную глубину и в значительной степени затрудняют отработку месторождения.

Количественный и качественный состав техногенных выбросов зависит от физико-механической характеристики руды вмещающих пород, от технологии производства и технологического процесса, от состава, свойств применяемых ВВ и СВ с точки зрения загрязнения атмосферы.

Таблица 1 - Минеральный состав месторождений «Каратау»

Минерал	Аксай		Чулактау		Жанатас			
	глубокие зоны	поверхностная зона	кремнистокарбонатные руды	метаморфизованные руды	верхний нижний пласты		средний пласт	
					глубокие горизонты	поверхностная зона	глубокие зоны	поверхностная зона
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Апатит	0,2	0,5	2,1	20,0	0,2	0,5	0,4	1,0
Фторкарбо-натапатит	59,0	62,0	60,0	43,3	64,4	67,5	42,0	46,3
Доломит	16,5	7,5	14,0	11,0	11,0	3,2	8,3	1,3
Кальцит	-	5,8	0,1	5,0	-	4,9	-	1,0
Халцедон	2,5	2,5	4,4	4,0	6,2	5,2	23,0	22,1
Кварц	6,5	6,3	6,0	5,6	7,0	7,0	9,0	8,0
Полевые шпаты	4,4	4,4	3,7	3,7	3,5	3,5	5,0	5,0
Гидрослюда	7,9	7,5	5,6	1,8	4,9	4,2	9,3	11,8
Силикаты магния	0,5	0,5	2,0	3,0	0,3	0,3	0,3	0,3
Пирит и марказит	0,7	0,1	0,8	0,8	0,8	0,2	0,8	0,2
Гидрослюда железа	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5
Гипс	-	1,6	-	-	-	1,2	-	1,2
Органическое вещество	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Прочие (по разности от 100%)	1,6	1,0	1,2	1,7	1,5	1,6	1,7	1,14

Все пачки фосфатного сырья бассейна Каратау, с минералогической точки зрения, состоят из трех основных ингредиентов: фосфата, кремнезема и карбоната. Фосфат, сконцентрированный в зернах, солитах и, частично в цементирующем материале, представлен

фторкарбонатапатитом, который в метаморфизованных разностях переходит во фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. Минералы нерастворимого остатка представлены главным образом, халцедоном, кварцем, полевым шпатом, слюдой, серицитом, вторичным кварцем. Из карбонатов в рудах больше всего доломита. В тектонических нарушениях и поверхностных выветренных зонах пластов встречается кальцит. Доломит в основном представлен в виде цемента, значительная его часть находится в виде мелкой неправильной формы включений, (напоминает ракушечник и гальку), в фосфатном и кремнистом цементе, а также в фосфатных зернах и отолитах.

Состав и качество фосфоритовых руд различных месторождений (в частности трех рассматриваемых месторождений Аксай, Жанатас, Чулактау) непостоянен, особенно по количественному соотношению минералов. В таблице 1 приведен средний минеральный состав основных промышленных месторождений «Каратау» (% масс) [2,3,4,8,9,10].

Химический состав отдельных проб фосфоритов из трех основных месторождений «Каратау» следующие: P_2O_5 , CO_2 , SO_3 , F, CaO, MgO, Mn_2O , Fe_2O , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2S , H_2O .

Кроме отмеченных выше основных компонентов в фосфоритах Каратау содержатся некоторые количества сопутствующих соединений в:

- Fe_2O_3 от 0,2 до 1,56; Mn_2O - от 0,1 до 0,7.
- Al_2O_3 в нерастворимом остатке руды в виде алюмосиликатов - 11,68.
- (S) в виде сульфатов и пирита (марказита); в пересчете на SO_3 от 0,18 до 2,27.

Содержание органического углерода (C) в фосфатном веществе достигает 0,4; редкоземельные элементы до 0,1, стронций до 0,2-0,3, свинца тысячные доли процента.

Таблица 2 - Химический состав отдельных проб фосфоритов из трех основных месторождений «Каратау»

Компоненты	Место рождение Аксай	Месторождение Чулактау		Месторождение Жанатас		
		проба К-16	проба К 18	верхний пласт К-16	средний пласт К-26	нижний пласт К-61
P_2O_5	23,48	23,78	28,48	31,26	18,25	27,00
CO_2	9,85	9,99	8,05	3,11	5,40	9,91
SO_3	0,52	0,18	0,32	2,27	0,50	0,30
F	2,17	1,73	2,60	2,78	1,35	2,45
CaO	40,55	38,13	46,29	46,19	30,87	43,51
MgO	4,56	4,55	3,88	0,13	0,22	3,20
MnO	Следы	-	0,29	-	-	-
R_2O	0,88	-	-	0,40	0,64	0,16
FeO	0,42	-	-	0,50	0,28	1,16
Fe_2O_3	1,23	1,80	2,74	2,56	1,76	2,33
Al_2O_3	1,60	0,85	0,59	0,55	2,59	0,07
SiO_2	9,93	-	6,44	8,28	35,90	8,22
H.O.*	11,10	19,18	6,82	8,81	36,98	8,89
FeS	-	-	1,13	0,18	Следы	0,90
H_2O	3,08	-	0,60	2,33	1,66	0333
Сумма 1	98,37	100,19	101,41	100,54	99,62	99,54
O2 соответст- вующий F2	0,91	0,73	1,09	1,17	0,57	1,03
Сумма 2	97,46	99,46	100,32	99,37	99,05	98,51

Анализ минерального и химического состава фосфоритового месторождения показывает, что основными источниками выделения вредных примесей (SO_2 , NO_x , H_2S , CO , CO_2 , HF и др.) являются карбонаты кальция, доломит, минералы силикозоопасного кремнистого ряда - хальцедон, кварц и др. Токсичные газы как SO_2 , NO_x , H_2S , CO , CO_2 , HF и др. могут образоваться при сушке флотоконцентрата ($t=1300^\circ\text{C}$) и при ведении горных работ взрывным методом [2,3,4].

На основе результатов инвентаризации, проведенной на промплощадке «Чулактау», установлено 415 видов источников выброса вредных веществ в окружающую природную среду. Количество организованных источников по выбросу вредных веществ, т.е. оборудованных устройствами для отвода их из рабочей зоны составляет 119 видов. Пылегазоочистными установками оборудованы 64 источника. В период интенсивной работы (1964-1992 г.г.) из 415 источников учтенными являются 45 наименований вредных компонентов [10].

Добыча и доставка руды до ДРФ «Каратау» осуществляется из подземного рудника «Молодежный». Технологическая схема переработки фосфоритной руды основана на постепенном дроблении и грохочении (просеивании).

С целью предотвращения выбросов вредных веществ в атмосферу промзон в качестве объекта для наших исследований выбрано СШО ДРФ «Каратау», на примере которого разработана модернизированная комплексная система пылегазоочистки и внедрена.

Технологическая схема получения флото-концентрата осуществляется по следующей схеме. Все составляющие объекты технологической схемы являются интенсивными источниками выбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. На нижеприведенной схеме представлены основные технологические процессы по производству фосмуки, которые являются типовыми для всех горных предприятий (рис.3).

Геология отходов: изометрично – вытянутой формы, кусковой (обломочной) структуры, т.е. это дробленая горная масса класса 0.7-1.2 м.

Основные минералы: фосфоро содержащие фторкарбонатапатит с высоким фтор I фосфатным коэффициентом- 0.01-0.1; карбонаты - кальцит, доломит, минералы кремнистого ряда - хальцедон, кварц.

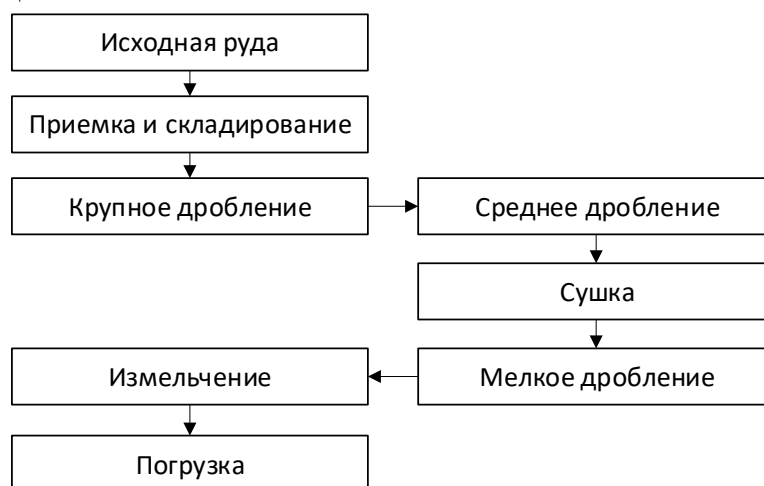


Рисунок 3. Схема производства фосмуки

Минерально-петрографический состав включает в себя следующие компоненты (по Н.О.): фосфорит высококачественный - 17,5%; фосфоритрядовый - 38,9%; сланцы кремнисто-глинистые - 43,8%; карбонаты - 4,1 %; кремень - 5,7%.

Физико-механические свойства: объемный вес $\gamma = 2.5-2.75 \text{ т/м}^3$. Коэффициент крепости по Протоdjяконову = 8, коэффициент разрыхления = 1. Коэффициент влажности до 1%. Предел прочности на растяжение 50-127 т/м³. Предел прочности на сжатие 800-1270 кг/см².

Анализ минерального и химического состава фосфоритового месторождения показывает, что основными источниками вредных примесей (SO₂, NO_x, H₂S, CO₂, HF и др.), являются вышеупомянутые минералы, особенно: сера (S), углерод (C), фосфоросодержащие фторкарбонаты с высоким фторфосфатным коэффициентом 0,01 - 0,1, карбонаты кальция, доломит, минералы силикозоопасного кремнистого ряда - хальцедон, кварц. Токсичные газы CO, CO₂, SO₂, NO_x, H₂S, HF и др. образуются при сушке флотоконцентрата (t=1300°C) и при ведении горных работ взрывом [3,4,5,8,9,10].

Библиография

1. Экологическая безопасность - приоритетное направление (2003.) Материалы заседания Совета безопасности РК под председательством Н.А. Назарбаева. Казахстанская правда от 31 января.
2. Справка о результатах комплексной проверки областным управлением экологии и биоресурсов деятельности предприятий, учреждений, организаций и хозяйств Таласского района по соблюдению природоохранного законодательства. (1996), Тараз, 12с.
3. Обоснование и разработка способов и средств предотвращения техногенных выбросов в окружающую природную среду. (2003) Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., РК, Тараз.
4. Тилегенов И.С., Бишимбаев В.К. (2019) Теория и практика предотвращения техногенных выбросов в окружающую природную среду. Тараз. РК. ISBN 978-9965-37-240-7. (На русском)
5. В.К. Бишимбаев, И.С. Тилегенов. (1999) Экологические проблемы Каратау - Жамбылского территориально-производственного комплекса. Гидрометеорология и экология. Алматы. № 1, С 105 -114.
6. И.С.Тилегенов, В.К.Бишимбаев, Б.С.Тилегенова. (1998) Экологическое состояние промзоны Каратауского рудоправления и разработкиспособа предотвращения выброса вредных примесей в окружающую среду. Материалы XXXVI научно-технической конференции «Казахстан - 2030: региональные проблемы научно-технического прогресса», г.Усть- Каменогорск, СЛ 09-110.
7. Омм В.В., Тилегенов И.С., Сабыралиев Н.С., Голикова Н.С., Пажальцев Ю.В., Орлова Н.А. (2001) Проект нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для промплощадки Чулактау ТОО ГХК «Каратау». 122с
8. ОНД-86 «Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». (1987) 1987-01-01. 110с.
9. Роменский А.П. (1976) Пена как средство борьбы с пылью. Институт геотехнической механики, АН УССР, Киев: Наукова думка. 161 с.
10. Тилегенов И.С. (2002) Разработка технологии получения воздушно - механической пены и расчет режима работы устройства пенообразования. Вестник МОиН НАН РК, Алматы, 6 :66-73. (На русском)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 621.039.58+504.064

КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Зейналов И.М., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, E-mail: ismayil_zeynalov@outlook.com; **Махмудова У.Х.**, доцент ведущий научный сотрудник; **Пириева Э.Г.**, старший лаборант; **Ибрагимова В.И.** старший лаборант. Национальная академия наук Азербайджана Институт географии им. Г. Алиева

Аннотация: Увеличение количества рисков в результате чрезвычайных ситуаций на атомных электростанциях (влияет на образование и выпадение радионуклидов в виде осадков) способствует переносу загрязняющих веществ в локальном, региональном и глобальном масштабе. Учитывая ряд климатообразующих факторов Азербайджана основной задачей исследований, являются выявления закономерностей образования радиоактивных отходов. Тем самым способствуя выпадению радиационных осадков на территориях сопредельных государств, отдаленных от места взрыва.

Ключевые слова: Риски, климатогеографические закономерности, радиационные осадки, радионуклиды, радиационная безопасность.

CLIMATOGRAPHIC PATTERNS IN THE ASSESSMENT OF RADIATION SAFETY IN AZERBAIJAN.

Zeynalov I.M., Makhmudova W.K., Pirieva E.G, Ibrahimova V.I.

Abstract: Increased risks from emergencies in nuclear power plants (influencing the formation and precipitation of radionuclides) contribute to local, regional, and global transport of pollutants. Given the number of climatic factors of Azerbaijan, the main task of research is to identify the patterns of radioactive waste generation.

Thereby contributing to radiation precipitation in the territories of neighboring states remote from the site of the explosion.

Keywords: Risks, climatogeographic patterns, radiation precipitation, radionuclides, radiation safety.

В статье рассматриваются пространственные распределения радиоактивных осадков с учетом климатогеографических закономерностей. Основными параметрами служат ряд метеорологических факторов, способствующих образованию и выпадению радиоактивных осадков. Между радиационным балансом, испарением и атмосферными осадками должна существовать тесная взаимосвязь.

Действительно исследование $\left(\frac{E}{r}\right) = f\left(\frac{R}{L_r}\right)$, а также $\left(\frac{E}{r}\right) = f\left(\frac{R_0}{L_r}\right)$, приводит к установлению довольно тесной зависимости (табл.1)

Учитывая хорошую согласованность полученных зависимостей, как для равнинной, так и для горной частей СССР, в обобщенном виде для всей территории СССР имеем следующее уравнение:

$$\left(\frac{R}{L_r}\right) = 0,122 \times e^{3,2\left(\frac{E}{r}\right)} \quad (1)$$

Полученное уравнение связи позволяет рассчитать величины испарения по атмосферным осадкам, а именно: $E = mr$, где коэффициент $m = 0,22$ $m = 0,22 \div 0,98$ в зависимости от степени увлажнения климата. В планетарном масштабе этот коэффициент, очевидно, будет колебаться от 0,05 – 0,7 леса, альпийские луга, нагорные тундры, а также тайга, лесотундра и тундра до (в пустынях). Полученное уравнение связи между индексом сухости и отношением испарения к осадкам хорошо согласуется как для территории Закавказья и Средней Азии, так и для равнинной части ССС. Вместе с тем имеет существенное различие между уравнением связи полученным М.И. Будыко [1].

Причина заключается в том, что данные 55-66 гг., как мы уже отмечали выше, как по величинам R_0 так и по величинам E – отличаются значительной заниженностью, устраненной в новой работе [2].

Таблица 1- Уравнение связи между $\left(\frac{E}{r}\right)$ и $\left(\frac{R}{L_r}\right)$

$\left(\frac{R}{L_r}\right)$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	>> 3,5
Для Закавказья и Средней Азии $\left\{\frac{E_{ш}}{r}\right\}$	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,61	0,65	0,69	0,74	0,79	0,83	0,97	0,90	0,94	0,97	0,98
Для СССР (без горной зоны) $\left\{\frac{E^B}{r}\right\}$	0,23	0,30	0,38	0,46	0,54	0,60	0,65	0,71	0,77	0,82	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,97

Изменения климата в северном полушарии (и пожалуй в планетарном масштабе), выражающемся в усилении циркуляции атмосферы и широтного обмена воздушных масс, обуславливающих в наших широтах (южная часть умеренной зоны и субтропическая зона) учащенные вторжения холодных и теплых воздушных масс с своеобразным чередованием в многолетнем ходе (на это было обращено внимание в докладе «Тенденции в изменении климата Каспийского моря» прочитанном на Всесоюзной конференции по проблеме Каспия и в опубликованных тезисах в 1956 г. [4].

Из широко известных исследований академика А.А. Григорьева по теории физической географии (1946-1957 гг.) а также из работ [1,5,6] становится бесспорным определяющая решающая роль радиационного и теплового балансов в формировании и развитии основных черт климата, почвенно-растительных условий, а также природных комплексов наращивается вопрос как показать в определенных количественных выражениях эту зависимость между элементами радиационного и теплового балансов, с одной стороны, и основными метеорологическими элементами и свойствами типов климата, - с другой? [3].

Уравнение (1) приводит к выявлению следующего подвижного равновесия между радиационным балансом, атмосферными осадками и испарением

$$R = 0,073r \cdot e^{3,2\left(\frac{E}{r}\right)} \quad (2)$$

Авторы считают, что термические условия и условия увлажнения той или иной территории, количественно и качественно выражающиеся средними месячными и годовыми

величинами температуры воздуха или суммами температур более 10», испарения атмосферных осадков и др., генетически связаны с климатообразующими факторами, т.е. климатообразующие факторы обуславливают средние поля основных метеорологических элементов и интегрально отражаются в них [7].

Таблица 2 - Уравнение связи между $\left(\frac{E}{r}\right)$ и $\left(\frac{R_0}{L_r}\right)$

$\left(\frac{R_0}{L_r}\right)$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	$\geq 4,5$
Для Закавказья и Средней Азии $\left\{\frac{E_{ш}}{r}\right\}$	0,22	0,29	0,36	0,40	0,46	0,51	0,57	0,62	0,68	0,73	0,77	0,81	0,84	0,89	0,92	0,94	0,96	0,97
Для СССР (без горной зоны) $\left\{\frac{E^B}{r}\right\}$	0,21	0,27	0,34	0,39	0,46	0,51	0,58	0,65	0,72	0,78	0,81	0,84	0,86	0,90	0,93	0,94	0,96	0,97
Будыко [1] $\left\{\frac{E}{r}\right\}$	0,28	0,36	0,44	0,50	0,56	0,62	0,66	0,70	0,76	0,82	0,86	0,88	0,90	0,94	0,97			

В соответствии с этим должна существовать конкретная и тесная корреляционная зависимость между температурой воздуха (в виде средних месячных величин или сумм температур $> 10^0$), испарением (E) атмосферными осадками (r), относительной увлажненностью ($\frac{100r}{E_0}$), с одной стороны, и суммарной радиацией $(Q + q)_n$, радиационным балансом (R), и показателем теплового баланса ($\frac{100LE}{R}$), - с другой.

При делении ядерного топлива в реакторах и ядерных зарядах образуется несколько сотен радионуклидов с периодами полураспада от миллионных долей секунды до миллиардов лет. Поэтому в случае ядерных взрывов и аварий из радиоактивного облака на землю выпадает смесь радионуклидов, состав которой с течением времени изменяется как вследствие естественного распада радиоактивных веществ, так и вследствие образования новых нуклидов при ядерных превращениях.

Ядра атомов (по другим определениям - атомы) разных химических элементов имеют общее название – нуклиды. Нуклиды, обладающие радиоактивностью называются радионуклидами. Например, стронций – 90, йод – 131, цезий – 137 и т.п. Под термином «радионуклид» понимают также некоторое радиоактивное вещество, когда говорят, например, что масса радионуклида составляет столько-то граммов, килограммов и т.д. термины «радиоизотоп» и «радионуклид» часто используются как синонимы. Особенностью глобальных выпадений является смешанность в стратосфере высокодисперсных частиц и

радиоактивных продуктов от различных экспериментов и взрывов. Ниже приводится описание глобальных выпадений на примере самых долгоживущих и, следовательно, наиболее опасных радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Приведенные данные относятся к 60-м годам, т.е. по их максимального накопления перед подписанием Московского договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой (1963 г.).

Наблюдаемое распределение уровней глобального загрязнения стронцием (^{90}Sr) и цезием (^{137}Cs) на земном шаре в основном определяется следующими факторами:

характером испытаний относительно природной среды (атмосферный, наземный, подземный) и мощностью испытываемого ядерного устройства:

локализацией испытаний в северном полушарии;

общими закономерностями циркуляции атмосферы:

синоптико-климатическими особенностями отдельных районов.

По данным научного комитета ООН по действию атомной радиации со времени начала испытаний ядерного оружия и до 1963 г. было выброшено в атмосферу $19,3 \cdot 10^6 \text{ Кг}$ изотопов стронция (^{90}Sr) и $33 \cdot 10^6 \text{ Ки}$ изотопов цезия (^{137}Cs). При равномерном распределении этого количества изотопов по земной поверхности в 1970 г. должны были бы наблюдаться следующие средние уровни загрязнения северного полушария: $^{90}\text{Sr} - 31 \text{ М Ки/км}^2$, $^{137}\text{Cs} - 53 \text{ МКи/км}^2$. В ряде районов реальные уровни загрязнения отличаются от этих средних значений за счет местных климатических особенностей. После прекращения ядерных взрывов в СССР и США в 1963 г. радиоактивные выпадения продолжались за счет радиоактивного распада и стока более ранних загрязнений в крупные реки моря и океаны.

Сказанное иллюстрируется данными о средних уровнях загрязнения территории бывшего СССР в разные годы (таблица 3)

Таблица 3 - Средние уровни загрязнения на территории СССР мКи/км² [Израэль, 1996]

Годы	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1970
^{137}Cs (1)	86	97	108	87	84	84	86
^{90}Sr (2)	44	56	54	53	44	43	43
(1)/(2)	1,95	1,73	1,93	1,64	1,91	1,95	2,0

Среднее значение изотопов $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ равно 1,85. Для полосы территории бывшего СССР между 20° и 70° с.ш. средний запас (по измеренным данным на 1963 г.) составили 40 мКи км^2 . Используя отношение 1,85 получим, что средняя концентрация (запас) ^{137}Cs на 1963 year. 1963 г. равен 74 мКи/км^2 , что весьма значительно.

Детальные сведения о распределении глобальных выпадений 60-х годов имеются только для территории СССР, на которой проводилась специальная гамма-съемка. При высотах полета 25-50 м, получаемые отсчеты характеризуют на местности полосу шириной 100-200 м и площадь 1 км^2 . Воспроизводимость определения запаса изотопа ^{137}Cs не хуже 10%, точность определения изотопа ^{137}Cs примерно 20% при уровне загрязнения около 100 МКи/км^2 .

На рис. 2 приведена карта, иллюстрирующая загрязнение территории бывшего СССР глобальными выпадениями от ядерных взрывов на конец 60-х годов. Видно, что уровни загрязнения колеблются в пределах от 50 до 175 мКи/км².

В пространственном распределении загрязнения изотопом ¹³⁷Cs- можно выделить ряд климатогеографических закономерностей.

A number of climatogeographic patterns can be identified in the spatial distribution of ¹³⁷Cs - isotope contamination.

1. В целом для уровней загрязнения характерна широтная зональность.

2. Повышенные уровни загрязнения приурочены к системам горных хребтов, где проявляются эффекты макромасштабных орографических влияний, в том числе на количество выпадающих осадков.

3. На равнинной территории уровни загрязнения тождественно сходны с территориальным географическим распределением характеристик осадков. Особенно часто сходство проявляется в природно-географических районах, где отличаются пространственные минимумы годового увлажнения и максимумы суточных осадков в день с осадками. Так, в зоне пустынь-полупустынь Казахстана и Средней Азии отличается полоса пониженности загрязнения ¹³⁷Cs с уровнями 50-70 мКи/км² на фоне малого годового количества осадков 100-200 мм, суточного 0,3-0,5 мм. Уменьшение до 50 мКи/км² при смещении к побережьям Арктических морей определяется общим уменьшением сравнительно со средними широтами годовых осадков до 300 мм. В тоже время зона повышенных уровней загрязнения до 100-125 мКи/км² в средней части Европейской территории России в общем согласуется с зоной повышенных годовых сумм (до 600-700 мм) годовых сумм осадков и суточных осадков более 5 мм.

Как для поля осадков, так и для поля загрязнения ¹³⁷Cs свойственна существенная пятнистость распределения. Однако в деталях очаги пятен сравниваемых характеристик не всегда совпадают. Их интерпретация требует привлечения других факторов и более плотной сети наблюдений [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было проанализировано, что климатогеографические закономерности определяют пространственные закономерности распределения радиоактивных осадков.

Исследования рисков воздействия радиационной опасности на окружающую среду выявляются посредством таких закономерностей как радиационный баланс, атмосферные осадки и испарение.

Синоптико-климатические особенности отдельных районов и ряд других факторов определяют наблюдаемое распределение уровней глобального загрязнения стронцием (⁹⁰Sr) и цезием (¹³⁷Cs) на земном шаре.

Библиография

1. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности Л., Гидрометеиздат 1956.
2. Будыко М.И., Атлас теплового баланса., Метеоиздат 1956 г.
3. Шихлинский Э.М. Тепловой баланс Азербайджанской ССР Баку 1969.
4. Шихлинский Э.М. Тенденция в изменении климата Каспийского моря. Тезисы докл. Всесоюзного совещ. по проблеме Каспия Москва – Астрахань, 1956.

5. Шихлинский Э.М. Тепловой баланс Азербайджанской ССР “Изв. АН Азерб ССР, серия геол.- геогр.” 1963, №3
6. Шихлинский Э.М. К вопросу о тепловом балансе горных ледников Сб. “Вопросы географии Азербайджана”, ИГ АН Азерб. ССР. Баку 1964.
7. Шихлинский Э.М. Об основных показателях при классификации климатов Тр. Всесоюз научно метеор. Сопещания, т.IV, Л., 1967
8. Инженерная экология: Учебник/ Под ред. Проф. В.Т. Медведева – М.: Гарадарики, 2002 – 687: ил.

УДК 547.67+664.951.002.6

СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРИРОДНОГО И МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЕРМИКУЛИТА И ЦЕОЛИТА

Апанасенко О.А., кандидат химических наук, доцент, e-mail: olgahimik@mail.ru;
Каткова С.А., кандидат химических наук, доцент, e-mail: mashkova_73@mail.ru;
Жамская Н.Н., кандидат химических наук, профессор, e-mail: zhamaskaya@yandex.ru;
Бянкина Л.С., кандидат химических наук, доцент, e-mail: lbyankina@mail.ru;
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет.

Аннотация: Исследованы сорбционные свойства природного и модифицированного вермикулита и цеолита по отношению к белку и органическим веществам из водного раствора. Химическая модификация проведена 3%-ным раствором хитозаном. Установлено, что наиболее высокой поглотительной активностью по отношению к белковым компонентам раствора и органическим веществам обладает модифицированный вермикулит.

Ключевые слова: адсорбция, сорбенты, вермикулит, цеолит, модифицирование, хитозан, сточные воды, белок, концентрация, химическая потребность кислорода

STUDY OF THE SORPTION CAPACITY OF MODIFIED SORBENTS BASED ON VERMICULITES RELATIVE TO PROTEIN

Apanasenko O.A., Katkova S.A., Jamskaja N. N., Byankina L.S.

Abstract: The sorption properties of natural and modified vermiculite and zeolite in relation to protein and organic substances from an aqueous solution have been investigated. Chemical modification was carried out with a 3% chitosan solution. It was found that modified vermiculite demonstrates the highest absorption activity in relation to the protein components of the solution and organic substances.

Keywords: adsorption, sorbents, vermiculite, zeolite, modification, wastewater, protein, concentration, chemical oxygen demand

В последнее время ситуация с состоянием природной среды, особенно в промышленно развитых регионах, заставляет разрабатывать и вводить в действие все более жесткие нормативы на сброс загрязнений в окружающую среду. Серьезное воздействие на загрязнение природной среды сточными водами оказывают предприятия пищевой промышленности. Сточные воды пищевых предприятий представляют собой сложные полидисперсные системы, в состав которых входят белковые и азотистые вещества, жир, минеральные вещества,

витамины, ферменты. Кардинальное решение проблемы охраны окружающей среды состоит в разработке и внедрении экологически безопасных, безотходных технологических процессов и производств. Очистка вод, используемых человеком, является актуальной проблемой. Одним из способов доочистки является сорбционный метод. В последние годы для этих целей все большее применение находят неуглеродные сорбенты естественного и искусственного происхождения (глинистые породы, цеолиты, и другие материалы). Алюмосиликаты, в состав которых обычно входят материалы с пористой структурой, наиболее распространены неорганические сорбенты для очистки воды (гидрослюда, вермикулит и др.) [1].

Некоторые алюмосиликаты достаточно активны в естественном состоянии, но также их целесообразно активировать химическим или термохимическим способом [1]. Кроме того, хитозан и его производные обладают рядом ценных свойств: способностью к волокно- и пленкообразованию, к ионному обмену и комплексообразованию, используются в аффинной хроматографии для выделения ферментов [2, 3].

Ранее нами были проведены исследования природного и модифицированного вермикулита [4], было показано, что наиболее эффективен для доочистки сточных вод модифицированный вермикулит.

Поэтому нами была исследована возможность использования вермикулита и цеолита, а также сорбенты, модифицированные 3%-ным раствором хитозана, для технологии очистки сточных вод.

Химическая модификация проведена нейтральным хитозаном. Способ модифицирования описан в [5]:

- образец № 1 - природный вермикулит;
- образец № 2 - вермикулит + 3% хитозан;
- образец № 3 - природный цеолит;
- образец № 4 - цеолит + 3% хитозан.

Сорбцию белка проводили на модельных сточных водах, приготовленных методом промывания фарша минтая. С целью исследования зависимости адсорбции от концентрации белка путем разбавления готовили ряд модельных вод различной концентрации, методом разбавления исходного раствора. Исходную воду готовили следующим образом: брали определенное количество фарша минтая, промывали холодной водой в соотношении 1:3, фильтровали через капроновый фильтр (исходный раствор). Далее серию растворов готовили разбавлением предыдущего в 2 раза: одна часть исходного раствора и 2 части воды (раствор – 1); одна часть раствора 1 и 2 части воды (раствор 2). Адсорбцию проводили в статистических условиях в течение 60 минут, масса сорбента – 0,5 г, объем раствора – 50 мл. Концентрацию белка в исходном растворе, а также в указанное время определяли методом Лоури [6].

На основании экспериментальных данных оценивали сорбционные свойства природных и модифицированных образцов (1-4). Результаты исследований представлены в табл.1.

Исследования показали, что наибольшими адсорбционными свойствами обладает вермикулит, модифицированный хитозаном, максимальна адсорбция, которого равна 36 мг/г. Также положительные результаты были получены при адсорбции на модифицированном цеолите, максимальна адсорбция, которого равна 28 мг/г. Таким образом, сорбция белка на всех образцах модифицированного вермикулита и цеолита заметно больше по сравнению с немодифицированными сорбентами. Можно говорить о том, что с amino- и карбоксильными

группами белка происходит взаимодействие функциональных групп хитозана, которое накладывается на физическую сорбцию белка и в итоге увеличивает его адсорбируемость.

Таблица 1 - Адсорбционные свойства природных и модифицированных образцов (1-4)

Номер образца	Образец сорбента	Адсорбция белка сорбентом (А), мг/г	Процент очистки, %
	Исходный раствор	-	-
1	природный вермикулит	5,7	48,6
2	вермикулит + 3% хитозан	36,0	75
3	природный цеолит	5,0	42
4	цеолит + 3% хитозан	28,3	67,3
	Раствор 1	-	-
1	природный вермикулит	9,9	33,0
2	вермикулит + 3% хитозан	10,3	72,7
3	природный цеолит	6,8	36,8
4	цеолит + 3% хитозан	24,0	62,4
	Раствор 2	-	-
1	природный вермикулит	3,1	28,3
2	вермикулит + 3% хитозан	3,4	70,2
3	природный цеолит	7,4	20,5
4	цеолит + 3% хитозан	6,7	60,3

Кроме этого, во всех растворах определялось химическое потребление кислорода (ХПК) определяли по методу бихроматной окисляемости. При кипячении в 50%-ной по объёму серной кислоте, бихромат окисляется большинство органических веществ. Для большей полноты окисления органических веществ прибавляют в качестве катализатора сульфат серебра. Мешающее влияние хлоридов исключают, вводя в раствор сульфат ртути (II). После окисления избыток бихромата определяют титрованием раствором соли Мора. Для анализа отбирали 1 мл пробы, доводили до 20 мл дистиллированной водой, помещали в круглодонную колбу для кипячения. Далее в пробу вводили 10 мл 0,25 н раствора бихромата калия, затем 0,4 г сульфата ртути (II) и 0,4 г сульфата серебра. Смесь перемешивали и приливали 30 мл концентрированной серной кислоты. Кипятили смесь 2 часа с обратным холодильником. После охлаждения приливали 100 мл дистиллированной воды, снова охлаждали и прибавляли 5 капель N-фенилантраниловой кислоты. Затем титровали избыток бихромата титрованным раствором соли Мора до изменения окраски индикатора. Параллельно проводили холостой опыт с 20 мл дистиллированной воды и такие же, как при анализе, объёмы реактивов.

Бихроматную окисляемость (х) в мг О/л определяли по формуле (1):

$$x = \frac{(a-b) \cdot k \cdot 0,25 \cdot 8 \cdot 1000}{V} = \frac{(a-b) \cdot k \cdot 2000}{V} \quad (1)$$

a – объём раствора соли Мора, израсходованный на холостой опыт, мл;

b - объём раствора соли Мора, израсходованный на титрование пробы, мл;

k – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора соли Мора к точно 0,25 н;

V – объём пробы, взятый для определения, мл;

8 – эквивалент кислорода;

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 - ХПК в зависимости от концентрации органических веществ

Номер образца	Образец сорбента	ХПК, мг О/л	Процент очистки, %
	Исходный раствор	9385	-
1	природный вермикулит	4542	51,6
2	вермикулит + 3% хитозан	1032	89
3	природный цеолит	4880	48
4	цеолит + 3% хитозан	2346	75
	Раствор 1	3228	-
1	природный вермикулит	2043	36,7
2	вермикулит + 3% хитозан	936	71
3	природный цеолит	2079	35,6
4	цеолит + 3% хитозан	1033	68
	Раствор 2	1300	-
1	природный вермикулит	932	28,3
2	вермикулит + 3% хитозан	419	67,8
3	природный цеолит	1034	20,5
4	цеолит + 3% хитозан	516	60,3

Из полученных данных видно, что модификация вермикулита и цеолита природным хитозаном заметно увеличивает адсорбируемость белка по сравнению с исходными сорбентами. Чем больше концентрация раствора, тем больше адсорбирующая способность сорбентов. Наиболее высокой поглотительной активностью по отношению к белковым компонентам раствора и органическим веществам обладает вермикулит, модифицированный 3%-ным раствором хитозана. Степень очистки сточных на модифицированном вермикулите от органических веществ составляет от 67% до 89% и от белка - от 70% до 75%.

Таким образом, вермикулиты и цеолиты, модифицированные хитозаном, могут быть использованы в процессах водоподготовки для уменьшения содержания белка и органических примесей в воде.

Библиография

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия: Ленинград, 1982. С.18-21.
2. Muzzarelli R.A.A. Chitin. Pergamon, London. 1997. P. 309.
3. Harsa S., Furusaki S. Bioaffinity adsorption behavior of several enzymes onto beta-cyclodextrin-chitosan // Separ.Sci. and Techn. 1995. V. 30. № 13. P. 2695-2706.
4. С.А. Каткова, О.А. Апанасенко, Н.Н. Жамская // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана». Часть II. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. С.68-71.
5. Жамская Н.Н., Машкова С.А. Природные и модифицированные сорбенты на основе цеолита и вермикулита // Монография. Владивосток: Дальрыбвтуз. 2009. 140с.
6. Филлипович Ю.Б. Практикум по общей биохимии. Москва: Просвещение, 1975. 318 с.

УДК 551.583

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гаджи-заде М.Ф. – кандидат технических наук, Государственная нефтяная компания Азербайджана «SOCAR». E-mail: mushvigg@mail.ru

Зейналов И.М. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт географии им. Г. Алиева. E-mail: ismayil_zeinalov@outlook.com

Аннотация: Рост числа техногенных катастроф оказывает влияние на изменения климата. Способствуя тем самым воздействию на экосистемы и использования природных ресурсов земли. Существенным вкладом в разработку программ исследований климата оказывают изучения составляющих радиационного баланса на примере территории Азербайджана. Применение современных технологий способствуют выявлению основных факторов формирования климата в региональном и глобальном масштабах.

Ключевые слова: климат; составляющие радиационного баланса, современные технологии, солнечная радиация, температура воздуха.

A STUDY OF CLIMATE PROBLEMS USING THE EXAMPLE OF THE TERRITORY OF AZERBAIJAN

Haji-zadeh M. F., Zeynalov I.M.

Annotation. The increasing number of man-made disasters has an impact on climate change. Thereby contributing to the impact on ecosystems and the use of natural land resources. Studies of the components of the radiation balance on the example of the territory of Azerbaijan make a significant contribution to the development of climate research programs. The use of modern technologies helps to identify the main factors of climate formation on a regional and global scale.

Keywords: climate; components of radiation balance, modern technologies, solar radiation, air temperature.

Развитие атомной энергетики, реактивной авиации, автомобильного транспорта, сельского хозяйства, различные промышленные выбросы привели к возникновению многих крупных экологических проблем. [1].

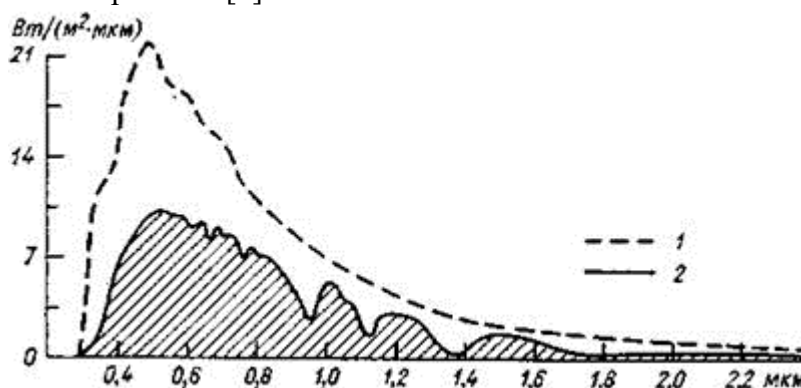


Рисунок 1. Спектральный состав лучистой радиации.

Тепловой и водный балансы земной поверхности в природной географической среде, как правило, являются тем главным механизмом, который определяет интенсивность и

характер всех форм обмена энергией и веществом между основными процессами и компонентами географической среды [2].

Спектральный состав солнечной радиации изменяется на большом диапазоне длин волн, которые поглощается и рассеивается в атмосфере по-разному (рис. 1).

На единицу горизонтальной площади придется меньшее количество лучистой энергии:

$$S' = S \sin h_0 \quad (1)$$

где h_0 - высота солнца (рис 2.)

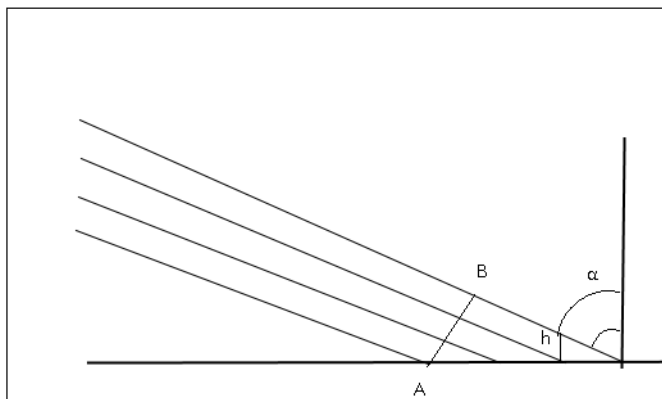


Рисунок 2. Приток солнечной радиации на поверхность АВ, перпендикулярную к лучам и на горизонтальную около длины поверхность АС.

В самом деле на горизонтальную площадку S' приходится количество радиации SS' , равное количеству радиации Ss , приходящему на перпендикулярную к лучам площадку S :

$$S' s' = S s$$

Но площадка s относится к площадке S' как AB к AC ; так как $AB/AC = \sin h_0$, то

$$S' = S \frac{s}{S'} = S \frac{AB}{AC}$$

$$S' = S \sin h_0$$

Очевидно, что S' равно S только тогда, когда Солнце находится в зените, а во всех остальных случаях S' меньше S [3].

В работе [4] при обработке и климатологическом анализе материалов наблюдений над температурой поверхности почвы за период 1951-1956 гг. была составлена специальная таблица по ряду пунктов Азербайджанской ССР, Дагестанской ССР, Грузинской ССР, Армянской ССР и Каспийского побережья, показывающая величину средней многолетней разности между температурой поверхности почвы и температурой воздуха [5].

Авторами были рассмотрены особенности распределения средне суточной разности температуры поверхности почвы и температуры воздуха за январь, апрель, июль, по территории Азерб. ССР [6].

Установлено что средняя приземная температура T_s линейно зависит от температуры, характеризующей солнечное излучение. Этих двух условий достаточно для однозначного определения средней температуры на любом уровне земной тропосферы:

$$T = b^a \cdot T_{bb} \cdot P^a \quad (2)$$

В этом уравнении показатель адиабаты зависит от мольного веса газовой смеси атмосферы и теплоемкости воздуха. Если теплоемкость газов C_p выражать в кал/г·град, а

газовую постоянную $R = 1,987$ кал/моль · град, то зависимость показателя адиабаты α от состава и влажности атмосферы легко находится по формуле

$$\frac{R}{\mu \cdot (C_p + C_w + C_r)} \quad (3)$$

где $\mu \approx 29$ – мольный вес воздуха; $C_p = 0,2394$ кал/г · град – теплоемкость сухого воздуха; $C_w + C_r$ – поправочные коэффициенты с размерностью теплоемкость учитывающие суммарный тепловой эффект процессов конденсации влаги C_w (во влажной атмосфере) и поглощение теплового излучения Земли и Солнца C_r . [7]

Рассматриваемая модель позволяет оценить и доли участия всех составляющих переноса тепла в общем процессе регулирования температуры тропосферы. Так, по характеристическим температурам земной тропосферы, ее радиационной $T_c = 255$ K и средней приземной температуре $T_s = 280$ K удастся определить поправочные члены к теплоемкости сухой и не поглощающей инфракрасное излучение атмосферы, учитывающие радиационный C_r и влажоконденсационный C_w перенос тепла в тропосфере (Сорохтин, 2001)

$$C_r = \frac{R}{\mu \alpha} \cdot \frac{T_s - T_c}{T_s} \quad (4)$$

$$C_w = \frac{R}{\mu \cdot \alpha} \cdot \frac{T_c}{T_s} - C_p \quad (5)$$

Тогда с учетом уравнения (3) находим: $C_r = 0,041$ кал/г · град; $C_w = 0,0794$ кал/г · град; $\alpha = 0,1905$. Отсюда видно, что непосредственная передача тепла от Земной поверхности воздушным массам, участвующим в конвективном массообмене тропосферы, достигает приблизительно 67% радиационная составляющая добавляет в конвективный перенос тепла 11% а выделение тепла при конденсации влаги в толще тропосферы – еще 22% [7].

Чем выше концентрация в воздухе «парниковых газов» повышается температуры атмосферного воздуха, и поглощается инфракрасное (тепловое) излучение вызывая перегрев атмосферы [7].

Степень увлажнения территории определяют условия рассеивания и нейтрализации промышленных и бытовых отходов в почвах, водных объектах и зоне аэрации. С этих позиций избыточно влажная и влажная под зоны характеризуются преимущественным рассеиванием загрязняющих веществ, если, конечно, скорость поступления последних не превышает соответствующих возможностей их выноса и нейтрализации природными процессами. В недостаточно влажной под зоне при сопоставимых количествах вносимых загрязнений, а в сухой под зоне всегда будут преобладать концентрации загрязнителей или продуктов их нейтрализации.

Индекс сухости имеет значение не только как условие рассеивания или концентрации загрязнений. В сочетании с радиационным балансом он определяет характер растительности и продуктивности растительных ассоциаций [8].

В прибрежных областях низких широт или во влажных режим температур отличается большой стабильностью. Например, амплитуда годовых изменений температуры в Экваторе составляет всего около 6°C, разница среднемесячных температур в бассейне Конго- 1 – 2°C, тогда как амплитуда только суточных перепадов температуры в континентальных пустынях может достигать 25-38, а сезонных – более 60°C. На северо-востоке континента Евразии, на фоне существенно более низких среднегодовых температур амплитуда сезонных изменений

составляет почти 100°C . В горах хорошо выражен вертикальный градиент температур, зависимость температурного режима от экспозиции склона, его изрезанности и т.п.

Таблица 1 - Средняя месячная величина разности (температура поверхности почвы- температура воздуха) за период 1951-1956 гг. по территории СССР

Название пунктов	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Архангельск	-0,9	-1,4	-1,5	-1,4	2,1	2,7	2,9	1,2	0,1	-0,8	-0,8	-1,0
Верхоянск	-1,1	-1,3	-2,8	-2,4	-2,0	5,1	4,0	1,6	0,1	-1,9	-1,5	-1,2
Якутск	-1,5	-2,6	-2,8	-1,9	3,4	4,6	4,7	2,7	0,1	-0,5	-1,6	-0,9
Москва	-1,1	-1,0	-1,4	-0,1	1,1	1,7	1,9	1,3	0,6	-0,5	-1,6	-0,9
Саратов	-0,4	-0,2	-0,1	0,4	2,9	5,8	4,3	4,0	1,0	-0,2	-0,6	3,0
Казань	-0,3	-0,7	-0,8	-1,3	0,5	2,9	3,0	1,3	-0,6	-0,5	0,2	0,4
Куйбышев	-0,4	-0,2	-0,6	0,8	3,6	6,8	5,9	4,3	1,3	-0,2	-0,3	-0,4
Волгоград	-0,4	0,2	0,5	1,8	4,0	5,6	5,4	3,9	2,6	0,8	0,6	0,4
Астрахань	0,5	1,1	1,8	2,2	3,5	4,5	4,2	3,6	2,5	1,0	0,4	0,2
Форт Шевченко	0,0	0,4	0,9	2,2	3,3	3,7	4,0	2,5	1,3	0,1	-0,5	-0,2
Ставрополь	-0,8	-0,3	0,3	0,9	3,6	4,8	4,6	3,7	2,1	0,6	-0,2	-0,4
Ташкент	-1,4	-1,2	0,6	2,2	1,1	6,8	7,3	6,7	4,7	0,8	-0,7	-1,4
Кара-Богаз-Гол	0,3	0,7	2,2	3,3	5,2	6,3	6,8	4,8	3,0	1,6	0,6	0,2
Красноводск	0,1	1,4	2,9	4,1	6,3	7,7	8,1	6,6	4,9	2,6	1,1	0,4
Сухуми	-1,4	-0,9	0,6	2,1	3,1	4,9	5,0	4,2	2,4	0,7	-1,1	-1,5
Анасеули	-2,0	-1,5	-0,1	1,7	3,1	3,9	3,4	3,2	1,9	0,4	-1,5	-2,1
Тбилиси обл.	-0,4	0,2	1,8	3,0	5,8	6,7	6,8	6,2	3,8	1,3	-0,2	-1,0
Баку обл.	-0,2	0,5	0,9	2,5	4,6	5,5	5,3	4,7	2,2	0,8	-0,4	-0,6
Кура-Араксинская низменность	0,4	1,1	1,8	3,8	6,0	6,9	7,5	6,6	4,0	2,4	0,8	0,3
Ереван	0,4	1,1	1,8	3,8	6,0	6,9	7,5	6,6	4,0	2,4	0,8	0,3
Нахичевань	-0,5	-0,4	1,9	3,6	5,4	6,9	7,1	6,7	4,1	1,8	-0,2	-0,2
Ленкорань	-0,2	-0,1	1,8	3,1	5,1	7,4	7,4	5,8	4,1	1,8	-0,1	-0,1
Ашхабад	-0,3	0,0	0,8	1,8	4,0	5,7	5,7	4,5	1,9	1,0	0,4	0,0
Суммарное	0,1	0,3	1,5	2,8	4,6	6,1	6,3	5,0	3,2	0,9	0,0	-0,2

Значительно более сглажены температурные условия в почве. Если на ее поверхности температурные изменения отражают динамику температуры воздуха, то с глубиной сезонные и иные колебания уменьшаются и температурный режим становится стабильно благоприятным для живых организмов [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были рассмотрены основные факторы формирования климата на примере радиационного баланса. Описываются ряд изменений, составляющих радиационного с учетом солнцестояния, а также по поглощению и рассеянию длин волн на разных участках спектра.

Приводится ряд примеров анализа наблюдений над температурой поверхности почвы территории Азербайджана, Дагестана и Грузии, Армении и Каспийского моря показывающая величину средней многолетней разности между температурой поверхности почвы и

температурой воздуха. А также рассматривалась адиабатическая модель переноса тепла в тропосфере.

Учитывается ряд факторов антропогенного характера в сочетании с радиационным балансом и определяет характер растительности и продуктивности растительных ассоциаций.

Описываются основные формы получения данных по составляющим радиационного баланса спутников серии NOAA для территории Азербайджана.

Библиография

1. Касимов Н.С., Клиге Р.К. Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). – М.: Научный мир, 2000 – 304 с.
2. Исаев А.А. Экологическая климатология. Учебное пособие для географич. гидромет. экол спец вузов и колледжей – М. Научный мир, 2001- 458 с.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология климатология: Учебник 5-е изд, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001 – 528 с.: ил.
4. Э.М. Шихлинский Тепловой баланс Азербайджанской ССР –Изд-во «Элм» Баку -1969 с. 198.
5. Айзенштат Б.А., Кирилова Т.В., Лайтман Д.Л., Огнева Т.А., Тимофеев М.П., Цейтлин Г.Х. Изменение теплового баланса деятельной поверхности при орошении Тр. ГГО, вып. 39 (101), 1953
6. Мадатзаде А.А., Шихлинский Э.М. Климат Азербайджана, Издательство академии наук Азербайджанской ССР Баку – 1968 – 270 с.
7. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли: учебник/под редакцией академика РАН В.А. Садовничьего - М. Изд-во МГУ, 2002 – 560 с.
8. Мазур И.И. Курс инженерной экологии Учебник для вузов/И.И. Мазур, О.И. Мохдовалов Под редакцией И.И. Мазура- 2-е издание, исправленное и доп. М. Высш. шк., 2001- 510 с.: ил.

УДК 628.4.032.332

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Золотарев Г.М. доктор технических наук, профессор, Президент Московского регионально отделения Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. E-mail: zolotg@yandex.ru

Аннотация: Предложена к внедрению новая революционная технология и оборудование экологически чистого обращения с твердыми коммунальными отходами, которая предусматривает предварительную сортировку отходов в жилом секторе и пиролизную переработку, непригодных для использования в качестве вторсырья мокрых грязных отходов, с помощью Пиролизного комплекса, включающего Пиролизный реактор Золотарева, ПРЗ-50, Россия, и Плазменную установку «Плазмактор Альфреда Моссэ» Беларусь.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, пиролизный комплекс, пиролизный реактор, сортировочный комплекс, остеклованный шлак, экологически чистое обращение с твердыми коммунальными отходами, высококалорийная пиролизная жидкость, ликвидация полигонов открытого захоронения отходов.

NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TREATMENT OF SOLID MUNICIPAL WASTE

Zolotarev G.M

Annotation. A new revolutionary technology and equipment for the environmentally friendly management of solid municipal waste is proposed for implementation, which provides for the preliminary sorting of waste in the residential sector and pyrolysis processing of wet dirty waste unsuitable for use as recyclable materials, using a Pyrolysis complex including the Zolotareva Pyrolysis Reactor, PRZ-50, Russia, and the Alfred Mosse Plasma Reactor.

Keywords: solid municipal waste, pyrolysis complex, pyrolysis reactor, sorting complex, vitrified slag, environmentally friendly treatment of solid municipal waste, high-calorie pyrolysis liquid, liquidation of open landfills for waste disposal.

Несмотря на многочисленные Постановления Правительства Российской Федерации до настоящего времени 90% всех твердых коммунальных отходов вывозят на полигоны открытого захоронения, что приводит к выбросам в атмосферу зловонных, вредных газов и отравление ядовитым фильтратом водоносных слоёв на большом расстоянии от свалки.

Еврокомиссия выступила в 2017г., за запрет строительства новых мусоросжигательных заводов и вывода из эксплуатации старых, а также закрытие полигонов (Резолюция ЕС № COM(2017) [1].

При этом рекомендовано использовать отдельный сбор и переработку отходов, а также использовать современные экологические технологии типа плазменной газификации.

Отдавая должное экологической эффективности плазменной газификации, автор отмечает высокую капиталоемкость и сложность эксплуатации мощных плазмо-термических пиролизных комплексов.

В связи с этим, в новой технологии экологически чистого обращения с отходами, рекомендуется применять двухуровневую пиролизную технологию, состоящую из низкотемпературной пиролизной обработки отходов, с использованием горячих газов с температурой 500⁰С, и высокотемпературную обработку инертного остатка шлаков в количестве 10-15% от исходной массы, с помощью «Плазматора», г.Минск, Беларусь, при температуре 1350⁰С.

Из-за попадания птицы в двигатель самолёта Airbus A321 в аэропорту Жуковский Московской области 15 августа 2019г. произошла авария, которая, если бы не мастерство пилота, могла стоить жизни 233 человек.

Во время разгрузки мусоровозов на полигонах тысячи птиц хватают пищевые отходы и летят к своим гнёздам на расстояние до 3-х км от полигона, чтобы накормить птенцов. Они являются разносчиками инфекций.

При этом в Московской области наблюдается большое количество раковых заболеваний. Не исключено также заражение коронавирусом.

Поэтому, открытое захоронение отходов на полигонах, густонаселённой Московской области, должно быть прекращено и заменено переработкой остаточных после сортировки отходов с применением Пиролизных комплексов, в состав которых входит «Пиролизный реактор Золотарева», и «Плазматор» Альфреда Моссе, Минск, Беларусь, с использованием получаемого остеклованного шлака для рекультивации действующих полигонов.

Еврокомиссия выступила в 2017г., за запрет строительства новых мусоросжигательных заводов и вывода из эксплуатации старых, а также закрытие полигонов (Резолюция ЕС № СОМ(2017)[1]. Рекомендовано использовать современные экологические технологии типа плазменной газификации.

Отдавая должное экологической эффективности плазменной газификации, автор отмечает высокую капиталоёмкость и сложность эксплуатации мощных плазмо-термических пиролизных комплексов.

В связи с этим, в новой технологии экологически чистого обращения с твердыми коммунальными отходами, рекомендуется применять двухуровневую пиролизную технологию, состоящую из низкотемпературной пиролизной обработки отходов, с использованием горячих газов с температурой 500⁰С, и высокотемпературную обработку инертного остатка шлаков в количестве 10-15% от исходной массы, с помощью «Плазматора», г.Минск, Беларусь, при температуре 1500⁰С.

Из-за попадания птицы в двигатель самолёта Airbus A321 в аэропорту Жуковский Московской области 15 августа 2019г. произошла авария, которая, если бы не мастерство пилота, могла стоить жизни 233 человек.

Во время разгрузки мусоровозов на полигонах тысячи птиц хватают пищевые отходы и летят к своим гнёздам на расстояние до 3-х км от полигона, чтобы накормить птенцов. Они являются разносчиками инфекций. При этом в Московской области наблюдается большое количество раковых заболеваний. Не исключено также заражение коронавирусом.

Поэтому, открытое захоронение отходов на полигонах, густонаселённой Московской области, должно быть прекращено и заменено переработкой остаточных после сортировки отходов с применением пиролизных комплексов, в состав которых входит «Пиролизный реактор Золотарева», и «Плазматор» Альфреда Моссе, Минск, Беларусь, с использованием получаемого остеклованного шлака для рекультивации действующих полигонов.

Применение Пиролизных реакторов ПРЗ-50» позволяет одновременно с эксплуатацией действующих полигонов осуществлять рекультивацию этих полигонов за счет использования остеклованного шлака.

Таким образом, в ближайшие 5 (пять) лет будут полностью рекультивированы все действующие полигоны твердых коммунальных отходов Российской Федерации.

Результаты испытаний экспериментальной установки «УТРО-1», в Москве, в районе Люблино, промышленная зона Курьяново, показали, что пиролиз является наиболее экологически чистым и экономически эффективным способом переработки всех видов углеродосодержащих отходов, [2].

Пиролизная установка «УТРО-1» предназначалась для исследования пиролизной переработки изношенных автомобильных шин (рис. 1).

На переднем плане цистерна для сбора жидкого топлива с высокой теплотворной способностью 49,5 МДж/кг, и температурой замерзания - 36⁰С для коммерческой продажи в котельные ЖКХ. На переднем плане Газомоторный электроагрегат, работающий на пиролизном газе, вырабатывает электроэнергию для собственных нужд Пиролизной установки УТРО-1. Загрузка реактора осуществляется с помощью наклонного скипового подъемника. Предварительно шины разрезались на чипсы, образуя частицы с максимальным размером не более 20 x 20 x 18 см. С помощью скиповой лебедки шины поднимают на приемную площадку, где их загружали вручную через герметичные секторные затворы во внутреннюю трубчатую камеру пиролизного реактора.

После вхождения в рабочий режим нагревание отходов в камере пиролиза осуществлялось за счет сжигания своего пиролизного газа. Выгрузка углеродных остатков производилась через два шлюзовых плоских затвора.

В результате термохимического разложения изношенных автомобильных шин образуется пиролизный газ и пиролизная жидкость. Пиролизный газ сжигается в термическом генераторе и используется для нагрева камеры пиролиза. Пиролизная жидкость собиралась в цистерне для продажи.

Газо-хроматический анализ жидкой фракции, выполненный Институтом нефтехимического синтеза им А.В.Топчиева, РАН, показал, что исходное сырьё после доработки может быть использовано в качестве топлива [3].

Данные лаборатории «Saybolt», Москва, показали, что пиролизная жидкость замерзала при температуре минус 36⁰С. Теплотворная способность составляла 49,5 МДж/кг. При доработке, это синтетическое топливо с успехом может быть использовано в качестве автомобильного топлива.

Пиролизный газ использовался в газомоторном электроагрегате для выработки электроэнергии с целью собственного электроснабжения. В пиролизной установке применен пиролизный реактор диаметром 800 мм и высотой 3,0 м. При сечении камеры пиролиза 0,5 м² объём загрузки сырья составлял 1,5 м³.

Данные Протокола № 181 ВЗД/09 количественного химического анализа воздуха от 11.12.2009г, выполненного Государственным учреждением города Москвы, «Пожарно-спасательный центр», показали, что содержание диоксида азота, оксида азота, оксида углерода, диоксида серы в 10-20 раз меньше нормативных данных (таблица 1).

Таблица 1- Протокола № 181 ВЗД/09

№ п/п	Компонент выброса	Нормативные данные Мг/м ³	Результаты анализа Мг/м ³	Нормативный документ (МВИ)
1	Диоксид азота	2,0	Менее 0,005	Руководство по эксплуатации к газоанализатору «Элан-NO ₂ »
2	Оксид азота	-	Менее 0,1	Руководство по эксплуатации к газоанализатору «Элан-NO ₂ »
3	Оксид углерода	20,0	Менее 0,75	Руководство по эксплуатации к газоанализатору «Элан-CO/H ₂ S»
4	Диоксид серы	10,0	Менее 1,4	Руководство по эксплуатации к газоанализатору ИТ

С целью увеличения производственной мощности предложена новая конструктивная схема пиролизной установки. Вместо трубчатой формы применяется пиролизная камера с сечением в виде овала. При этом площадь сечения камеры увеличивается в 10 раз и составляет 5,0 м² [4]. Схема пиролизного реактора ПРЗ-50 представлена на рис. 2.

Таблица 2 - Техническая характеристика «УТРО-1»

№	Показатели	Значения
1.	Производительность по сырью	10,0 т./сут.
2.	Выход жидко-топливной фракции	4,0 т./сут.
3.	Выход технического углерода	3,0 т./сут.
4.	Пиролизный газ	2500 м ³ /сут.
5.	Температура пиролиза	400-500 ⁰ С

Объем камеры пиролиза «УТРО-2» при высоте 2.0 м равен 10,0 м³ и превышает объем камеры пиролизной установки «УТРО-1» в 7 раз.

При этом расстояние от оси овального сечения камеры до раскаленной поверхности металлической стенки камеры пиролиза составляет всего 0,6 м, что способствует интенсивному прогреву сырья внутри камеры пиролиза.

Дополнительно для увеличения производительности пиролизного реактора была применена двухстадийная схема пиролиза, предусматривающая предварительную сушку отходов до температуры 200⁰С в камере сушки и затем нагрев отходов до 500⁰С в камере пиролиза [5].

Указанные конструктивные изменения пиролизной установки позволяют создать принципиально новый «Пиролизный реактор Золотарева», на который получено 5 патентов с приоритетом одного автора. Работа «Пиролизного реактора ПРЗ-50» осуществляется следующим образом. В загрузочный бункер 1 подают твердые коммунальные отходы, с крупностью не более 400 x 400 мм. Из загрузочного бункера через спаренные прямоугольные задвижки отходы поступают в камеру сушки 2.

Из камеры сушки сухие и нагретые до температуры 200⁰С отходы через спаренные прямоугольные задвижки перепускают в камеру пиролиза 3, в которой поддерживается температура 500⁰С. Через спаренные прямоугольные задвижки раскаленные инертные остатки выпускаются на скребковый конвейер 4, который заполнен водой.



Рисунок.1 Пиролизная установка «УТРО-1». Москва, Люблино, промышленная зона Курьяново, 2009г.

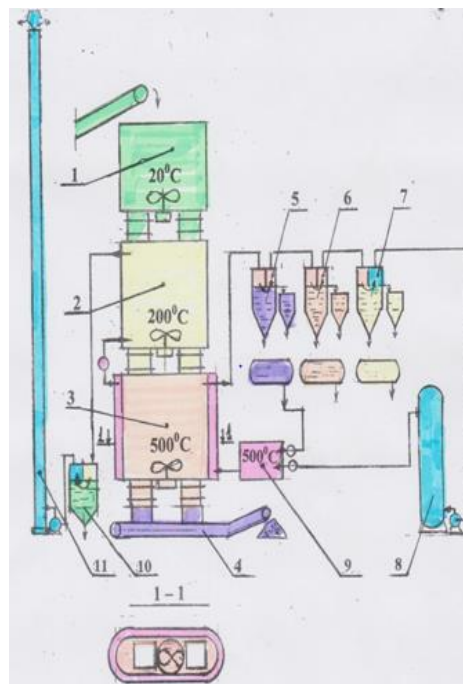


Рисунок. 2 «Схема Пиролизного реактора Золотарева», ПРЗ-50

Остывшие инертные остатки складируют в специальном бункере для последующей переработки в высокотемпературной плазменной установке «Плазмактор», г. Минск, Беларусь, для переработки в остеклованный шлак.

В блоке сепарации получают 3 фракции пиролизной жидкости. В камере 5 при температуре 300-400°C образуется пиролизная жидкость типа мазут. В камере 6 при температуре 200-300°C образуется пиролизная жидкость, типа керосин. В камере 7 при температуре 120-220°C образуется пиролизная жидкость, типа бензин.

Остывший пиролизный газ при температуре 120°C поступает в газгольдер 8, оборудованный всасывающим вентилятором. После охлаждения до температуры 40°C и очистки от воды пиролизный газ поступает в Термический генератор 9, где сжигается с помощью специальной газовой горелки при температуре 1500°C.

Одновременно с этим в термическом генераторе с помощью специальной жидкотопливной горелки сжигается пиролизная жидкость типа мазут при температуре 1500°C.

Пиролизную жидкость типа бензин и типа керосин собирают в цистерне и реализуют по коммерческой цене.

Отработанные горячие бескислородные газы из камеры сушки при температуре 200°C поступают в Устройство очистки дымовых газов, 10, где охлаждаются и очищаются от мельчайших пылевидных частиц и затем в виде безвредного охлажденного дыма выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу 11.

«Пиролизный реактор ПРЗ-50» комплектуется оригинальной схемой сепарации для получения пиролизного газа и пиролизной жидкости по патенту № 2444558, приоритет от 26.02.2010г., патентообладатель Г.М.Золотарев, «Пиролизный комплекс для переработки изношенных автомобильных шин» 7 | (рис.3).

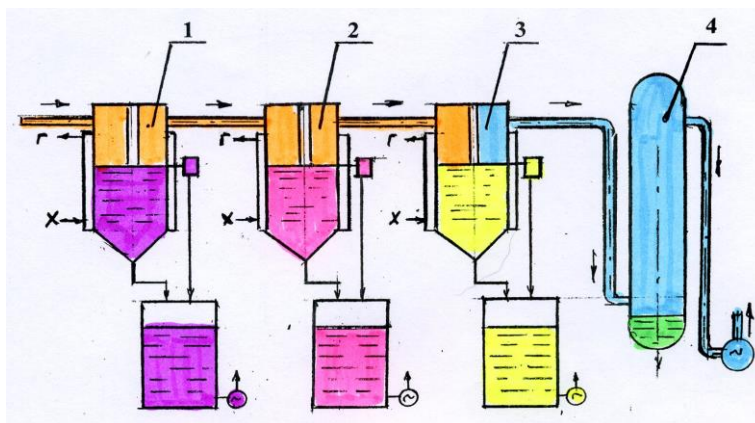


Рисунок 3. Схема сепарации для получения пиролизного газа и пиролизной жидкости:

1 – камера тяжелой фракции пиролизного газа (типа мазут); 2 – камера средней фракции пиролизного газа (типа керосин); 3 – камера легкой фракции пиролизного газа (типа бензин); 4 – газгольдер для аккумуляирования и охлаждения пиролизного газа, до температуры 40°C ,

В блоке сепарации пиролизный газ охлаждают и разделяют на синтетическое жидкое топливо и сухой пиролизный газ. Блок сепарации включает 3 камеры, которые охлаждают с помощью холодной воды. В первой камере, 1, при температуре $300-400^{\circ}\text{C}$, происходит выделение из пиролизного газа тяжелой фракции, типа мазут.

Во второй камере, 2, при температуре $200-300^{\circ}\text{C}$, происходит выделение из пиролизного газа средней фракции, типа керосин.

В третьей камере, 3, при температуре $120-200^{\circ}\text{C}$, происходит выделение из пиролизного газа легкой фракции, типа бензин. После охлаждения до 120°C пиролизный газ поступает в газгольдер 4, где после выделения воды образуется сухой газ при температуре 40°C . Протекание пиролизного газа по 3 (трём) камерам и по газгольдеру осуществляется за счёт вентилятора, установленного после газгольдера.

Описанная выше технологическая схема сепарации пиролизного газа может стать основой новой технологии переработки нефти с производством бензина, керосина, мазута, которая будет значительно дешевле, чем существующая технология переработки нефти, применяющаяся на нефтеперерабатывающих заводах.

Для нейтрализации пиролизного шлака используется высокотемпературная плазменная установка «Плазмактор», г.Минск, Беларусь (рис.4) [8].

Твердый осадок в виде шлака из камеры пиролиза низкотемпературной пиролизной установки с помощью скребкового конвейера направляют в загрузочный бункер высокотемпературной пиролизной установки.

С помощью шнекового питателя холодный шлак подают в футерованную шамотным кирпичом высокотемпературную термическую камеру, выполненную в виде обратного конуса для предотвращения зависания шлака.

За счёт установленных в основании термической камеры плазмотронов создаётся высокотемпературная электрическая дуга с температурой $1800-2000\text{K}$ и осуществляется расплавление шлака. Расплавленный шлак периодически выпускают из термической камеры с помощью специальной лётки в шлаковую ванну. При этом образуется остеклованный шлак, пригодный для использования в строительстве.



Рисунок 4. Высокотемпературная плазмотермическая установка «Плазматор», Минск, Беларусь

Положительный эффект пиролизного комплекса создаётся за счёт сочетания низкотемпературной и высокотемпературной пиролизных установок в одном технологическом комплексе.

Вырабатываемая высококалорийная пиролизная жидкость в низкотемпературном «Пиролизном реакторе ПРЗ-50» используется для выработки электроэнергии в паровом котле электрогенератора. Электроэнергия используется в плазмотронах высокотемпературной пиролизной установки «Плазматор». Благодаря этому резко удешевляются затраты на превращение вредных шлаков 2-ой степени опасности в остеклованный безвредный шлак.

В сочетании с полной экологической безопасностью низкотемпературной пиролизной установки за счёт сжигания пиролизного газа с применением специальной газовой горелки при температуре 1500⁰С и сжигания пиролизной жидкости с применением специальной жидко-топливной горелки при температуре 1500⁰С, чем обеспечивается выброс безвредных газов в атмосферу, достигается полная экологическая безопасность переработки твердых коммунальных отходов [9].

На специальной конференции по экологической безопасности и технологическим инновациям, состоявшейся в г.Женева, Швейцария, 1-3 июля 2013г., был представлен Доклад Президента Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, академика МАНЭБ, проф, д.т.н. О.Н.Русака «Мусороперерабатывающий завод, МПЗ-200, производственной мощностью 200 тыс.т./год [10]. Мусороперерабатывающий завод МПЗ-200, включающий низкотемпературный пиролизный реактор «ПРЗ-50» и высокотемпературную пиролизную установку «Плазматор», предназначен для экологически чистой переработки твердых коммунальных отходов.

В последнее время в состав смешанных твердых отходов входит большое количество грязных пластмассовых отходов, которые невозможно сжигать в обычных термических печах. Уникальное свойство пиролиза позволяющее осуществлять термохимическое разложение

любых углеродосодержащих смешанных отходов делает незаменимым применение процесса пиролиза для экологически чистой утилизации твердых коммунальных отходов.

Таблица 3

№	Наименование параметров	Количество
1	Производственная мощность завода МПЗ-200, тыс.т./год	200,0
2	Количество «Пиролизных реакторов ПРЗ-50	4
3	Производственная мощность реактора ПРЗ-50, тыс.т./год	50,0
4	Максимальная крупность перерабатываемых отходов, мм	400,0
5	Максимальная влажность перерабатываемых отходов, %	60,0
6	Капитальные затраты на 4-е реактора ПРЗ-50, млн.руб.	800,0
7	Удельные капитальные затраты на 1,0 т. отходов, тыс.руб./т.	4,0
8	Тариф на приёмку отходов для переработки, тыс.руб./т.	4,0
9	Стоимость переработки 200,0 тыс.т.отходов, млн.руб./год	800,0
10	Ежегодное погашение кредита в течение 5-и лет, млн.руб./год	170,0
11	Эксплуатационные затраты, млн.руб./год.	430,0
12	Себестоимость производства, млн.руб./год	600,0
13	Прибыль от эксплуатации пиролизного завода, млн.руб./год	200,0

Пиролизный реактор ПРЗ-50 возможно устанавливать непосредственно на полигонах, не прерывая их работы. Сохраняются все строения, дороги, разгрузочные и приёмные устройства для отходов. Весьма важным является то, что пиролизные установки не требуют внешней электрической и тепловой энергии, а также водоснабжения.

Технико- экономические показатели применения Пиролизного завода МПЗ-200, с учётом тарифа на приемку отходов для переработки, принятый для условий Москвы (мусоросжигательный завод № 4, пос. Руднево), приведены в табл. 3.

Внедрение первого Пиролизного реактора ПРЗ-50 целесообразно осуществить при рекультивации закрытого полигона «Сафоново», в Раменском районе, Московской области, прежде всего, с необходимостью обезопасить от попадания птиц в мотор самолёта при взлете и посадке на территории аэропорта «Жуковский» [11].

При рекультивации полигона «Сафоново» возможно применить остеклованный инертный шлак для создания мощного поверхностного слоя толщиной 1,0 метра.

Аналогичный опыт имеется в Израиле при рекультивации мусорной Свалки «Хирия» вблизи аэропорта Бен Гуриона [12].

На мусорной горе проживало много птиц, которые пугались пролетающих мимо самолётов. Однажды птицы с перепугу угодили в двигатель самолёта. Произошла авария.

Гора состояла из 25 миллионов тонн мусора, имела 800 м в длину и около 80 метров в высоту. Гора распространяла на несколько километров вокруг ужасный запах. Склоны грозились обрушиться. Чтобы изолировать мусор был разработан специальный биопластик. Метан отводился по специальной схеме и направлялся на переработку.

Склоны мусорной горы укрепили с помощью строительного мусора из бракованных бетонных блоков. Мусорную гору покрыли гравием и слоем почвы толщиной 1,0 метр. Благодаря этому прижилась растительность, и в настоящее время мусорная свалка превратилась в место отдыха. Дождевую воду собирают с помощью системы каналов в специальный водоём. Вокруг него образовалось уютное место отдыха.

При рекультивации полигона «Сафоново» необходимо использовать опыт Израиля и применить для обезвреживания полигона остеклованным инертным шлаком, который является побочным продуктом во время переработки отходов на рекультивируемом полигоне.

Сравнительные характеристики наиболее приемлемых для внедрения технологий и оборудования для обезвреживания остаточных после сортировки отходов представлены в табл.4.

Таблица 4

	Наименование предприятия для обезвреживания остаточных после сортировки отходов	Производственная мощность объекта	Проектная стоимость, объекта	Удельные капитальные вложения
1	Мусоросжигательный завод Hitachi Zosen Inova, Япония	700,0 тыс.т./год	31,2 млрд. руб.	45,0 тыс. руб./т
2	Завод плазменной газификации Alter NRG, Westinghouse Plasma Corp. Канада	500,0 тыс.т./год	19,35 млрд. руб.	38,7 тыс. руб./т
3	Пиролизный завод, МПЗ-200, Россия - Беларусь	4 x 50,0 = 200 тыс.т./год	800,0 млн.руб.	4,0 тыс.руб./т

Как видно из таблицы 3 удельные капитальные вложения при строительстве «Пиролизных заводов МПЗ-200 по сравнению с строительством мощных Мусоросжигательных заводов Hitachi Zosen Inova, Япония, многократно меньше, в 10 раз.

СПЕЦИАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ИННОВАЦИЯМ (ЖЕНЕВА, 1–3 ИЮЛЯ 2013 ГОДА)



Руководство Российской и Китайской делегации с гендиректором ЮНЕСКО И. Боковой и представителем ООН А.В. Абрамовым

Генеральный Секретарь ООН Пан Ги Мун и О.Н. Русак

Рабочий момент заседания

Участники конференции Цзянь Минцзюнь, О.Н. Русак, К.Р. Малаян

Директор Департамента ЭКОСОС ООН А.В. Абрамов с руководством МАНЭБ

Конференция проходила в рамках ежегодной сессии Экономического и Социального совета (ЭКОСОС) Организации Объединенных Наций (ООН).

На пленарном заседании сессии, которую открыл президент ЭКОСОС Нестор Осорио (Колумбия), с краткими приветствиями выступили Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун, председатель Генеральной Ассамблеи ООН Вик Джеремич, президент Швейцарской конфедерации Юли Маврер. С краткими речами на тему «Наука, технологии и инновации в продвижении устойчивого развития и реализации задач, сформулированных в Декларации Тысячелетия» (принята 8.09.2000 г. Генеральной Ассамблеей ООН) выступили Генеральный директор ЮНЕСКО Ирина Бокова, Генеральный секретарь Международного союза телекоммуникаций Туре, генеральный директор ЦЕРН Рольф-Дитер Хойер и другие высокопоставленные лица.

На сессии ЭКОСОС обсуждались проблемы экологической безопасности и технологических инноваций. В ее работе принимала участие делегация из России во главе с президентом Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ) проф. О.Н. Русаком.

МАНЭБ имеет статус консультативного члена ЭКОСОС и ассоциированного члена Департамента общественной информации ООН.

С докладом о научных основах экологической безопасности и неоднозначных версиях глобального потепления выступил проф. О.Н. Русак. Проф. К.Р. Малаян (Россия) привел данные анализа экологических проблем обращения с отходами, предложив для оздоровления окружающей среды комплексную концепцию обращения с ТБО, представив разработку Московского регионального отделения МАНЭБ, создавшего под руководством проф. Т.М. Золотарева проект мусороперерабатывающего завода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. За последние 5 лет из 39 действующих полигонов в Московской области 24 полигона были закрыты. Оставшиеся 15 полигонов не могут обеспечить приём и захоронение всех твердых коммунальных отходов Московской области и г.Москвы.

2. Московское региональное отделение Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, МАНЭБ, предлагает внедрить новую революционную технологию и оборудование экологически чистого обращения с твердыми коммунальными отходами на всех 15 действующих полигонах Московской области, которая предусматривает

одновременно переработку вновь поступающих отходов и осуществление рекультивации полигонов за счет использования образующихся инертных, остеклованных шлаков.

3. Применение Пиролизных комплексов, включающих «Пиролизные реакторы Золотарева», Россия, и «Плазмакторы» Альфреда Моссэ, Беларусь, обеспечивают экологически чистую эксплуатацию действующих полигонов Московской области суммарной мощностью 3,0 млн.т./год.

Стоимость реконструкции действующих полигонов с использованием Пиролизных реакторов ПРЗ-50» суммарной мощностью 3,0 млн./т. в год составит 12,0 млрд. руб.

Стоимость строительства 4-х мусоросжигательных заводов суммарной мощностью 3,0 млн./т. в год составит 120,0 млрд. руб.

Экономия на капитальных вложениях за счёт внедрения Пиролизных реакторов ПРЗ-50 составит 108,0 млрд. руб.

4. Для преодоления катастрофической обстановки в системе обращения с твердыми коммунальными отходами в Московской области необходимо в 2021г. изготовить на заводе ООО «РУСМЕТ», г.Люберцы, пиролизный реактор ПРЗ-50», производственной мощностью 50,0 тыс.т./год для установки на территории ООО «Озеленение» в городском округе Раменское, для использования при рекультивации полигона «Сафоново» и ликвидации несанкционированных свалок с целью обеспечения безопасной зоны полётов самолётов в аэропорту Жуковский.

Библиография.

1. «Предложение по строительству заводов плазменной газификации промышленных и бытовых отходов». «Научно-проектный институт комплексных исследований и прогнозирования «Территория Развития», Москва, ул. Раушская набережная 4/5, 2017г., 16стр.
2. «Создание низкотемпературных пиролизных установок для переработки углеродосодержащих отходов», Москва, Архив ООО «Фирма «РОСТ-Л», 2009-2010гг., 143 стр.
3. Научно-исследовательский отчёт «Газохроматическое исследование жидкой фракции пиролизата автошин», Учреждение Российской Академии Наук (РАН) , Ордена Трудового Красного Знамени Институт Нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева, (ИНХС РАН), Москва, 2010г., 6л.
4. Патент РФ № 2613063, от 21.04.2015г. «Пиролизный реактор Золотарева». Автор и патентообладатель Г.М.Золотарев.
5. Патент РФ № 2393198, от 01.08.2008г. «Реактор пиролизной установки». Автор и патентообладатель Г.М.Золотарев.
6. Патент РФ № 2704177 от 10.12. 2018г. «Пиролизный реактор», Автор и патентообладатель Г.М.Золотарев.
7. Патент РФ №2444558, от 26.02.2010г. «Пиролизный комплекс для переработки изношенных автомобильных шин». Автор и патентообладатель Г.М.Золотарев Г.М.
8. «Плазмотермическая установка для переработки медицинских отходов» ООО «Плазмактор», Минск, Республика Беларусь, 2012, 14л.
9. Золотарев Г.М. «Пиролизный реактор Золотарева».(пояснительная записка), Фонд Московского регионального отделения Международной Академии МАНЭБ, Московская область, г.Люберцы, ул. Электрификации, 26А, НТС «Наука – реформе ЖКХ», 2018г, 22 стр.

10. Специальная конференция по экологической безопасности и технологическим инновациям. Доклад Г.М.Золотарева «Мусороперерабатывающий завод «МПЗ-200», производственной мощностью 200,0 тыс.т./год». Швейцария, г.Женева, 1-3 июля 2013г, 13л.
11. «Новая технология и оборудование рекультивации закрытого полигона «Сафоново», Раменского района, Московской области». (Краткая пояснительная записка), Московское региональное отделение МАНЭБ, г.Люберцы, ул.Электрификации, 26А, 2020г. 16л.
12. Информация Яндекс + Дзен от 19.08.2020г. Статья 5 причин, почему я полезла на мусорную гору».

УДК 519.6:504.3.054

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Мамедов М.И. Национальное Аэрокосмическое агентство Институт космических исследований природных ресурсов, E-mail: mamed7728@gmail.com;

Гаджизаде А.А. докторант, Азербайджанский Университет Архитектуры и строительства E-mail: anar.hacizade.1991@mail.ru;

Зейналова К.С. (E-mail: anesrin@bk.ru); **Агаева К.С.** (E-mail: kama_azeri@mail.ru); **Ахмедова Н.М.** (E-mail: expoline@day.az) - Национальное Аэрокосмическое агентство Институт космических исследований природных ресурсов

Аннотация. В статье предложен новый алгоритм метода группового учета аргументов (МГУА). На численном примере прогнозирующей модели загрязнения атмосферы промышленного города показана помехоустойчивость этого алгоритма. С его помощью отобрана некоторая структура (модель с неопределенными коэффициентами) – общая для всех пунктов мониторинга г. Баку. Предложено использование данного алгоритма также и в задачах прогнозирования распространения загрязняющих веществ - выбросов в атмосферу в результате аварий на химических предприятиях (разрушения емкостей), трубопроводах и транспорте.

Ключевые слова: моделирование, алгоритм, помехоустойчивость, МГУА, загрязнение атмосферы.

AN ITERATIVE ALGORITHM FOR CONSTRUCTING REGRESSION MODELS FOR PREDICTING ATMOSPHERIC POLLUTION

Mamedov M. I., Hajizadeh A.A., Zeynalova K.S., Agaeva, N. M., Akhmedova N.M.

Annotation. The article proposes a new algorithm for the Method of Group Accounting of Arguments. A numerical example of a predictive model of atmospheric pollution in an industrial city shows the noise immunity of this algorithm. With its help, a certain structure (a model with uncertain coefficients) was selected - common for all monitoring points in Baku. The use of this algorithm is also proposed in the problems of predicting the spread of pollutants emitted into the atmosphere as a result of accidents at chemical plants (destruction of containers), pipelines and transport.

Keywords: modeling, algorithm, noise immunity, MGAA, atmospheric pollution.

Практика моделирования сложных систем показывает, что использующие внешние критерии и свободу выбора моделей алгоритмы МГУА обладают большей

помехоустойчивостью в сравнении с другими методами решения задач идентификации и прогнозирования [1]. Однако признано актуальным [1] исследовать возможности дальнейшего повышения помехоустойчивости моделирования, основанного на принципах самоорганизации. В работе [2] проведено численное исследование помехоустойчивости при многокритериальной селекции моделей.

Изучены предельные возможности успешного моделирования идеализированного комбинаторного алгоритма МГУА в условиях зашумленности выходной величины [3]. Как правило, в практике моделирования сложных систем влиянию помех подвержены не только выходные, но и входные наблюдаемые переменные объекта исследования. Настоящая статья является попыткой повысить помехоустойчивость многорядных алгоритмов МГУА в этих условиях.

О возможности повышения помехоустойчивости многорядных алгоритмов МГУА. В многорядных алгоритмах МГУА [4, 10] для определения структуры и параметров зависимости $y = f(x)$ на каждом ряду вычислений многократно решается задача определения вектора коэффициентов α , входящих линейно в зависимость

$$y = \varphi(\alpha; Z^{r-1}) + \varepsilon \quad (1)$$

где φ - общий вид частного описания, используемый в алгоритме, Z^{r-1} - частные описания $r - 1$ -го ряда или исходные переменные x [4]. При этом в предположении нормального распределения вектора ошибок ε применяется метод наименьших квадратов (МНК).

Можно указать три фактора, обуславливающие невыполнение такого предположения. Во – первых, вклад отдельных описаний Z^{r-1} в общее изменение выходной величины y , как правило, неодинаков. Во-вторых, распределения ошибок для разных Z^{r-1} имеют различный характер. В-третьих, на начальных рядах самоорганизации структуры промежуточных моделей заведомо проще, чем структура истинной модели или модели оптимальной сложности. Эти факторы приводят к тому, что вид распределения вектора ошибок ε существенно отклоняется от нормального, причем плотность функции распределения принимает вид, более близкий к двойному экспоненциальному [5]:

$$\rho(\varepsilon) = \frac{1}{2\varepsilon_0} \exp\left(-\frac{|\varepsilon|}{\varepsilon_0}\right), \quad (2)$$

где ε_0 - параметр масштаба, связанный соотношением $\sigma_\varepsilon = \sqrt{2} \cdot \varepsilon_0$ со среднеквадратическим отклонением (СКО) случайной величины ε (распределенной согласно (2)). Полученные в (1) по МНК оценки параметров α становятся в этом случае неэффективными. В этих условиях естественно применить устойчивые процедуры оценивания коэффициентов частных описаний [1], т.е. такие процедуры, которые давали при действии перечисленных факторов более эффективные оценки мало уступающие оценкам МНК в случае, когда ε имеет нормальное распределение.

В [6] подробно исследованы последствия использования стандартных статистических методов для случая, когда предположение нормальности является ошибочным. Последовавшие за этим исследования по конструированию способов оценивания параметров распределений, устойчивых к нарушению стандартных условий, сформировали новое направление в математической статистике, известное сейчас как робастное оценивание. Обзор

по робастному оцениванию, в том числе по оцениванию параметров регрессионных уравнений, впервые дан в [7].

Как показано в [5], задача отыскания эффективных оценок коэффициентов α зависимости вида

$$y = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j + \varepsilon \quad (3)$$

в случае, когда распределение ошибок ε имеет вид (2), сводится к задаче линейного программирования (метод наименьших модулей МНМ):

$$\Phi = n^{-1} \sum_{i=1}^n |y_i - a_0 - a_1 x_{1i} - \dots - a_m x_{mi}| \rightarrow \min_a, \quad (4)$$

где n - число наблюдений. В [5] предложена итерационная процедура решения задачи (3)- (4) и показана ее сходимость. Процедура представляет собой последовательность итераций, на каждой из которых применяется «взвешенный» МНК, т.е. МНК с весовыми коэффициентами для каждого из наблюдений. Как указано в (8), эта процедура дает оценки класса L_v по Х хуберу (7) при $v = 1$). На каждой итерации процедуры k решается система нормальных уравнений

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i x_{1i} \omega_i^k - a_0^k \sum_{i=1}^n x_{1i} \omega_i^k - a_1^k \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \omega_i^k - \dots - a_m^k \sum_{i=1}^n x_{mi} x_{1i} \omega_i^k &= 0, \\ \sum_{i=1}^n y_i x_{mi} \omega_i^k - a_0^k \sum_{i=1}^n x_{mi} \omega_i^k - a_1^k \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{mi} \omega_i^k - \dots - a_m^k \sum_{i=1}^n x_{mi}^2 \omega_i^k &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Далее, по найденному вектору оценок a^k определяются весовые коэффициенты:

$$\omega_i^{k+1} = 1/|y_i - a_0^k - a_1^k x_{1i} - \dots - a_m^k x_{mi}|, i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Эти веса используются на следующей итерации при составлении системы нормальных уравнений (5), решение которой дает очередное приближение вектора оценок a^{k+1} . На нулевой итерации все $\omega_i^0 = 1$, т.е. используется обычный МНК. Критерием остановки процесса является условие

$$\Phi^k - \Phi^{k+1} < \delta,$$

где δ - малая величина близкая к нулю.

В качестве основного в исследовании был использован предлагаемый в настоящей работе модифицированный многорядный алгоритм МГУА, предназначенный для восстановления полиномиальных зависимостей. Модификация алгоритма состоит в том, что в отличие от геделевской нумерации, принятой в [4], в данном алгоритме для описания промежуточных моделей использовался прямой контроль сложности (число слагаемых модели) и состава слагаемых. Кроме этого, общий вид частного описания был упрощен:

$$y^r = a z_{j_1}^{r-1} + b \cdot z_{j_2}^{r-1} \cdot z_{j_3}^{r-1}, \quad (7)$$

где $z_{j_1}^{r-1}, z_{j_2}^{r-1}, z_{j_3}^{r-1}$ - частные описания предыдущего ряда или исходные переменные x . Алгоритм является многоэтапным, номер этапа определяет максимальную сложность (число коэффициентов) модели. Каждый этап представляет собой многорядную процедуру

самоорганизации моделей. Коэффициенты a и b в (7) оцениваются на обучающей выборке, а для отбора моделей применяется критерий регулярности, рассчитываемый на проверочной выборке наблюдений.

В модифицированном многорядном алгоритме МГУА коэффициенты a и b в (7) рассчитываются по МНК или по описанному выше итерационному методу устойчивого оценивания (МНМ). Критерий регулярности при втором способе оценивания коэффициентов с учетом (4), (6) принимает вид (В- проверочная выборка наблюдений):

$$\Delta(B) = \sum_{y_i \in B} (y_i - \hat{y}_i)^2 \cdot \omega_i = \sum_{y_i \in B} (y_i - \hat{y}_i)^2 \frac{1}{|y_i - \hat{y}_i|} = \sum_{y_i \in B} |y_i - \hat{y}_i|. \quad (8)$$

Для изучения помехоустойчивости многорядного алгоритма МГУА с устойчивым оцениванием коэффициентов была рассмотрена тестовая задача. Требовалось восстановить структуру и определить коэффициенты зависимости: $y = a^T x$. Таблица «наблюдений» пяти переменных x была образована выборками (объемом $n = 24$ каждая) из равномерной совокупности чисел на интервале от 0 до 10000 [10]. Значения y рассчитывались по заданным коэффициентам $a^T = (0,1; 0,0; 0,7; 0,1; 0,0)$. В ходе исследования значения x_i^k и y_i ($k = 1, 2, \dots, 5; i = 1, 2, \dots, 24$) считались известными (наблюдаемые переменные), а коэффициенты a_k требовалось определить. Для зашумления данных из таблицы нормально распределенных случайных чисел ($\mu = 0, \sigma = 1$) [9] были взяты выборки α_i и β_i^k (объемом $n = 24$ каждая) и «наблюдаемые» значения переменных $\tilde{x}$ и $\tilde{y}$ формировались по правилу:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_i &= \sum_{k=1}^5 a_k \tilde{x}_i^k + a_i b^*, \\ \tilde{y} &= \tilde{x}_i^k + \beta_i^k b^* \end{aligned} \quad (9)$$

где b^* - коэффициент мощности шума, $i = 1, 2, \dots, 24; k = 1, 2, \dots, 5$. Для отыскания структуры и параметров зависимости (9) применялся многорядный алгоритм МГУА с линейным видом частных описаний (в (7) $z_{j3}^{r-1} \equiv 1$):

$$z^r = a z_{j_1}^{r-1} + b z_{j_2}^{r-1} \quad (10)$$

Коэффициенты a и b определялись двумя способами: 1) по МНК; 2) с использованием процедуры устойчивого оценивания. Параметры алгоритмов имели одинаковые значения: объем обучающей выборки – 12, объем проверочной выборки – 12, максимальное число этапов – 7, максимальное число рядов – 9, свобода выбора моделей – 4, максимальное число итераций взвешенного МНК – 30, $\delta = 0,1$. Выбор значения параметра δ обусловлен точностью задания исходных данных x .

Результаты расчетов при различных уровнях шума приведены в таблицах 1 и 2. Для представления относительной мощности шума укажем средние значения и среднеквадратические отклонения переменных (M – знак усреднения):

$$\begin{aligned} M(y) &= 4361,2; \sigma(y) = 1614,6; M(x^1) = 5065,7; \\ \sigma(x^1) &= 2598,5; M(x^2) = 4819,1; \sigma(x^2) = 3103,0; M(x^5) = 4104,8; \\ \sigma(x^5) &= 2707,6. \end{aligned}$$

В таблицах приняты следующие обозначения: $\sigma(y)$ – среднеквадратическое отклонение (СКО) моделей на всей выборке точных данных;

Таблица 1. Параметры и характеристики моделей оптимальной сложности, полученных по многорядному алгоритму МГУА с оцениванием коэффициентов по МНК

b^*	$\sigma(y)$	$\sigma(\tilde{y})$	$\Delta^2(B)$	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0	0,000	0,000	0,0000	-	0,1000	-	0,7000	0,1000	-
25	22,8	27,7	33,4	9,3	0,0993	-	0,7000	0,1024	-
50	45,5	55,4	66,9	18,6	0,0987	-	0,6998	0,1049	-
100	91,0	111,0	133,8	37,1	0,0976	-	0,6994	0,1097	-
200	181,5	222,3	267,6	73,8	0,0960	-	0,6983	0,1194	-
300	271,5	334,0	401,3	107,8	0,0951	-	0,6968	0,1295	-
400	361,5	445,8	534,9	145,7	0,0953	-	0,6950	0,1383	-
500	494,8	571,2	705,9	1097,2	0,0028	-	0,6662	0,0901	0,0648
600	579,8	678,0	835,6	1199,5	-	0,0057	0,6639	0,0898	-
700	653,4	747,5	953,0	1463,5	-	0,0321	0,6585	0,0822	-
800	730,4	889,5	1077,8	1565,8	-	0,0352	0,6560	0,0825	-
900	808,3	988,1	1204,0	1706,8	-	0,0419	0,6520	0,0797	-
1000	886,3	1093,9	1331,1	1816,1	-	0,0467	0,6505	0,0792	-

Таблица 2. Параметры и характеристики моделей оптимальной сложности, полученных по многорядному алгоритму МГУА с устойчивым оцениванием коэффициентов по МНМ

b^*	$\sigma(y)$	$\sigma(\tilde{y})$	$\Delta^2(B)$	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0	23,3	23,3	23,6	107,8	0,0919	-	0,6965	0,0937	-0,0030
25	20,6	27,8	23,6	-	0,1010	-	0,6993	0,1027	-0,0003
50	40,2	55,4	47,6	-	0,1013	-	0,6999	0,1038	-
100	80,7	110,8	95,3	-	0,1028	-	0,6994	0,1081	-
200	164,7	223,0	192,7	--	0,1005	-	0,7055	0,1135	-
300	240,3	333,4	284,3	-	0,1071	-	0,6993	0,1230	-
400	327,4	446,9	383,5	-	0,1035	-	0,7065	0,1289	-
500	419,9	563,5	485,8	-	0,1025	-	0,7167	0,1312	-
600	547,3	698,9	608,6	-	0,0826	-	0,7455	0,1318	-
700	643,0	827,4	719,8	-	0,0587	-	0,7424	0,1548	-
800	706,0	882,5	821,7	647,5	0,0471	-0,0022	0,6710	0,1600	-
900	756,2	975,9	895,3	863,9	0,0596	-0,0053	0,6407	0,1576	-
1000	821,9	1084,1	963,5	845,5	0,0649	-0,0045	0,6280	0,1766	-

$\sigma(\tilde{y})$ - СКО моделей на всей выборке зашумленных данных;
 $\Delta^2(B)$ - критерий регулярности – СКО моделей на проверочной выборке зашумленных данных;
 $\Delta(B)$ – критерий регулярности – среднее значение модулей отклонений моделей на той же выборке. Знак «--» означает, что данная переменная в модель не входит.

Анализ таблиц показывает: 1) в случае точных данных ($b^* = 0$) второй алгоритм уступает в точности первому; 2) при наличии шума ошибки аппроксимации по второму алгоритму меньше при всех значениях мощности шума; 3) пороговое значение b^* , после

которого теряется истинная структура, у второго алгоритма увеличивается до $b^*=700$, от $b^*=400$ для первого алгоритма.

Время счета многорядного алгоритма на компьютере (для всех приведенных b^*) при переходе к устойчивому оцениванию увеличилось.

Как известно, в случае, когда информации о выбросах промышленных предприятий не имеется, статистический подход является единственно возможным. Однако статистический анализ данных наблюдений, полученных на пунктах мониторинга, не дает возможности получить прогнозирующую модель, являющуюся общей для всех загрязняющих веществ и пунктов мониторинга. Вследствие этого результатом применения статистического подхода является некоторое множество достаточно разнообразных моделей, предназначенных для прогнозирования концентрации какой – либо одной примеси на фиксированном пункте контроля.

При этом даже для отдельно взятой примеси и фиксированного пункта контроля, в зависимости от количества использованных наблюдений, получаются модели, отличающиеся друг от друга как по структуре, так и по коэффициентам.

Эта проблема является общей для статистического моделирования и, на ваш взгляд, в создавшемся положении имеется единственный выход – искать не общую модель процесса, а структуру, наиболее часто встречающуюся при моделировании данного процесса по различным выборкам наблюдений.

Для решения этой задачи, нами с помощью итерационного алгоритма МГУА были построены модели прогнозирования для различных пунктов мониторинга и загрязняющих веществ. В качестве исходной информации для моделирования были использованы материалы двухлетних наблюдений (2015 гг.) за концентрациями сернистого газа SO_2 , двуокиси азота NO_2 , полученных на пяти пунктах мониторинга г. Баку.

Измерения на пунктах мониторинга проводятся 4 раза в день (через каждые 6 часов): в час ночи, семь утра, час дня, семь вечера. В эти же часы на метеостанции производятся измерения: скорости и направления ветра у поверхности земли, относительной влажности и общей облачности.

Зависимость концентрации загрязняющего вещества от метеорологических параметров искалась в виде

$$q_{+1} = f(q, M), \quad (11)$$

где q_{+1} - прогнозное значение концентрации на 12 часов вперед, q и M – концентрация и метеопараметры в данный момент времени.

В качестве критериев оценки достоверности моделей использовались критерии, обычно применяемые для проверки качества прогнозирования концентраций сернистого газа и двуокиси азота. При этом концентрации загрязняющих веществ делятся на три группы. Для сернистого газа это группы: 0, 00-0, 20, 0,21-0,35 и более 0, 35 мг/м³, а для двуокиси азота: 0, 00-0, 040, 0, 041-0, 084 и более 0, 084 мг/м³. Если в некоторый фиксированный момент времени измеренное и вычисленное по модели значение концентраций попали в один и тот же интервал, то прогноз считается оправдавшимся. Отношение суммарного количества оправдавшихся прогнозов к общему числу измерений и определяет достоверность прогнозирующей модели, измеренную в процентах.

С помощью модифицированного многорядного алгоритма были построены прогнозирующие модели для различных пунктов мониторинга. Была отобрана некоторая структура (модель с неопределенными коэффициентами) оказавшаяся общей для всех пунктов мониторинга г. Баку и концентрацией сернистого газа и двуокиси азота. Она имеет вид:

$$q_h = a_0 + a_1x_2x_5 + a_2x_2x_4 + a_3x_2 + a_4x_1x_5 + a_5x_3, \quad (12)$$

где x_1 — концентрация загрязняющего вещества, x_2 — температура воздуха, x_3 — произведение скорости ветра на косинус угла между северным и данным направлением ветра, x_4 — произведение скорости ветра на синус угла между северным и данным направлением ветра, x_5 — абсолютная влажность воздуха, q_h — прогнозное значение загрязняющего вещества.

Коэффициенты структуры (10) были вычислены для сернистого газа и двуокиси азота по 50 измерениям, полученным в июне 2015 года, для всех пунктов контроля отдельно (коэффициенты этих моделей приведены в табл.3,4). При этом 5 последних значений концентрации для вычисления коэффициентов не использовались, т.е. по полученным моделям концентрации прогнозировались. Средняя оправдываемость прогнозов по полученным моделям составляет по вышеприведенным критериям 70%.

Стоит отметить, что в работе [12] рассмотрены также возможности МГУА в задачах прогнозирования безопасности химических производств. Здесь, рассмотрен алгоритм применения комбинаторного метода группового учета аргументов при математическом моделировании технологических производств. Исходя из вышеизложенного, а также актуальности задач безопасности химических производств можно предложить использование модифицированного многорядного алгоритма для построения прогнозирующих моделей в задачах оценки химической обстановки и масштабов загрязнения в случае аварии с разливом (выбросом) опасных химических веществ из технологических емкостей на химических производствах, автомобильном, речном, железнодорожном и трубопроводном транспортах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивое оценивание коэффициентов в многорядном алгоритме МГУА повышает помехоустойчивость моделирования. Точность аппроксимации улучшается примерно на 15%. Пороговое значение относительной мощности шума, при котором успешно решается задача структурной идентификации, увеличивается с 25 до 40%. С помощью предложенного алгоритма успешно решается задача прогнозирования загрязнения атмосферы.

Библиография

1. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем.- Киев: Наук.думка, 1982-296 с.
2. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Численное исследование помехоустойчивости многокритериальной селекции моделей. - Автоматика, 1982, №4, с.26-36
3. Степашко В.С. Потенциальная помехоустойчивость моделирования по комбинаторному алгоритму МГУА без использования информации о помехах. — Автоматика, 1983, №3, с. 18-28
4. Юрачковский Ю.П. Восстановление полиномиальных зависимостей на основе самоорганизации. — Автоматика, 1981, №3, с.20-26.

5. Мудров В.И., Кушко В.Л. Методы обработки измерений: Квазиправдоподобные оценки. – М.:Сов.радио, 1976.-192 с.
6. Hotelling H. The behavior of some standart statistical test under nonstandard conditions. – Proc/. IV Berkeley Simposium of math. statistics and probability theory, 1961, 1, p,319-359.
7. Huber P.J. Robust statistics: Review. – The Ann. of math. statistics, 1972, 43,No 4, p. 1041-1067.
8. Шелудко О.И., Терляево Г.Н. Некоторые робастные методы оценивания в алгоритмах эвристической самоорганизации. – Автоматика, 1983, №1, с.18-26.
9. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978.-306 с.
10. Мамедов М. И., Гулузаде Р. К., Мустафазаде Н. Х. Применение метода группового учета аргументов для обработки данных мониторинга атмосферы – Известия, АНАКА, том 18, № 3, 2015, с. 40-44.
11. Сарычев А.П. Устойчивое оценивание в многорядных алгоритмах МГУА.- Автоматика,1984,№5, с.3-7.
12. Е.С. Калинина. Возможности метода группового учета аргументов в задачах прогнозирования безопасности химических производств. Журнал Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ. Санкт-Петербург. Номер 4(20), 2016 г.,с.33-38.

УДК 551.583

ТЕРРИТОРИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА КАК РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ КЛИМАТА В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

Гаджи-заде М.Ф. – кандидат технических наук, Государственная нефтяная компания Азербайджана «SOCAR». E-mail: mushvigg@mail.ru

Зейналов И.М. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт географии им. Г. Алиева. E-mail: ismayil_zeynalov@outlook.com

Аннотация: Изучение составляющих радиационного баланса (РБ) и метеорологических факторов решают задачи изменений климата в региональном и глобальном масштабах. Расположение Азербайджана в относительно низких широтах обуславливает интенсивный приход солнечной радиации и повышенную величину РБ подстилающей поверхности. Получение данных по составляющим радиационного баланса со спутников серии NOAA позволяет решать ряд корреляционных климатических задач на примере территории Азербайджана и Прикаспийского региона.

Ключевые слова: климат, региональный, глобальный, масштаб, солнечная радиация, спутники серии NOAA.

THE TERRITORY OF AZERBAIJAN AS A REGIONAL MODEL OF CLIMATE RESEARCH ON A GLOBAL SCALE

Haji-zadeh M.F., Zeynalov I.M.

Annotation. Studying the components of radiation balance (RB) and meteorological factors solve the problems of climate change on a regional and global scale.

The location of Azerbaijan at relatively low latitudes causes the intense arrival of solar radiation and an increased RB of the underlying surface. Obtaining data on radiation balance components from NOAA series satellites allows solving several correlation climatic problems using the example of the territory of Azerbaijan and the Caspian Sea region.

Keywords: climate, regional, global, scale, solar radiation, NOAA series satellites.

В последней четверти XX века началось резкое потепление глобального климата, которое в бореальных областях сказывается уменьшением количества морозных зим. Средняя температура приземного слоя воздуха за последние 25 лет возросла на $0,7^{\circ}\text{C}$. В экваториальной зоне она не изменилась, но чем ближе к полюсам, тем потепление сказывается все более резко. Температура подледной воды в районе Северного полюса возросла почти на два градуса, вследствие чего началось подтаивание льда снизу [1].

Сокращение ледяного покрова Северного Ледовитого океана будет происходить в течение всего XXI века, причем преимущественно за счет сокращения площади многолетних льдов. Расчеты позволяют также ожидать во многих регионах изменений к худшему в статистике различных видов экстремальных и опасных явлений, в том числе интенсивности волн тепла, пожароопасности в лесах, засух, экстремальных осадков и т.п. [2].

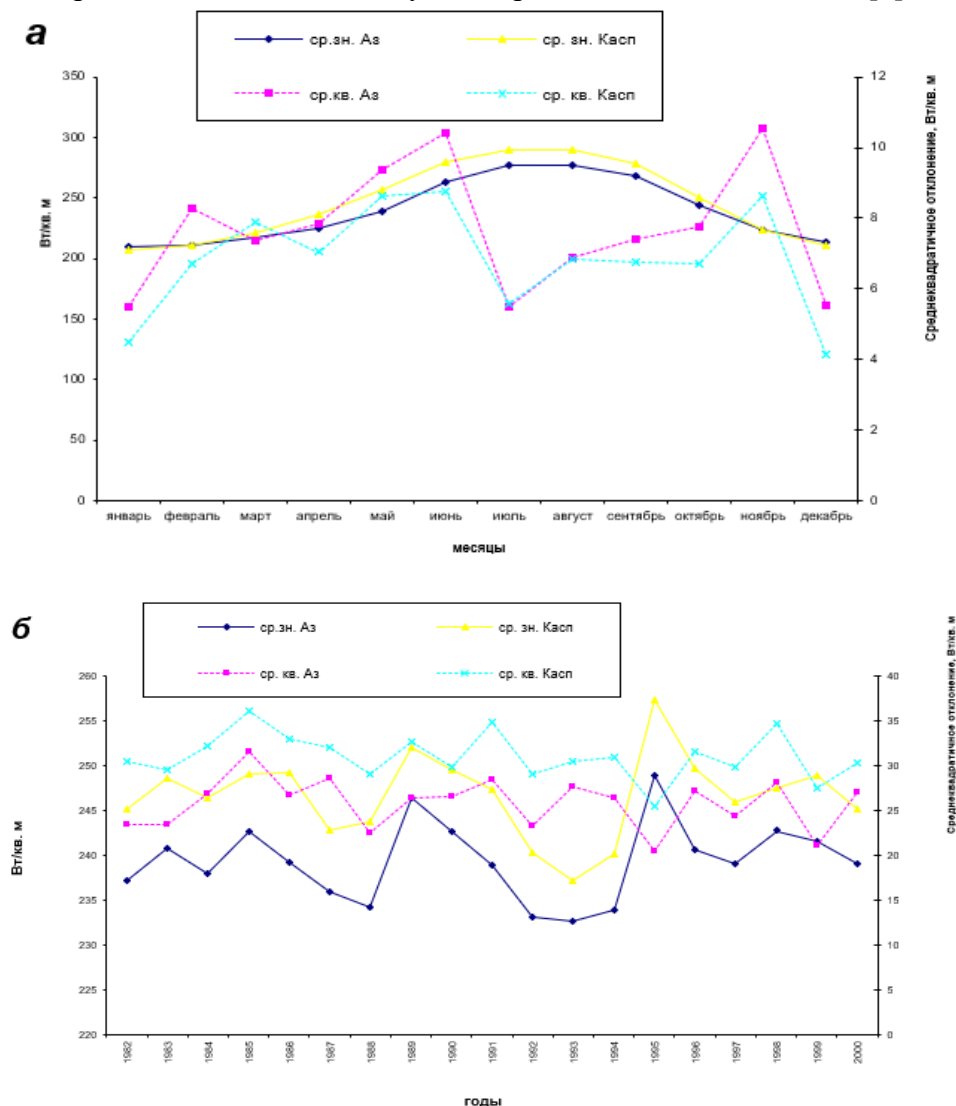


Рисунок 1. Уходящее длинноволновое излучение в дневное время:
а) – месячный тренд, б) – годовой тренд

Приход суммарной радиации зависит от высоты солнца (таблице 1), продолжительности дня, прозрачности атмосферы, облачности и альбедо подстилающей поверхности [3].

Ниже приводятся некоторые результаты анализа данных информационной продукции за 1982-2000 гг. для двух выделенных районов Прикаспийского региона. Рассмотрим некоторые из примеров интерпретации информационной продукции для целей изучения изменчивости климата выделенных двух регионов за последние около 20 лет [4].

Таблица 1 - Высота солнца (...⁰) на 15-е число каждого месяца

Время		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч	мин												
6	30	-	-	3,3	12,8	19,2	21,1	19,0	14,6	9,4	3,5	-	-
9	30	18,5	25,1	34,6	45,3	52,7	54,9	52,8	47,8	40,8	32,4	23,8	18,2
12	30	28,0	36,4	46,8	58,2	66,8	71,2	70,2	62,7	51,5	39,8	30,0	25,5
15	30	12,0	19,4	26,8	33,7	38,8	42,2	42,5	37,5	28,3	18,4	10,5	8,4
18	30	-	-	-	0,1	5,2	8,8	8,8	3,8	-	-	-	-

Солнечная радиация поступает на земную поверхность в виде прямой S , рассеянной D и отраженной R радиации. Сумма потоков прямой и рассеянной радиации представляет собой суммарную радиацию Q .

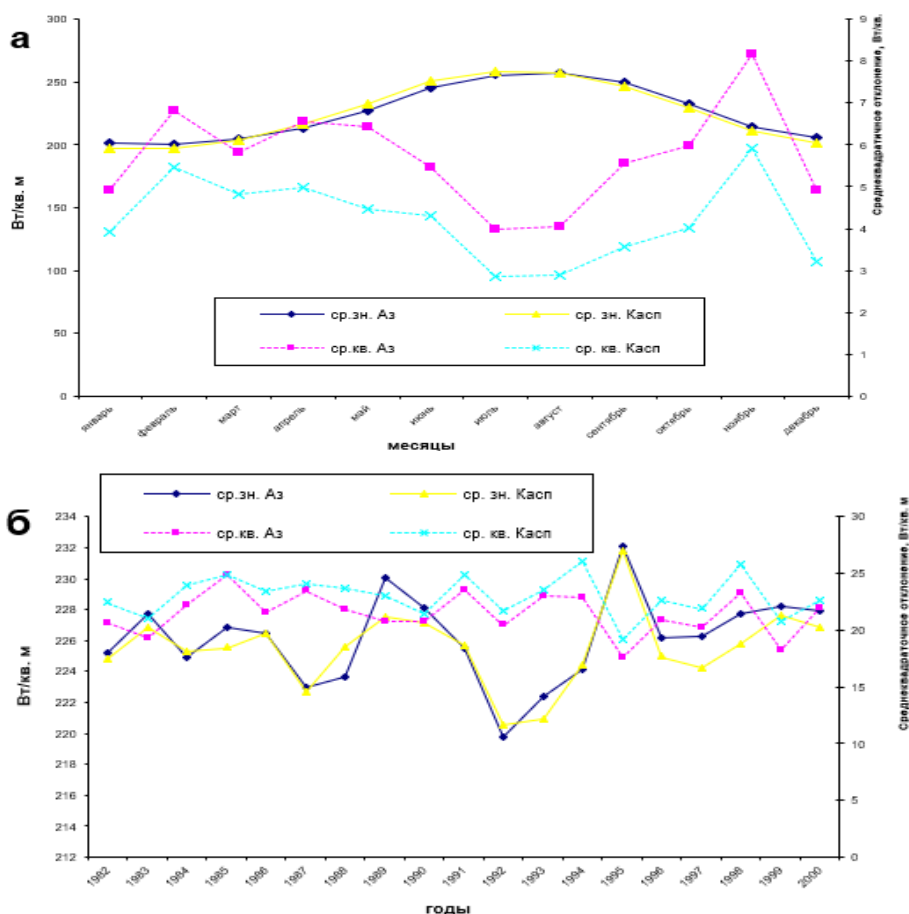


Рисунок 2. Уходящее длинноволновое излучение в ночное время
а) – месячный тренд, б) – годовой тренд.

По среднеквадратическим отклонениям уходящего длинноволнового излучения (рисунок 1 и рисунок 2 – нижние кривые), заметны свои максимумы и минимумы для выбранных «квадратов». Например, по нижним кривым в 1982 г. соответствующие значения составили 24 Вт/м² и 31 Вт/м²; в 1985 г. – 31 Вт/м² и 36 Вт/м² (максимальные значения за весь рассматриваемый период); в 1995 г. – 20 Вт/м² и 26 Вт/м² (минимальные значения за весь рассматриваемый период) и т.д. Можно сделать выводы, аналогичные предшествующим относительно средних значений для ночных условий, в части большего сближения кривых для обоих регионов и в среднеквадратических отклонениях для этих условий, но здесь это сближение все-таки не так заметно.

На рис.3 и рис.4 приведены величины, аналогичные приведенным на рис.1 и рис.2, но которые характеризуют тепловые особенности наблюдаемых со спутников территорий для некоторых модельных представлений, называемых наблюдениями «при безоблачном небе». Суммарные характеристики облачно-безоблачной системы представлены на рис.1 и рис.2, а чисто безоблачные ситуации даются кривыми рис.3 и рис.4.

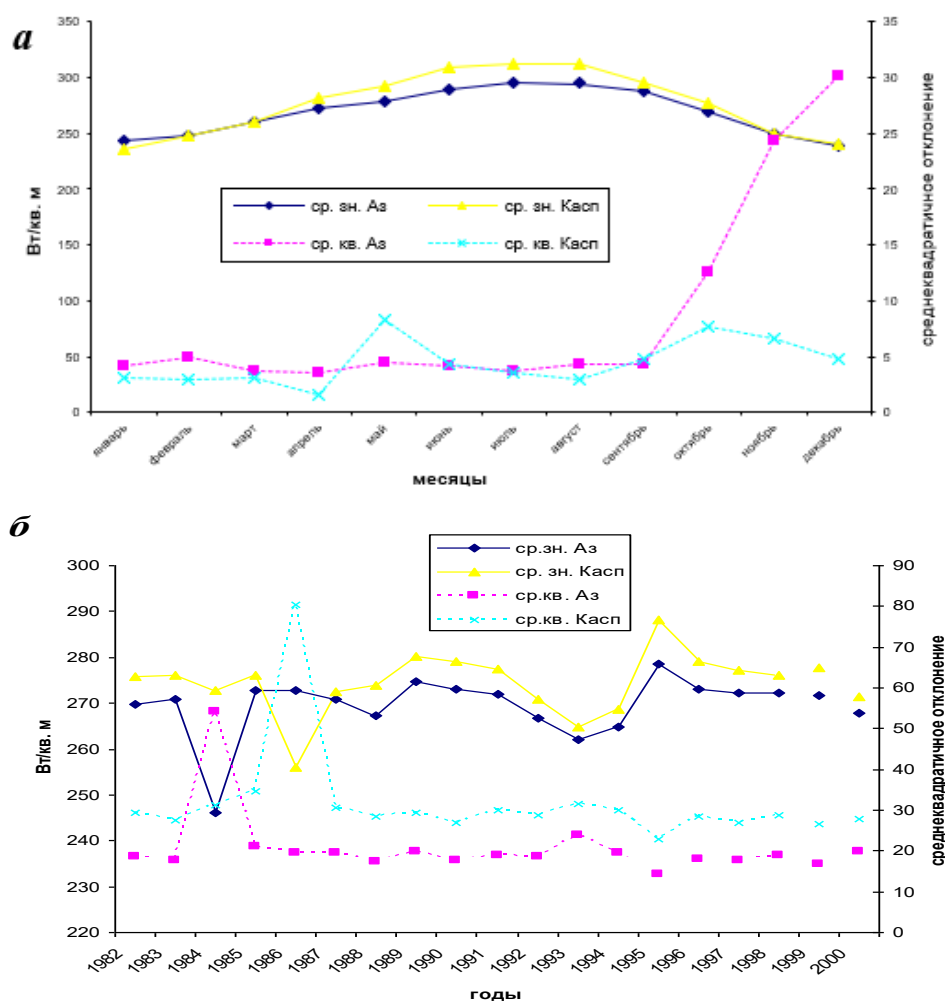


Рисунок 3. Уходящее длинноволновое излучение в дневное время при безоблачном небе а) – месячный тренд, б) – годовой тренд.

Преимущество космических средств в изучении климатических характеристик территории Азербайджана позволяет на основе преобразования данных спутниковых

наблюдений и интерпретации получаемых временных рядов, решать эти проблемы, с дальнейшим представлением конечной информации в узлах одноградусной регулярной сетки. Это позволяет наблюдать изменения не в одной точке пространства как это традиционно осуществлялось в вертикальном столбе атмосферы, а в зональном профиле (горизонтальном аспекте). Дальнейшее расширение получаемых временных рядов по исследованию климата в зональном профиле и сопоставление этих данных с вертикальным столбом атмосферы даст основательные прогнозы по изменению климата на территории Azerbaijan и всего земного шара.

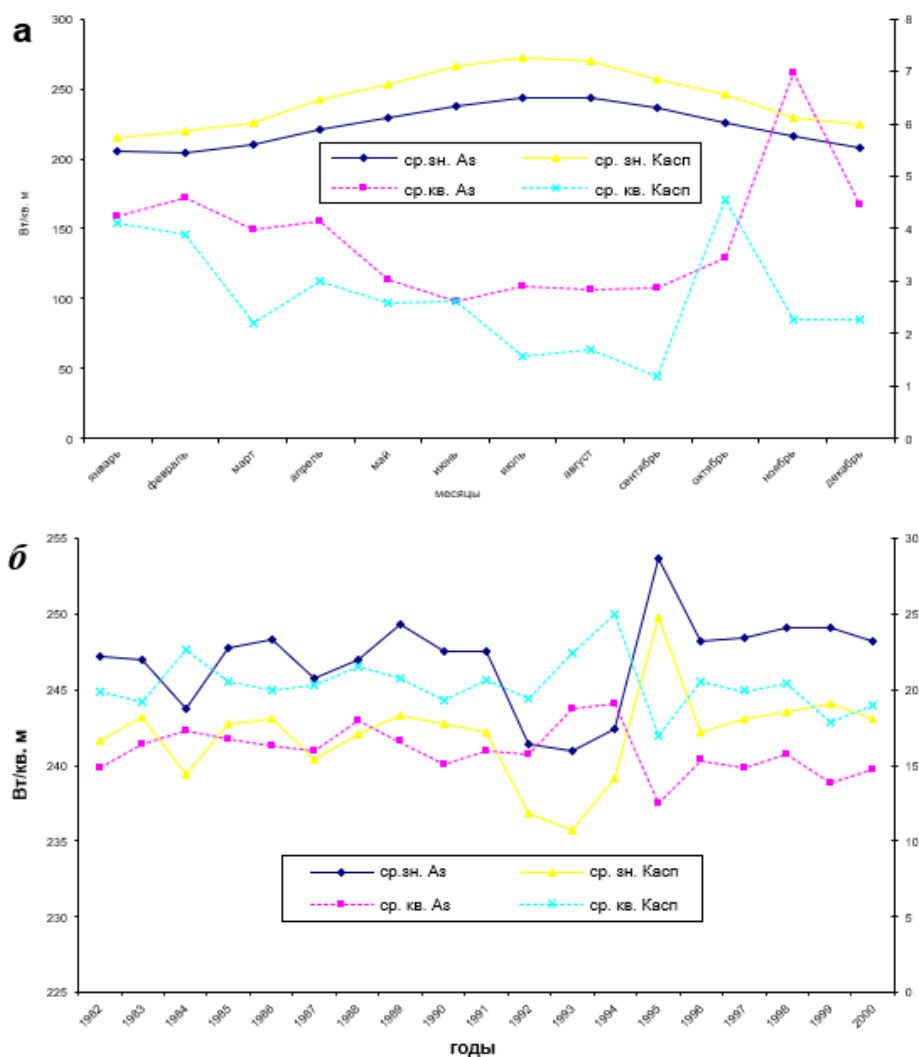


Рисунок 4. Уходящее длинноволновое излучение в ночное время при безоблачном небе а) – месячный тренд, б) – годовой тренд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резкое изменение климата на Земле приводит к ряду нежелательных последствий и ухудшения состояния жизнедеятельности в ряде случаев и чрезвычайных ситуаций, что очень плохо сказывается на экономическом развитии многих стран мира.

Обусловленность выбранных параметров исследований по составляющим радиационного баланса для территории Azerbaijan и Прикаспийского региона служит основой для исследований климата как в региональном и глобальном масштабах.

Развитие современных методов и средств дистанционного зондирования Земли на примере спутников серии NOAA позволяют предвидеть ряд последствий чрезвычайных ситуаций с учетом их климатообразующих составляющих.

Библиография

1. А.Л. Яншин. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века. - Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). - М: Научный мир, 2000.- 304 с.
2. В.М.Катцов, Б.Н.Порфирьев. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории российской федерации на период до 2030г. и дальнейшую перспективу. – Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова выпуск 563 Под редакцией д-ра физ. - мат. наук В. М. Катцова, д-ра физ. - мат. наук В.П. Мелешко, Санкт Петербург – 2011.
3. Ц.А. Швер, В.М. Мадатзаде Климат Баку – Ленинград гидрометеоздат – 1988 г.
4. The project UNESCO/ Keizo OBUCHI Fellowships on “The influence of Natural and Anthropogenic Factors on Changeability of Climate Characteristics of Azerbaijan Territory and Water Area of the Caspian Sea” 2002.

УДК 551.583

ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ЕГО РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Махмудов Р.Н., доктор географических наук, профессор; **Агаев З.Б.**, кандидат географических наук, доцент; Национальная академия наук Азербайджана Институт географии им. Г. Алиева

Сулейманов М.Ф., Национальная Авиационная Академия

Аннотация: Если сегодня в мире существуют две естественные проблемы, то одна из них является глобальное и локальное изменение климата, а другая – водные проблемы потребность которого в мире ежегодно увеличивается. В последние несколько десятилетий в различных регионах планеты повторяемость и продолжительность опасных гидрометеорологических явлений и стихийных бедствий, вызванных современным изменением климата, постоянно возрастает. А, это наносит огромный ущерб, как отдельным государствам, так и мировой экономике в целом. В статье на основе научно-исторических данных приводится хронический научный анализ изменения климата в мире и реальных гидрометеорологических наблюдений и исследуются текущие последствия регионального изменения климата в Азербайджане. Для этого с использованием данных наблюдений многочисленных гидрометеорологических станций и постов с помощью методов сравнения, статистического анализа оцениваются реальные изменения климата в различных высотных интервалах, отдельных природных территориальных единицах на территории Азербайджана и их влияние на речной сток. Рассчитываем, что реальные результаты, полученные на основе многолетних гидрометеорологических наблюдений и научных фактов, будут иметь теоретическое и практическое значение.

Ключевые слова: температура, осадки, изменение климата, тренд речного стока, орография гидрометеорологических наблюдений, океаны и моря.

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND ITS REGIONAL IMPACT ON AZERBAIJAN.**Makhmudov R.N., Agaev Z. B., Suleymanov M. F.**

Annotation. If today there are two natural problems in the world, then one of them is global and local climate change, and the other is water problems whose demand in the world increases every year. In the past few decades, in various regions of the planet, the recurrence and duration of dangerous hydrometeorological events and natural disasters caused by modern problems of climate change have been constantly increasing. And this, in turn, causes enormous damage both to individual states and to the world economy as a whole. The article, based on scientific and historical data, provides a chronic scientific analysis of climate change in the world and real hydrometeorological observations and examines the current consequences of regional climate change in Azerbaijan.

To do this, using the observational data of numerous hydrometeorological stations and posts with the help of comparison methods, statistical analysis, real climate changes in different altitude intervals, individual natural territorial units on the territory of Azerbaijan, and their impact on river flow are estimated. We hope that the real results obtained based on many years of hydrometeorological observations and scientific facts will be of theoretical and practical importance.

Keywords: temperature, sedimentation, climate change, river flow trend, orography of hydrometeorological observations, oceans and seas.

Сегодня в мире есть две естественные проблемы, которые необходимо решать перед лицом цивилизации, одна — это изменение климата, а другая - проблема оценки и управления водными ресурсами. В целом проблема современного изменения климата должна решаться в системе фактов→ причин→ возможных сценариев→ и прогнозов.

Региональные последствия глобального изменения климата в Азербайджанской Республике вызывают следующие типы стихийных бедствий, вызывая соответствующие изменения в ее экосистеме [2,3,4].

- стихийные бедствия, вызванные наводнениями;
- стихийные бедствия, вызванные сильными ветрами, ураганами, градом;
- стихийные бедствия, вызванные колебаниями уровня Каспийского моря;
- стихийные бедствия, вызванные опустыниванием в засушливом климате;
- стихийные бедствия, возникающие в результате лесных пожаров, эрозии почв, заселением.

В Азербайджане, как и во всем мире, максимальные, минимальные, среднесуточные, месячные, сезонные показатели температур по сравнению с периодом исторических инструментальных метеорологических наблюдений последовательно обновляется. В 2018 году, который считается одним из самых жарких в мире, исторический максимум температуры в стране был обновлен и составил + 46,2⁰С. Среднесуточная максимальная температура в Баку в 1991-2019 гг. была на +0,8⁰С выше, чем в 1961-1990 гг., а количество дней, когда максимальная температура воздуха превышала 35⁰С, составляло 81 день (1961-1990 гг.) и 260 дней (1991-2019 гг.). Количество дней, когда в Хыналыге в 1992 году наблюдались отрицательные температуры, составляло 140 дней, а в 2010 году, одном из самых жарких, - всего 38 дней. Аналогичные аномалии наблюдаются и по другим метеорологическим показателям. Для оптимального изучения региональных климатических изменений произведены анализы температур и осадков по отдельным высотным интервалам и по отдельным регионам в Азербайджане (Таблицы. 1, 2 и 3).

Как видно из табл.1, повышение температуры в стране по сравнению с многолетней нормой в период 2007-2019 гг. составляет $+1,0^{\circ}\text{C}$. Наибольшее увеличение интервалов высот приходится на высоты более 1000 м ($+1,3^{\circ}\text{C}$). Однако наибольшее годовое повышение температуры за период 2007-2019 гг. было в 2010 г. ($+1,3^{\circ}\text{C}$), 2012 г. ($+1,3^{\circ}\text{C}$), 2014 г. ($+1,3^{\circ}\text{C}$), 2015 г. ($+1,5^{\circ}\text{C}$), максимальный в 2018 г. ($+1,8^{\circ}\text{C}$) и в 2019 г. ($+1,5^{\circ}\text{C}$). В целом 2018 год вошел в историю как самый жаркий год в мире за весь период наблюдений, что проявилось и в Азербайджане. Другими словами, самый высокий годовой прирост температуры в стране ($+1,8^{\circ}\text{C}$) и исторический максимум температуры ($+46,2^{\circ}\text{C}$) наблюдался в 2018 году. В 2007-2019 годах только в 2011 году в стране не наблюдалось повышения температуры по сравнению с многолетней нормой (0°C).

Таблица 1- Изменения температуры в различных интервалах высоты в Азербайджане по сравнению с многолетней нормой (1961-1990) $^{\circ}\text{C}$

Периоды	Интервал высоты, м					По Республике
	≤ 0	1 - 200	201-500	501-1000	>1000	
Многолетняя норма 1961- 1990	14.6	14.3	13.3	11.9	7.8	12.3
Среднее многолетнее 2007-2019	15.4	15.4	14.5	12.7	9.1	13.3
Увеличение по отношению к многолетним нормам	+0.8	+1.1	+1.2	+0.8	+1.3	+1.0

Таблица 2 Температурные изменения в различных регионах Азербайджана в 2007-2019 годах по сравнению с многолетней нормой (1961-1990), $^{\circ}\text{C}$

Периоды	Регионы						По Республике
	Апшерон-Гобустан	Ленкорань-Астара	Большой Кавказ	Малый Кавказ	Кура-Араз	Нахичеванская МР	
Норма 1961 -1990	14.5	12.9	10.7	9.2	14.3	12.4	12.3
Среднее многолетнее 2007- 2019	15.3	13.8	11.4	10.4	15.5	13.5	13.3
Повышение по отношению к норме	+0.8	+0.9	+0.7	+1.2	+1.2	+1.1	+1.0

Как видно из табл. 2, наибольшее повышение температуры в регионах наблюдается в Кура-Аразе и на Малом Кавказе ($+1,2^{\circ}\text{C}$), а наименьшее - на Большом Кавказе $+0,7^{\circ}\text{C}$. В 2018 году во всех регионах наблюдалось резкое повышение температуры. Так, $+1,4^{\circ}\text{C}$ в Апшерон-Гобустане, $+1,7^{\circ}\text{C}$ в Ленкорань-Астара, $+1,1^{\circ}\text{C}$ на Большом Кавказе, $+1,6^{\circ}\text{C}$ на Малом Кавказе, $16,2^{\circ}\text{C}$ в Кура-Аразе, $+2,8^{\circ}\text{C}$ в Нахчыванской АР и $+1,8^{\circ}\text{C}$ наблюдалось в Республике. Это увеличение по регионам отражает его закономерность для многолетнего периода (2007-2019 гг.) соответственно. В Нахичеванской АР, характеризующемся жарким континентальным климатом, наблюдалось рекордное повышение температуры до $+2,8^{\circ}\text{C}$ по сравнению с многолетней нормой. На рис. 1 показан тренд среднегодовой температуры в стране за 2007-2019 гг. И ее отличие от многолетней нормы (1961-1990 гг.).

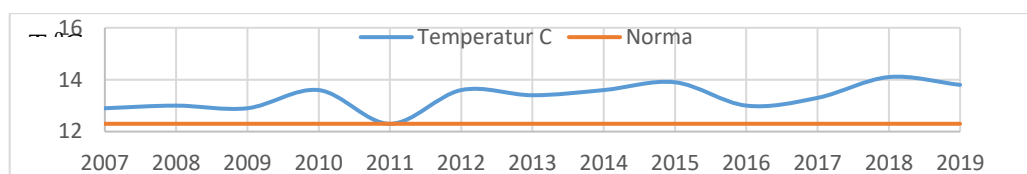


Рисунок 1. Многократный ход среднегодовых температур и нормы (1961-1990 гг.) в Азербайджане

Таблица 3 Изменения осадков в различных интервалах высоты в Азербайджане по сравнению с многолетней нормой (1961-1990), X, mm

Периоды	Высоты, м					По Республике
	≤ 0	1 - 200	201-500	501-1000	>1000	
Норма 1961- 1990	334	327	478	534	639	476
Средние многолетние 2007-2019	364	332	404	631	630	466
Изменения по отношению к норме	+30	+5	- 74	+97	-9	-10

На рис. 2 показаны многолетняя тенденция количества осадков и многолетняя норма (1961-1990 годы) на территории Азербайджана за 2007-2019 годы.

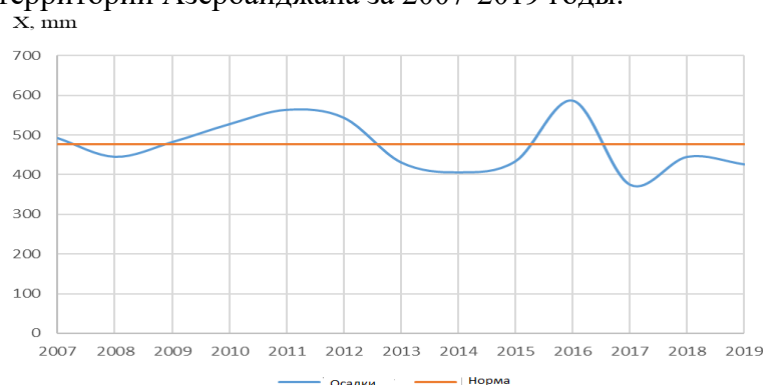


Рисунок 2. Ход среднегодовых осадков и нормы (за 1961-1990 гг.) в Азербайджане

Как видно из таблицы 4, из-за региональных эффектов изменения климата в Азербайджане повышение среднемесячных температур наблюдается в большинстве месяцев.

В 2017 году только в феврале произошло снижение среднемесячных температур, в январе, октябре и ноябре в одних регионах наблюдалось повышение, в других - снижение.

Как самый жаркий год наблюдаемый в мире 2018 году, было повышение температуры во все месяцы, только в апреле и декабре, вместе с повышением наблюдалось снижение в некоторых регионах. В 2019 году снижение среднемесячных температур наблюдалось только в августе, а повышение и понижение - в апреле и декабре. В Табл. 4 показаны максимальные температуры, наблюдаемые в последние годы (2017, 2018, 2019) под влиянием регионального изменения климата на территории Азербайджана.

Изменение климата в регионе также влияет на речные, водные ресурсы режим, и годовой сток страны. Как, в большинстве стран мира так и в Азербайджане наблюдалось снижение максимального расхода воды половодья ($Q_{\max}$) и годового стока рек ($Q_{\text{год}}$) [5]. В основном наблюдается увеличение минимального зимнего стока рек ($Q_{\min}$). Это происходит главным образом из-за повышения средних температур в зимние месяцы, что увеличивает

таяние снега и водных ресурсов в зимние месяцы, а также увеличивает сезонный сток [6]. Примером этого являются графики тенденций в крупнейшей реке, показывающие все три процесса на пограничном пункте Кура-Кырагесемен, в Азербайджане (Рисунок 3).

Глобальное изменение климата оказывает значительное влияние на криосферу, в первую очередь на снежный покров мира, что приводит к серьезным нарушениям их морфологической структуры и уменьшению ледниковых масс [1,7]. Этот процесс, происходящий в ледниках мира, наблюдается и в основных ледниках Азербайджана. Об этом свидетельствуют как спутниковые снимки, так и результаты экспедиционных исследований. В 1986-2016 годах площадь ледника Шахдаг в Азербайджане уменьшилась на 0,17 км², а площадь ледников Базардюзю и Туфандаг уменьшилась на 0,04 км².

2017-год

Показатели температур	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _{max} , °C	20	22	26	30	36	40	42	43	41	31	23	20
Изменения температуры по отношению к многолетней норме	±	–	+	+	+	+	+	+	+	±	±	+

2018-год

Показатели температур	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _{max} , °C	16	20	28	29	37	42	46	42	37	35	24	19
Изменения температуры по отношению к многолетней норме	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	±	+

2019-год

Показатели температур	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T _{max} , °C	20	18	25	31	37	42	42	42	37	32	24	21
Изменения температуры по отношению к многолетней норме	+	+	+	±	+	+	+	-	+	+	±	+

Примечание: + повышение температуры относительно многолетней климатической нормы; ± повышение и уменьшение температуры в отдельных регионах относительно многолетней климатической нормы; - понижение температур относительно многолетней климатической нормы.

Глобальное изменение климата оказывает значительное влияние на криосферу, в первую очередь на снежный покров мира, что приводит к серьезным нарушениям их морфологической структуры и уменьшению ледниковых масс [1,7]. Этот процесс, происходящий в ледниках мира, наблюдается и в основных ледниках Азербайджана. Об этом свидетельствуют как спутниковые снимки, так и результаты экспедиционных исследований. В 1986-2016 годах площадь ледника Шахдаг в Азербайджане уменьшилась на 0,17 км², а площадь ледников Базардюзю и Туфандаг уменьшилась на 0,04 км².

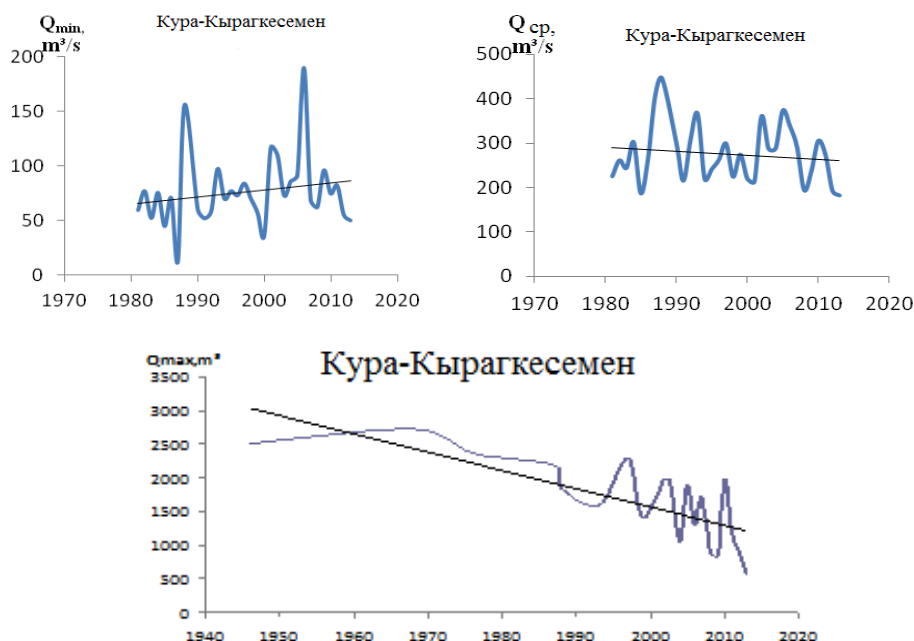


Рисунок 3. Динамика изменения годового, минимального, максимального расхода воды на реке Кура-Кырагкесемен

Основные результаты:

1. Среднее многолетнее повышение температуры на территории Азербайджана за период 2007-2019 гг. составляет $+1^{\circ}\text{C}$ относительно многолетней нормы;
2. Максимальное повышение температуры происходит на высотах выше > 1000 м ($+1,3^{\circ}\text{C}$), а минимальное - на 0 м ($+0,8^{\circ}\text{C}$);
3. Самый высокий рост температуры в стране наблюдался в 2018 году ($+1,8^{\circ}\text{C}$). За весь период наблюдений исторический максимум температуры ($+46,2^{\circ}\text{C}$) был зафиксирован в 2018 году. В том же году повышение температуры на высоте более > 1000 м составило $+2,3^{\circ}\text{C}$;
4. Сезонные изменения температуры увеличиваются в большинстве сезонов, кроме весны;
5. Наибольшее повышение температуры по регионам наблюдается в Нахчыванской АР и Кура-Араксе;
6. Хотя существенного изменения в распределении осадков не наблюдалось (уменьшение было всего на 10 мм по сравнению с многолетней нормой), за период 2007-2019 гг., однако наблюдалось увеличение и уменьшение осадков во всех высотных интервалах. Максимальное среднее увеличение составляет 97 мм в диапазоне высот 501-1000 м, максимальное уменьшение - 74 мм на высоте 201-500 м. Однако в интервалах 201-500 м высот в течение 2007-2019 гг. наблюдается только уменьшение количества осадков во все года;
7. В 1961-1990 годах количество дней, превышающих 35°C , в Баку составляло всего 92 дня, в то время как в 1991-2019 годах количество таких жарких дней было более чем в 3 раза (280);
8. Уменьшается так годовой сток так и максимальный сток рек в периоды половодья, и паводка. Реки со средней высотой бассейна более > 1000 м имеют противоположное увеличение периода зимнего стока, что связано с повышением средних зимних температур и соответствующей ролью талой воды;

9. Из-за региональных последствий глобального изменения климата площадь ледника Шагдаг, одного из высокогорных ледников Азербайджана, уменьшилась на 0,17 км², а ледников Базардюзю и Туфандаг уменьшилась на 0,4 км².

Библиография

1. Багиров Г.С., Махмудов Р.Н. Климат Антарктиды, глобальные воздействия. Издательство Зия Нурлан, Баку, 2009, 227с.
2. Махмудов Р.Н. Современные климатические изменения и опасные гидрометеорологические явления. АНУ, Национальная авиационная академия, Баку, 2018, 231 с.
3. Мамедов Р.М. Гидрометеорология Каспийского моря. Баку, 2013.175 с.
4. Иманов Ф.А. , Алекбаров А.Б. Современные изменения и комплексное управление водными ресурсами в Азербайджане. Баку, 2017, 351 с.
5. Георгиевский В. Материалы VII Всероссийского гидрологического съезда Росгидромета. Санкт-Петербург, 2014.101 с.
6. Махмудов Р.Н. Региональные климатические изменения и речной сток в Азербайджане. Метеорология и гидрология № 9. Москва, с.63-69.
7. Гусейнов Н.С., Маликов Б.М. Проблемы глобального климатического предупреждения и их последствия. Европейская конференция EMS по прикладной климатологии. 29-0310, 2008 г. Амстердам, Нидерланды

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 631.82.630.11(476.24)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ АГРОЛАНДШАФТОВ МАРТУНИНСКОГО РЕГИОНА

Галстян М.А., Директор исследовательского центра «Органического сельского хозяйства и экологии», профессор кафедры «Лесоводство и агроэкология», доктор с/х наук; **Саркисян К.Ш.**, Доцент кафедры «Лесоводство и агроэкология», кандидат биологических наук; **Матевосян Л.Г.**, Преподаватель кафедры «Лесоводство и агроэкология», кандидат с/х наук; **Гарибян П.А.** Студент 4 курса по специальности «Агроэкология». Национальный Аграрный Университет Армении

Аннотация. Исследованиями установлено, что при проведении одинаковых агротехнических мероприятий, чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже их урожайность. Расчетами экономической эффективности также выявлено, что под влиянием лесной экосистемы продуктивность агроэкосистем была самой высокой при удалении от края леса на расстоянии до 300 м, при котором урожайность озимой пшеницы составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания зерна с гектара - 235500 драм, картофеля - 912000 драм и капусты – 980,0 драм. На расстоянии 1000-1050 м от края леса экономическая эффективность от выращивания с/х культур практически сводится к нулю. Исследованиями обосновано, что при основании полезащитных лесополос следует их располагать на расстоянии не более чем 600 м, при котором лесополоса будет наиболее благоприятно воздействовать на стабильность агроэкосистем и повысит их продуктивность.

Ключевые слова: лесная экосистема, агроландшафт, продуктивность, экономическая эффективность, оценка

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE FOREST ECOSYSTEM ON THE PRODUCTIVITY OF THE ADJACENT AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE MARTUNINSKY REGION

Galstyan M.A., Sarkisyan K.SH., Matevosyan L.G., Garibyan P.A.

Annotation. The investigations have disclosed that in case of applying the same agro-technical measures the closer the agro-ecosystem is located to the forest ecosystem, the higher the yield capacity of the cultivated agricultural crops is, and vice versa; the farther the agro-ecosystem is, the lower the yield capacity is. The estimations of economic efficiency have shown that under the influence of forest ecosystem, the productivity of the agro-ecosystem was the highest at a distance of 280 m from the forest edge, where the triticalis yield capacity made 45,6 c/ha, while the economic efficiency of tomato cultivation per hectare made 235500 AMD, pteuto – 912 000 AMD and that of the cabbage– 980000 AMD. While at a distance of 1000-1050 m from the forest edge the economic efficiency of the cultivated agricultural crops was practically reduced to zero.

The studies have proved that when establishing afforestation belts, they should be located at a distance of no more than 600 m, where the forest belts will have more favorable effect on the sustainability of the agro-ecosystems and will increase their productivity.

Keywords: forest ecosystem, agro-landscape, productivity, economic efficiency, evaluation

Введение. В агроэкологических системах постоянно происходят изменения природной среды под воздействием ветровой и водной эрозии, орошения загрязненной водой, использования минеральных удобрений и пестицидов, загрязнения почвы химическими веществами, уплотнения почвы, сокращения видового состава флоры и фауны и других факторов [5, 6, 7].

В сельскохозяйственных системах необходимо проводить такие научно обоснованные мероприятия, которые обеспечат их нормальную деятельность, циркуляцию питательных веществ и потока энергии, а также повысят их стабильность и производительность. С этой целью всегда необходимо учитывать взаимосвязь структурных элементов агроландшафтов, характер и особенности их взаимодействия, изучать те возможные изменения, которыми обуславливаются функционирование и уровень производительности данной системы.

Защитные лесонасаждения, наряду с другими мероприятиями, защищают почву от эрозии, улучшают водный режим территории, ослабляют негативные последствия засухи и систематически дующих ветров, способствуют нормальному росту и развитию с/х культур. Следовательно, любое исследование, проводящееся с целью выявления взаимосвязи между лесной системой и агроэкосистемой, в частности выявления изменений у с/х культур под воздействием лесной системы, и выяснения влияния лесонасаждений на производительность агроценозов является весьма важным, актуальным и соответствует требованиям охраны окружающей среды и развития сельского хозяйства республики.

Результаты исследований, проведенных в разных странах, показывают, что защитные лесонасаждения являются мощной и незаменимой защитной мерой агроэкосистем от водной и ветровой эрозии, засухи, суховеев, а также от негативного воздействия систематически дующих ветров, способствуют накоплению снега на полях и улучшению водного режима территорий, создают благоприятный микроклимат и повышают урожайность с/х культур. Установлено, что при проведении лесомелиоративных работ в агроэкосистемах урожайность зерна увеличивается на 3-4, многолетних трав – на 5-8, зеленой массы кукурузы – на 45-80 и сахарной свеклы и овощей – на 40-60 ц/га [1, 2, 4].

В условиях горного земледелия каждый процент влаги, содержащийся в почве, обеспечивает получение дополнительного урожая с гектара - зерна на 1,0-1,5 ц и сена на 3-4 ц. Исследованиями, проведенными в Иджеванском, Апаранском, Гугаркском и Ноемберянском регионах установлено, что на окруженных лесонасаждениями территориях ежегодно собирают на 5-6 ц больше урожая зерна и 8-10 ц сена с гектара, чем с незащищенных лесонасаждениями территорий [8, 9, 10].

Согласно расчетам Э.М. Айрапетяна [1], в Варденисском регионе в общинах, расположенных на Масрикском плато, из-за засухи и осыпания созревших зерен под влиянием ветров ежегодно теряется 2,0-2,5 тыс. т зерна, а сена собирается на 750-800 т меньше. В общинах, расположенных на южных склонах Севанского горного хребта того же региона, вследствие эрозии почв получается на 1000 т меньше урожая зерна [1, 3, 4].

Учитывая актуальность вышеотмеченного, мы поставили перед собой задачу изучить и оценить воздействие лесной системы на урожайность сельскохозяйственных культур, возделываемых в прилегающих агроэкосистемах, в зависимости от удаленности места выращивания от лесной системы и определить экономическую эффективность этого воздействия.

Материал и методика. Исследования были проведены в 2019-2020 гг. в агроэкосистеме общины Н.Геташен, прилегающей к лесной системе Мартуни. Были отобраны 3 сельскохозяйственные культуры (озимая пшеница, картофель, капуста), которые выращивались в одинаковых агротехнических условиях на территории одной и той же общины, но на разных расстояниях от края леса - 280-300, 560-600 и 1000-1050 м. Рассчитана экономическая эффективность воздействия лесной системы на урожайность с/х культур. При этом стоимость урожая возделываемых культур определена с учетом рыночных цен, действующих на данный период.

Результаты исследования. Изучая влияние леса лесничества Мартуни, расположенного рядом с общиной Нижний Геташен, на урожайность культур, выращиваемых на ее территории, было выявлено, что на разных расстояниях от лесополосы в одинаковых почвенных условиях и проведении одних и тех же агротехнических мероприятий культивируемые с/х культуры обеспечивают неодинаковую урожайность (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от расстояния до лесополосы, ц/га

Сельскохозяйственные культуры	Урожайность в зависимости от расстояния до лесополосы			Средняя урожайность с/х культур, возделываемых в общине
	280-300 м	560-600 м	1000-1050 м	
Озимая пшеница	385,0	315,0	270,0	30,4
Картофель	296,0	261,0	220,0	226,0
Капуста белокочанная	92,0	443,0	394,0	405,0

Как видно из данных табл.1, если от озимой пшеницы, картофеля и капусты, выращенных на расстоянии 280-300 м от края леса, получено соответственно 45,6, 296 и 492 ц/га урожая, а от выращиваемых в том же направлении, но на расстоянии 560-600 м от края леса упомянутых культур получено соответственно 38,2, 261 и 443 ц/га, то при возделывании на расстоянии 1000-1050 м от края леса урожайность этих культур составила: озимой пшеницы – 29,9 ц/га, картофеля - 220 ц/га и капусты - 394 ц/га.

Если условно принять расстояние 280-300 м от лесополосы как I зону, 560-600 м - II зону и 1000-1050 м - III зону, то, согласно данным таблицы, можно утверждать, что сельскохозяйственные культуры, выращенные в I зоне, по сравнению с выращенными во II зоне обеспечили более высокий урожай. Так, от озимой пшеницы получено на 22,2 %, картофеля - на 13,4 % и капусты - на 26,0 % больше урожая. От культур же, выращенных в I зоне, по сравнению с выращенными в III зоне также получено больше урожая – от пшеницы на 39,6 %, картофеля - на 32,3 % и капусты - на 32,8 %, т.е. чем дальше место возделывания с/х культур от лесополосы, тем ниже их урожайность.

Приведенные данные еще раз подтверждают, что лесная экосистема, в данном случае леса лесничества Мартуни, сыграли роль защитного лесонасаждения, смягчая негативные воздействия ветра, засухи и суховея на культуры, выращиваемые в прилегающих агроэкосистемах, создавая благоприятный климат способствовали нормальному росту и развитию этих культур, в результате чего увеличению их урожайности. Исследованиями также доказано, что чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже их урожайность.

Таким образом, нашими исследованиями выявлено благоприятное влияние лесной экосистемы на производительность агроэкосистем, которое ослабляется или исчезает на расстоянии около 560-600 м. Эти результаты позволяют нам сделать вывод, что при создании полезащитных лесополос их расстояние до места возделывания с/х культур не должно превышать 560-600 м, которое позволяет сохранить благоприятное влияние лесополосы - защищать почвы от эрозии и создавать микроклимат, а также положительно влиять на стабильность агроэкосистем и повышать их производительность.

В рамках исследования нами также рассчитана экономическая эффективность влияния лесных экосистем Мартуни на производительность агроэкосистем общины Н.Геташен (по показателям урожайности озимой пшеницы, картофеля и капусты), (табл. 2).

При проведении расчетов влияния лесных экосистем на продуктивность агроэкосистем общины Н.Геташен в качестве контроля была принята урожайность с/х культур, возделываемых на расстоянии 1000-1050 м от лесной системы, поскольку на таком расстоянии лесная экосистема практически не оказывает какого-либо влияния на урожайность этих культур (показатели урожайности на данной территории даже были ниже, чем средняя урожайность этих же культур, выращенных на территории общины) (табл. 1).

Затем от показателей урожайности с/х культур, выращенных на территориях I и II зон, вычитывались показатели урожайности с/х культур, выращенных в контрольной зоне и только потом умножались на рыночные цены полученной продукции, принятые на данной территории (цена 1 кг зерна 150 драм, картофеля - 120 драм, капусты - 100 драм). После этого на основании полученных урожая и прибыли определяли влияние лесных экосистем на производительность агроэкосистем.

Таблица 2 – Экономическая эффективность урожайности с/х культур с гектара под влиянием лесополосы, расположенной на различном расстоянии от места возделывания сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственные культуры	Урожайность по зонам, ц/га			Получено дополнительно урожая по сравнению с III зоной, ц/га		Стоимость 1 кг продукции, драм	Всего получено прибыли, тыс. драм	
	I	II	III	I	II		I	II
Озимая пшеница	45,6	38,2	29,9	15,7	8,3	150	235,5	124,5
Картофель	296,0	261,0	220,0	76,0	41,0	120	912,0	492,0
Капуста белокочанная	492,0	443,0	394,0	98,0	49,0	100	980,0	490,0

Как видно из данных табл.2, производительность агроэкосистем под влиянием лесной системы была самой высокой при удаленности от края леса на расстоянии до 300 м, при котором урожайность озимой пшеницы составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания зерна с гектара - 235500 драм, картофеля - 912000 драм и капусты – 490,0 драм.

По мере увеличения расстояния от края леса до сельскохозяйственной экосистемы уменьшается благоприятное влияние леса на эти системы, а следовательно, снижается и экономическая эффективность выращивания с/х культур. Так, на расстоянии 1000-1050 м положительное влияние лесной экосистемы на урожайность выращиваемых с/х культур практически сводится к нулю, следовательно нет и прибыли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты проведенных исследований, мы пришли к следующим основным выводам.

Леса Мартунинского лесничества выполняют роль защитных лесонасаждений для выращиваемых в окрестных агроэкосистемах с/х культур и, создавая благоприятный микроклимат, способствуют их нормальному росту и развитию, тем самым повышают урожайность с/х культур.

При проведении одинаковых агротехнических мероприятий, чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже урожайность с/х культур.

Благоприятное влияние лесной экосистемы на продуктивность агроэкосистем ослабевает и почти исчезает на расстоянии 600 м от леса, а на расстоянии около 1050 м от края леса его положительное влияние на агроэкосистемы практически приравнивается к нулю.

Расчетами экономической эффективности выявлено, что под влиянием лесной экосистемы продуктивность агроэкосистем была самой высокой при удалении от края леса на расстояние до 300 м, при котором урожайность зерна составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания озимой пшеницы с гектара - 235,5 драм, картофеля - 912000 драм и капусты – 980000 драм. По мере увеличения расстояния от края леса до сельскохозяйственной экосистемы уменьшается благоприятное влияние леса на эти системы, а следовательно, снижается и экономическая эффективность выращивания с/х культур. На расстоянии 1000-1050 м положительное влияние лесной экосистемы практически сводится к нулю.

На основании полученных результатов предлагается:

При основании полезащитных лесополос следует их располагать на расстоянии не более чем 600 м, при котором лесополоса будет наиболее благоприятно воздействовать на устойчивость агроэкосистем данной территории и повысит их продуктивность.

Библиография

1. Айрапетян Э.М., Ширинян А.В. Агроэкология.- Ереван: Астхик, 2003.- 407 с.
2. Галстян М.А., Матевосян Л.Г., Караханян К.А., Матевосян С.А. Оценка влияния лесной экосистемы Зикатар на продуктивность прилегающих агроландшафтов. Мат. XX межд. научно-практич. конф. – Пенза, 2020, с. 47-51.
3. Гулиджанян А.А. Дендробиоразнообразие Северо-Восточной Армении и динамика изменения биомассы наиболее ценных видов. - Институт ботаники НАН РА, Автореф. докт. дисс.- Ереван, 2009.- 42 с.
4. Мацакян В. Основные сообщества верхней зоны леса Гугаркского региона Лорийского марза РА и их взаимосвязь // Биологический журнал Армении.- 2010, № 2.- С. 24-30.
5. Мелкумян Л.С., Галстян М.А. Основы охраны окружающей среды: Учеб. пособие.- Ереван: «Зангак-97», 2010.- 312 с.
6. План управления лесами, филиал «Ноемберянский лесхоз», ГНКО «Айантар» Министерства сельского хозяйства РА. - Ереван, 2008. - 183 с.
7. План управления лесами, филиал «Иджеванский лесхоз», ГНКО «Айантар» Министерства сельского хозяйства РА - Ереван, 2005. - 155 с.

8. Хуршудян А.П. Рабочий проект по трансформации выделенных однородных лесных насаждений на территориях Ноемберянского и Гугаркского лесных хозяйств ГНКО «Айантар». - Ереван, 2012.- 118 с.
9. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hayantar.am/sites/default/files/management-plans/noyemberyan-mp.pdf>.
10. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.Tawush.mtad.am

УДК 543.27

ОСНОВЫ МЕТОДА ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Зайцева В.В., кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail; viktoriapakalnis@mail.ru; **Михайленко В.С.**, научный сотрудник; **Кича М.А.**, младший научный сотрудник; НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «ВМА».

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы метода электронного парамагнитного резонанса, его основные ограничения, преимущества относительно схожего метода, ядерного магнитного резонанса, блок-схема ЭПР анализатора и возможные пути улучшения характеристик прибора.

Ключевые слова: электронный парамагнитный резонанс, электрон, спин электрона, магнитный момент, магнитное поле, магнитные взаимодействия.

FUNDAMENTALS OF ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE

Zaitseva V.V., Mikhailenko V.S., Kicha M.A.

Annotation. The article discusses theoretical foundations of electron paramagnetic resonance (EPR), main limitations of the method, advantages relative to a similar nuclear magnetic resonance method, block diagram of EPR-analyzer and possible ways of its performance improvement.

Keywords: electron paramagnetic resonance, electron, electron spin, magnetic moment, magnetic field, magnetic interactions.

Электронный спин как явление исключительно важен для всех областей химических наук, оказывая влияние на разнообразнейшие химические процессы. Например, это основа химии и биохимии переходных металлов и их комплексов, спин электрона опосредует фотосинтез и фотовольтаику, имеет первостепенное значение в области квантовой информации. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) обнаруживает неспаренные электроны и дает информацию о структуре соединения и порядке связывании парамагнитных частиц.

Электрон, как главный герой ЭПР, характеризуется двумя видами движения: вращением вокруг ядра, которое вызывает появление орбитального магнитного момента, и вращением вокруг своей оси, которое придает спину магнитный момент. В отсутствие внешнего магнитного поля два состояния электрона («спин вверх» и «спин вниз») вырождены. Вырождение спиновых состояний электрона, характеризующихся квантовым числом $m_s = \pm 1/2$, снимается при приложении внешнего магнитного поля. Переходы между уровнями спина электрона индуцируются поглощением микроволнового излучения. Поскольку

заселенность нижнего энергетического уровня больше согласно распределению Максвелла-Больцмана, наблюдается поглощение энергии. Именно это поглощение отслеживается и преобразуется в спектр ЭПР. Заселенность спиновых состояний прямо пропорциональна напряженности приложенного магнитного поля в соответствии с эффектом Зеемана. Важной особенностью спектроскопии ЭПР является расщепление спектральных линий вследствие взаимодействия электрона с окружением. Таким образом, может быть получена информация о структуре вещества или динамике происходящих химических или физических процессов.

Со времени регистрации первых спектров ЭПР меди и марганца Евгением Константиновичем Завойским в 1944 г. на самодельном спектрометре данный метод нашел применение при исследовании:

- органических радикалов (в фотосистемах, пищевых продуктах [1, 2]);
- дефектов в твердых веществах (алмазах);
- возбужденных состояний (триплетных состояний, спиновой химии);
- ЭПР томографии (определении концентрации кислорода);
- спиновой метки (например, нитроксильной для биологических исследований);
- в области дозиметрии (в случае радиоактивного загрязнения) [3];
- спинового захвата (при изучении переходных состояний в биологии);
- переходных металлов и лантаноидов (в катализе, металлопротеинах);
- проводящих материалов (полупроводников, металлов).

Спектроскопия ЯМР, открытая через год после экспериментов Е.К. Завойского, и спектроскопия ЭПР основаны на одних и тех же фундаментальных принципах. Оба метода исследуют взаимодействие магнитных диполей с приложенным магнитным полем и электромагнитным излучением соответствующей длины волны. Основные сравнительные характеристики методов представлены в табл. 1.

Данные, приведенные в табл.1, наглядно показывают отличия методов ЯМР и ЭПР. Тогда как спектроскопия ЯМР рассматривает расщепление ядерных спиновых состояний в магнитном поле, метод ЭПР сфокусирован на расщеплении электронных спиновых состояний. Ядерный магнитный диполь возникает из комбинированного спина нейтронов и протонов ядра, тогда как электронный магнитный диполь обязан одному или нескольким неспаренным электронам. Большинство соединений имеют по крайней мере одно ЯМР-активное ядро (обычно протоны, $I \geq 1/2$), но не все молекулы являются ЭПР-активными, поскольку стабильные молекулы имеют замкнутую электронную оболочку. Действительно, ЭПР-спектроскопия часто имеет дело с одним неспаренным электроном ($S = 1/2$). Присутствие множества неспаренных электронов ($S > 1/2$) – обычное явление, например, для переходных металлов. Еще одно важное отличие методов ЭПР и ЯМР – частота электромагнитного излучения (микроволновая для ЭПР и радиоволновая для ЯМР). Спектроскопия ЭПР на три порядка более чувствительный метод, чем ЯМР спектроскопия, что отражается в намного меньшей напряженности магнитного поля; измерения проводятся с помощью электрических, а не сверхпроводящих магнитов. В наиболее распространенном варианте ЭПР «X-диапазона» используется микроволновая частота примерно равная $\sim 9,5$ ГГц, поле характеризуется величиной $\sim 0,3$ Тл. Предел чувствительности ЭПР составляет $\sim 10^{13}$ спинов, хотя это значение приблизительное, определяется шириной спектра ЭПР, спиновой системой (высокоспиновые состояния обычно требуют более высоких концентраций спинов) и экспериментальными условиями. Значительно меньшие времена релаксации метода ЭПР имеют два следствия: в

отличие от ЯМР образец часто приходится замораживать; ширина линий спектров ЭПР больше.

Таблица 1 – Сравнение методов ЭПР и ЯМР [4]

	ЯМР	ЭПР
Исследуемый спин	Ядерные спины, часто множество для молекулы	Электронные спины, часто только один для молекулы
Спиновое квантовое число	$I \geq 1/2$	$S \geq 1/2$
Магнитное квантовое число	$m_I = \pm 1/2, \pm 1, \pm 3/2, \dots$	$m_S = \pm 1/2, \pm 1, \pm 3/2, \dots$
Характеристичное свойство	Химический сдвиг	Значения g
Резонансная частота	МГц	ГГц
Чувствительность	Требуемая концентрация mM	Требуемая концентрация μM
Времена релаксации	$\sim\text{с}$	$\sim\text{мкс} (\mu\text{s})$
Ширина линии ($\sim 1/\text{время релаксации}$)	Гц	МГц
Разрешение по времени	$\sim\text{мс}$	$\sim\text{нс}$

Как отмечалось выше, для наблюдения спектра ЭПР необходимо присутствие хотя бы одного неспаренного электрона, что, на первый взгляд, ограничивает круг объектов исследования. Однако, это неверно, поскольку многие диамагнитные соединения могут быть помечены или циклически проходить через состояния, являющиеся парамагнитными. Такое возможно в окислительно-восстановительных процессах, при фотовозбуждении, а также при быстром замораживании-тушении.

Главным и очевидным преимуществом спектроскопии ЭПР является «невидение» многих спаренных электронов в молекуле. Следовательно, появляется возможность получить информацию конкретно о центре с неспаренным электроном/ами и его взаимодействии с окружением. Данные о структуре и динамике химических или биохимических процессов, предоставляемые спектроскопией ЭПР, в значительной степени зависят от выбора «правильных» параметров эксперимента и интерпретации, для чего требуется знание фундаментальных принципов метода ЭПР [5].

Методика проведения ЭПР-исследования включает:

- облучение образца (в режиме непрерывной волны или импульсном с варьированием температуры);
- измерение излучения от образца, находящегося в газовой, жидкой или твердой фазе;
- интерпретацию спектров;
- оценку магнитных взаимодействий, релаксаций;
- получение информации о структуре и порядке связывания, динамике процесса.

Стоит отдельно остановиться на различных видах магнитных взаимодействий, определяющих расстояние между энергетическими уровнями. Спиновый гамильтониан (H_0) позволяет рассчитать энергетические уровни спиновой системы [6]. Для системы с единственным электроном (или системы с множеством сильно связанных электронов с единым парамагнитным центром) и I ядерными спинами H_0 можно представить как сумму:

$$H_0 = H_{EZ} + H_{NZ} + H_{HF} + H_{NQ} + H_{NN} + H_{ZFS},$$

где H_{EZ} описывает электронные Зеемановские взаимодействия, H_{NZ} – ядерные Зеемановские взаимодействия, H_{HF} – сверхтонкие взаимодействия, H_{NQ} – ядерное квадрупольное взаимодействие, H_{NN} – ядерно-ядерные взаимодействия, H_{ZFS} – расщепления в нулевом поле. Необходимо отметить, что не все эти взаимодействия обязательно присутствуют в любой спиновой системе.

Если система состоит из нескольких невзаимодействующих парамагнитных центров, каждый центр характеризуется своим спиновым гамильтонианом. Для взаимодействующих парамагнитных центров (например, множества димеров или радикалов) необходимо вводить дополнительные слагаемые.

Электронное Зеемановское взаимодействие (H_{EZ}) – фундаментальное взаимодействие между неспаренным электроном(ами) и приложенным магнитным полем. Описывается g -фактором, аналогичным химическому сдвигу в спектрах ЯМР. Таким образом, величину g -фактора можно использовать как характеристику данных парамагнитных частиц. Поскольку неспаренный электрон обычно связан с молекулой, величина g для данного парамагнетика обычно не совпадает с g_e (значение g для свободного электрона 2.002319304386 – одна из самых точно известных физических констант) и определяется молекулярным окружением и спин-орбитальным взаимодействием (в соответствии с атомным номером). Для органических радикалов величина g невелика ($g \sim 2$), принимает максимальные значения в комплексах переходных металлов или лантаноидов. Как и химический сдвиг в спектроскопии ЯМР, значения g не зависят от рабочей частоты прибора. Отличительной особенностью g по сравнению с химическим сдвигом является то, что значения g обозначают внутреннее резонансное положение радикала в конкретном окружении, а не относительно эталона.

Метод ЭПР часто имеет дело с веществами в виде порошков или замороженными растворами. Тогда как в растворе молекулярное движение приводит к измерению усредненного значения g , в твердом состоянии g состоит из трех компонентов (g_1, g_2, g_3 или g_x, g_y, g_z), которые определяются ориентацией молекулы относительно приложенного магнитного поля. Эта анизотропия электронного Зеемановского взаимодействия определяет меру симметрии распределения электронов внутри парамагнитных частиц. Следовательно, в зависимости от симметрии электронного распределения, g может быть изотропным, аксиальным или ромбическим. Электронное Зеемановское взаимодействие зависит от приложенного магнитного поля, что позволяет разделить зависимые и независимые от поля взаимодействия.

Ядерное зеемановское взаимодействие (H_{NZ}) – взаимодействие между ядерным спином(ами) и приложенным магнитным полем, аналогично H_{EZ} . Необходимость учета этого слагаемого о является только при ЭПР исследовании в импульсном режиме.

Электронно-ядерные сверхтонкие взаимодействия (H_{HF}) – взаимодействия магнитных диполей неспаренных электронов с окружающими ядрами (обычно расположенными на расстоянии до 5 Å, например, ^1H , ^{13}C , ^{14}N , ^{31}P , ^{51}V , $^{63,65}\text{Cu}$). Это самый важный источник химической информации в ЭПР. Сверхтонкое взаимодействие складывается из изотропной и анизотропной частей. Изотропная часть (a_{iso}) характеризует взаимодействия, передающиеся по связям, и определяется вероятностью нахождения электронных спинов в положении ядра, то есть занимаемая орбиталь должна иметь некоторый s-характер. Изотропный вклад обычно

определяется для металлов и радикалов, в которых неспаренный спин номинально находится на р-орбиталях (π -радикалы, например анион/катион-радикал пентацена) или на d- или f-орбиталях (переходные металлы и лантаноиды). Таким образом, знание изотропной составляющей дает информацию о природе и пространственной протяженности орбитали, на которой находится неспаренный электрон.

Анизотропная часть – чистое взаимодействие магнитных диполей, которое усредняется в растворе и обнаруживается только в твердом состоянии. Эта составляющая зависит от ориентации и среднего расстояния между неспаренным электроном и магнитно-активным ядром. В твердых телах анизотропная составляющая может использоваться для получения пространственной информации.

Ядерное квадрупольное взаимодействие (H_{NQ}) дает информацию о связывании ядер с $I > \frac{1}{2}$, например, степень гибридизации sp, что позволяет различить между собой, например, амины и амиды. Это взаимодействие характерно только для ядерных спинов с $I > \frac{1}{2}$ (^2H , ^{14}N), которые обладают ядерным квадрупольным моментом. H_{NQ} обусловлено взаимодействием квадрупольного момента ядра с градиентом электрического поля, создаваемым асимметричным распределением электронной плотности. Ядерное квадрупольное взаимодействие проявляется в импульсных ЭПР спектрах, по которым можно определить константу ядерного квадрупольного взаимодействия K .

Ядерно-ядерное спиновое взаимодействие (H_{NN}) вносит незначительный вклад в ЭПР, учитывая его небольшую величину по сравнению с электронно-ядерными и электронно-электронными взаимодействиями.

Взаимодействие в нулевом поле (H_{ZFS}) может стать очень важным, когда присутствует множество сильно связанных неспаренных электронов (например, электроны одного и того же иона переходного металла). Электронно-электронное взаимодействие необходимо учитывать при наличии нескольких электронных спинов. Сильно связанные неспаренные электроны хорошо описываются «групповым спином», $S > \frac{1}{2}$. Дипольное взаимодействие и спин-орбитальное взаимодействие между такими сильно взаимодействующими электронами устраняет $(2S + 1)$ вырождение, ожидаемое в основном состоянии – это расщепление в нулевом поле, как следует из названия, присутствует даже в отсутствии магнитного поля.

В некоторых случаях есть необходимость учитывать взаимодействия между слабосвязанными электронами (находящимися на расстоянии 15 Å и более). Это диполь-дипольные (H_{DD}) и обменные (H_{EX}) взаимодействия. H_{DD} – пространственное взаимодействие, которое, подобно электронно-ядерному анизотропному сверхтонкому взаимодействию, зависит от расстояния между двумя спинами и их взаимной ориентации. Обменное взаимодействие дает информацию о типе связи, например, является вещество антиферромагнетиком или ферромагнетиком.

Помимо «статических» магнитных взаимодействий важное значение для ЭПР имеют процессы динамической релаксации:

– спин-решеточная или продольная релаксация (T_1) – характеризует переход спинов с верхнего энергетического уровня на нижний с избыточной энергией, рассеивающейся за счет тепловых колебаний решетки. Вырождение спиновых состояний в отсутствии внешнего магнитного поля свидетельствует о существовании механизма безызлучательной переориентации спинов путем передачи избыточной энергии другим степеням свободы системы;

– спин-спиновая или поперечная релаксация (T_2) – характеризует перераспределение энергии в ансамбле спинов и происходит без изменения энергии системы. Спины, не удовлетворяющие условию резонанса, не поглощают микроволновую энергию. Обмен энергией между спинами может происходить за счет диполь-дипольных и обменных взаимодействий, причем эти процессы быстрее поглощения резонансного излучения. То есть в перераспределении энергии участвуют как резонирующие, так и нерезонирующие спины.

В отсутствие релаксации приложение микроволнового излучения уравнивает заселенности нижнего и верхнего Зеемановских энергетических уровней, что приводит к отсутствию поглощения – эффекту полного насыщения; при этом сигнал ЭПР не наблюдается.

Слишком быстрая релаксация может привести к значительному уширению спектральных линий, что часто наблюдается при комнатной температуре для комплексов переходных металлов. Поскольку T_1 и T_2 увеличиваются с понижением температуры, такие «быстро релаксирующие» системы можно исследовать в криогенных условиях. Анализ времен релаксации и их зависимости от ориентации молекул в приложенном магнитном поле может дать ценную информацию о молекулярной и решеточной динамике, например, органических радикалов или комплексов переходных металлов.

Традиционным для спектроскопии ЭПР являются измерения в условиях непрерывной волны (continuous wave, CW). Импульсный режим необходим при детальном исследовании специфических взаимодействий (например, сверхтонких) и почти всегда требует криогенных условий.

Блок-схема спектрометра ЭПР включает источник излучения (клистрон), аттенюатор (регулятор мощности микроволнового излучения), циркулятор (делитель потоков излучения от источника и от резонатора), волновод, диафрагму (называемую в англоязычной литературе iris – ирис), предназначенную для максимального переноса энергии к резонатору (металлическая емкость с прямоугольной или цилиндрической полостью, в которую помещен образец; определяет чувствительность спектрометра за счет накопления энергии электромагнитных колебаний), детектор, усилитель. Для работы детектора в линейной области в конструкции прибора предусмотрена линия опорного сигнала. Способы повышения чувствительности ЭПР спектрометра описаны в работе [7, 8]. Подробный обзор резонаторов с однородным полем дан в работе Hyde [9].

Коммерчески доступные ЭПР спектрометры охватывают микроволновый диапазон от 1 до 263 ГГц (~0.3 Тл), что соответствует так называемому «X-диапазону». Эксперименты в Q-диапазоне (частота ~35 ГГц) также достаточно распространены. Названия частотных диапазонов в спектроскопии ЭПР сложились исторически и восходят к развитию радаров. Большое значение имеет агрегатное состояние образца, преимущественно исследуются жидкие и твердые образцы.

В CW-эксперименте образец облучается непрерывно монохроматическим микроволновым излучением низкой интенсивности. Спектры непрерывной развертки по полю обычно представляются как производные при применении метода амплитудной модуляции. Преимуществом метода является увеличение соотношения сигнал/шум, однако он имеет ограничения по спектральному и временному разрешению. Как и в случае ЯМР, спектры ЭПР CW значительно упрощаются при регистрации в растворе: все молекулы эквивалентны и испытывают одно и то же среднее взаимодействие с приложенным магнитным полем. В замороженном растворе ориентация каждой молекулы фиксируется относительно

приложенного поля и, следовательно, величина взаимодействий отличается. Спектр СВ замороженного раствора представляет собой «взвешенную» сумму всех возможных молекулярных ориентаций. Таким образом, все, кроме наиболее сильных электрон-ядерных взаимодействий (сверхтонких) маскируются относительно большой шириной линии.

В импульсном эксперименте ЭПР напряженность поля поддерживается постоянной, а образец облучается коротким (нс) высоко интенсивным СВЧ импульсом. Такой подход позволяет изолировать, обнаружить и измерить взаимодействия, которые влияют на форму спектра СВ. Важной особенностью является то, что импульсные последовательности могут быть разработаны для конкретного типа взаимодействия (т.е. конкретного члена спинового гамильтониана). Конкретные варианты импульсных последовательностей включают: эхo-детектирование с разверткой по полю, ENDOR (электрон-ядерный двойной резонанс), ESEEM (электронная спиновая огибающая эхо модуляция), HYSCORE (сверхтонкая подуровневая корреляционная спектроскопия), DEER (двойной электрон-электронный резонанс).

Интерпретация спектров ЭПР часто является наиболее трудоемкой частью эксперимента, поскольку требует моделирования (симуляции) спектра ЭПР. В настоящее время доступны программные пакеты: EasySpin (набор бесплатных программ для моделирования и аппроксимации СВ и импульсных спектров ЭПР) [7], WinEPR, XSophe (программное обеспечение, разработанное производителем ЭПР спектрометров, фирмой Bruker), Spinach – обучающий онлайн имитатор (<http://www.eprsimulator.org>), позволяющий пользователю проследить влияние различных параметров ЭПР на симулированные спектры в интерактивном режиме.

Значение g , являющееся аналогом химического сдвига ЯМР, является характеристичным и зависит от молекулярного окружения и основного электронного состояния. Однако, благодаря спин-орбитальным взаимодействиям значения g гораздо сложнее предсказать.

При разработке ЭПР анализаторов нового поколения задействуются последние достижения микроэлектроники, за счет чего достигается баланс технологических параметров, определяющих характеристики прибора в целом. Новое поколение ЭПР анализаторов отличается принципиально новым микроволновым модулем и полной автоматизацией процесса измерения и обработки данных.

Микроволновый модуль играет ключевую роль в радиоспектрометрии, устанавливая возможности прибора и такие характеристики, как: габариты, энергетические характеристики, надежность, чувствительность, разрешение и т.д. Современные микроволновые модули отличаются малым весом и габаритами, низким энергопотреблением, технологической эффективностью и приемлемой себестоимостью, сохраняя высокие метрологические показатели, благодаря использованию последних достижений в области микроволновых полупроводников.

Традиционно чувствительность ЭПР приборов можно повысить путем повышения Q-фактора (добротности) резонатора и увеличением мощности микроволнового генератора. Новое поколение анализаторов оснащено широкополосными резонаторами и генератором, и детектором с пониженным уровнем шума. Вместо обычного микроволнового детектора используется усилитель с низким уровнем шума (low-noise amplifier, LNA), построенный по супергетеродинной схеме. Помимо увеличения чувствительности прибора, благодаря

супервысокой частотной мощности в LNA появляется возможность изучения образцов с низкой концентрацией парамагнитных центров [8].

Библиография

1. Bruker [электронный ресурс] Режим доступа: свободный. URL: <https://www.bruker.com/products/mr/epr/epr-in-industry.html>
2. Drouza, C.; Spanou, S.; Keramidas, A. D. EPR Methods Applied on Food Analysis [электронный ресурс] Режим доступа: свободный. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79844>
3. Maier, D.; Schmalbein, D. A Dedicated Analyzer for Dosimetry / Applied Radiation and Isotopes / 1993. – Vol. 44. – Is. 1-2. – Pp. 345-350.
4. Roessler, M.M.; Salvadori E. Principles and applications of EPR spectroscopy in the chemical sciences / Chem. Soc. Rev. / 2018. – Vol. 47 – Pp. 2534–2553.
5. Khulbe, K.C.; Ismail, A.F.; Matsuura T. Electron Paramagnetic Resonance (EPR) Spectroscopy. From Membrane Characterization. – 2017. – Pp. 47–68. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63776-5.00003-6>
6. Зверев Д.Г., Ежевская М.А. Электронный парамагнитный резонанс: лабораторный практикум по атомной и ядерной физике. – Казань: КФУИФ, 2014. – 20 с. <https://kpfu.ru/docs/F1028888739/EPR.pdf>
7. Черкасов В.К. и др. Методы ЭПР и ЯМР в органической и элементоорганической химии. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород, 2010. – 54 с. www.lib.unn.ru/students/src/Cherkasov.pdf
8. Jadan, M. Compact EPR Analyzer / Acta Scientific Applied Physics / 2019. – Vol. 1. – Is. 1. Pp. 01–03.
9. Hyde, J.S.; Sidabras J.W.; Mett, R.R. Uniform Field Resonators for EPR Spectroscopy: A Review / Cell Biochemistry and Biophysics / 2018. – Vol. 77. – Pp. 1–12 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s12013-018-0845-6>

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.3/.4

МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ВАЛЕОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ШКОЛЫ- КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ)

Ахаев А.В., доктор педагогических наук, профессор, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности; академик Академии педагогических наук Казахстана; академик Международной Академии Конкорд Франция, член-корреспондент Российской Академии Естествознания; Президент Центрально-Азиатской Ассоциации Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности

Ахаева Н.В., доктор педагогических наук, профессор педагогики, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности; академик Академии педагогических наук Казахстана, член-корреспондент Российской Академии Естествознания; директор Валеологической специализированной школы-комплекса для одаренных детей

Стеблецова И.С., кандидат педагогических наук, член-корреспондент Академии педагогических наук Казахстана, профессор Российской Академии Естествознания; заместитель директора по учебно-воспитательной работе Валеологической специализированной школы-комплекса для одаренных детей, ira1969st@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована необходимость экологического образования личности с раннего возраста, обозначена роль педагога, осуществляющего данный процесс. Выявлена необходимость разработки методического обеспечения экологического образования. Освещен опыт работы КГУ «Валеологическая специализированная школа-комплекс для одаренных детей» управления образования Восточно-Казахстанской области по осуществлению экологического образования детей дошкольного и начального школьного возраста в соответствии с разработанным методическим пособием, включающим цикл занятий по формированию экологического мышления, экологической культуры, и технологические карты к ним, а также цикл видеозанятий.

Ключевые слова: экологическое образование, экологическое мышление, экологическая культура, междисциплинарный характер, экологические ценности, профессиональная компетентность педагога, методическое обеспечение, коллаборативная образовательная среда, инновационный проект, игровые технологии, экологические занятия, экологические видеовыпуски.

METHODOLOGICAL SUPPORT OF ENVIRONMENTAL EDUCATION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AND PRIMARY SCHOOL AGE (FROM THE EXPERIENCE OF THE VALEOLOGICAL SPECIALIZED SCHOOL- COMPLEX FOR GIFTED CHILDREN)

Akhaev A.V., Akhaeva N.V., Stebletsova I.S.

Annotation. The article substantiates the need for environmental education of the individual from an early age, identifies the role of the teacher who carries out this process. The necessity of developing methodological support for environmental education is revealed. The article highlights the experience of the KSU "Valeological Specialized School-complex for gifted children" of the Department of Education of the East Kazakhstan region in the implementation of environmental education for children of preschool and primary school age in accordance with the developed methodological manual, which includes a cycle of classes on the formation of environmental thinking, environmental culture, and technological maps for them, as well as a cycle of video sessions.

Keywords: environmental education, environmental thinking, environmental culture, interdisciplinary nature, environmental values, professional competence of the teacher, methodological support, collaborative educational environment, innovative project, game technologies, environmental classes, environmental video releases.

В последние годы внимание всего человечества привлекают проблемы экологии, так как с ними напрямую связаны вопросы устойчивого развития общества, здоровья людей и безопасности всей окружающей среды. Президентом Республики Казахстан К.-Ж.К. Токаевым отмечено, что проблемы экологии «становятся все более актуальными с общественной точки зрения» [1]. Их глобальность и необходимость решения требуют сформированности экологической ответственности и экологической культуры личности. В соответствии с этим одной из приоритетных задач становится экологическое образование – «непрерывный процесс воспитания, обучения, самообразования, накопления опыта и развития личности, направленный на формирование ценностных ориентаций, поведенческих норм и получение специальных знаний по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности, реализуемых в экологически грамотной деятельности» [2].

Экологическое образование является одним из ведущих социальных факторов обеспечения здоровья человека. Оно сосредоточивается на практических проблемах и носит междисциплинарный характер, способствуя осознанию личностью экологических ценностей.

Необходимо отметить, что экологическое мышление, формируемое в процессе экологического образования, входит в перечень soft skills - востребованных личностных навыков 21 века, так как оно «помогает понять связность мира, воспринимать свою деятельность в контексте всей экосистемы, поддерживать эволюционные процессы» [3]. Учитывая все это, непрерывную системную работу по развитию экологического мышления и экологической культуры личности необходимо осуществлять с раннего возраста.

Первые эмоциональные впечатления о природе, представления о разных формах жизни ребенок получает в дошкольном и начальном школьном возрасте. У него формируются первоосновы экологического мышления, сознания, закладываются начальные элементы экологической культуры. Но происходит это только при условии, если взрослые, воспитывающие ребенка, сами обладают экологической культурой: понимают общие для всех людей проблемы и беспокоятся по их поводу, показывают маленькому человеку прекрасный мир природы, помогают наладить взаимоотношения с ним.

С целью развития профессиональной компетентности педагогов, осуществляющих экологическое образование детей дошкольного и начального школьного возраста, а также оказания методической помощи в КГУ «Валеологическая специализированная школа-комплекс для одаренных детей» управления образования (далее – ВСШК ОД) разработано методическое пособие «Цикл экологических занятий «Путешествие Валеошки по стране

Эколандии»», включающее методические разработки и рекомендации по ведению занятий или уроков, направленных на формирование экологического мировоззрения, мышления и развитие экологической культуры личности.

Методическое пособие составлено с учетом возрастных и психофизиологических особенностей детей дошкольного и начального школьного возраста. В пособии предлагаются технологические карты по 15 темам: «Путешествие в страну Эколандию», «Дыши, любимый город», «Экологический транспорт на улицах нашего города», «Кому нужна вода?», «Сохраним богатство Земли», «Растения- живой организм», «Легкие планеты», «Солнце-источник Жизни», «На круглой планете», «Экологические тропы Восточного Казахстана», «Экологическое путешествие по реке Иртыш», «Экология жилища», «Почему исчезают животные?», «Заповедными тропами», «От чего зависит настроение? или Лесенка настроений».

Основным видом деятельности детей дошкольного и начального школьного возраста является игра. Она отвечает интересам ребенка и помогает в достижении определенного уровня развития мыслительных процессов, способности систематически нести умственную нагрузку, необходимую для осознанного усвоения знаний и умений. Педагогами ВСШК ОД развивающая деятельность в рамках экологического образования осуществляется с применением инновационных образовательных, в том числе, игровых технологий. В работе активно используются интеллектуально - развивающий комплект «Valeo», набор «Дары Ф. Фребеля», интеллектуально-творческая игра «Жипто», кинетический пластилин, развивающие игры серии «Мой Казахстан». Задача педагога - сделать занятия и уроки интересными, увлекательными и, в то же время, практико-ориентированными, понятными, опирающимися на уже приобретенные знания и умения детей. В методическом пособии «Цикл экологических занятий «Путешествие Валеошки по стране Эколандии»» даны рекомендации по использованию в образовательном процессе вышеперечисленных игровых комплектов, а также технологий и методик, на основе которых они созданы.

В соответствии с «Циклом экологических занятий» педагогами ВСШК ОД разработан и реализуется одноименный цикл детских экологических познавательных видеовыпусков. Их целью является формирование и развитие экологически сообразного поведения у детей дошкольного и младшего школьного возраста; формирование положительной мотивации, направленной на экологическое образование и самообразование; создание условий для включенности в ходе образования различных видов деятельности личности.

Задачи проекта:

1. Формирование знаний о закономерностях и взаимосвязях природных явлений, единстве неживой и живой природы, о взаимодействии и взаимозависимости природы, общества и человека.
2. Формирование осознанных представлений о нормах и правилах поведения в природе и привычек их соблюдения в своей жизнедеятельности.
3. Формирование экологически ценностных ориентации в деятельности детей.
4. Воспитание ответственного отношения к здоровью, природе, жизни.
5. Развитие способности формирования научных, эстетических, нравственных и правовых суждений по экологическим вопросам.

6. Развитие потребности в необходимости и возможности решения экологических проблем, ведения здорового образа жизни, стремления к активной практической деятельности по охране окружающей среды.

8. Развитие знаний и умений по оценке и прогнозированию состояния и охраны природного окружения.

Для качественной организации видеовыпусков «Путешествие Валеошки по стране Эколандии» и привлечения внимания как можно большего количества детей дошкольного и школьного возраста, а также их родителей сформирован профессиональный коллектив, включающий сценариста, режиссера-постановщика, оператора, специалистов по монтажу, свету, музыке. На базе школы-комплекса созданы две студии (для ведущего и для учащихся – участников видеовыпусков), подобраны фоновые и эскизные декорации.

Важно, что в качестве непосредственных участников видеовыпусков выступают не профессиональные артисты, а учащиеся ВСШК ОД. Данный прием использован организаторами проекта намеренно, так как это позволяет реализовать один из воспитательных аспектов: обычные дети, рассуждающие в свободное от учебы время о проблемах экологии, являются образцом для своих сверстников и ребят более старшего возраста, родителей.

Поднимаемые ребятами экологические проблемы весьма актуальны и междисциплинарны. Видеовыпуски, благодаря их содержательности, а также занимательности, игровой подаче, могут быть использованы как в учебном процессе, во внеклассной деятельности, так и родителями в ходе домашнего воспитания.

Особенность видеовыпусков «Путешествие Валеошки по стране Эколандии» заключается в использовании адекватно логике образовательного процесса и поставленным задачам инновационных игровых авторских образовательных методик и технологий (Valeo, Фребель, Balaboom, ЖИПТО).

Таким образом, разработанность методического обеспечения процесса экологического образования позволяет создать условия для профессионального развития педагогов, организовать коллаборативную образовательную среду, способствующую развитию экологического мышления и экологической культуры всех субъектов образовательного процесса.

Библиография

1. Токаев: Нам нужно в школах ввести предмет - экологическое образование детей [Электрон. ресурс]. URL: <https://time.kz/news/politics/2020/07/10/tokaev-nam-nuzhno-v-shkolah-vvesti-predmet-ekologicheskoe-obrazovanie-detej> (дата обращения: 30.03.2021).
2. Шахмарданов З.А. Экологическое образование, просвещение и воспитание населения // Известия ДГПУ. – 2008. - №3. – с. 91-98 [Электрон. ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-obrazovanie-prosveschenie-i-vospitanie-naseleniya> (дата обращения: 03.05.2021).
3. Навыки будущего: что нужно знать и уметь в XXI веке [Электрон. ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e728cbc9a79476476f6eb4e> (дата обращения: 03.05.2021).

УДК 007: 573.6

О ПОНЯТИИ И СТРУКТУРЕ НАУКИ «БИОНИКА»

Габиров Ф.Г., доктор технических наук, старший научный сотрудник., ведущий научный сотрудник Азербайджанского Научно-Исследовательского Института Строительства и Архитектуры. г. Баку. E-mail: farchad@yandex.ru

Габирова Л.Ф., магистр, инженер компании "HALLIBURTON", США, г. Хьюстон

Аннотация. Приведен ретроспективный анализ развития понятия и науки «бионика» отмечены практические аспекты бионики. Показана тесная связь бионики с кибернетикой. Авторы предложили достаточно компактное определение науки «бионика». Здесь отмечается биологические объекты изучаются не только отдельно, по и во взаимодействии между собой, с другими биологическими объектами и окружающей средой. Полученные новые знания используются для проектирования и создания новых технических решений.

Ключевые слова: предмет, бионика, наука, кибернетика, техническое решение, изобретение, растения, животные, механизм.

ABOUT THE CONCEPT AND STRUCTURE OF SCIENCE "BIONICS"

Gabibov F.G., Gabibova L.F.

Abstract. A retrospective analysis of the development of the concept and science of "bionics" is given, the practical aspects of bionics are noted.

A close connection between bionics and cybernetics is shown. The authors proposed a fairly compact definition of the science of "bionics".

It notes biological objects are studied not only separately, but also in interaction with each other, with other biological objects and the environment. The acquired new knowledge is used to design and create new technical solutions.

Keywords: subject, bionics, science, cybernetics, technical solution, invention, plants, animals, mechanism

Люди с первых дней подражают живой природе, учатся у нее, стараются перенять все, что можно обратить себе в пользу.

Слово «бионика» образовано от древнегреческого слова «бион», что означает-ячейка жизни, согласно А.И.Шоейнгаузу [1], бионика, подобно биологии, интересуется живой природой. Но цель у бионики совершенно иная. Эта наука неразрывно связана с практикой, с техникой и изучает живую природу специально для того, чтобы понять, в чем она совершеннее, умнее, экономичнее современной техники и, поняв, дать в руки инженеров новые знания, новые принципы и методы решения труднейших проблем, вставших ныне перед техникой. Вот почему бионика - и наука и техника одновременно. Один из инженеров дал такое определение бионик: «Бионика является искусством применения знаний о биологических системах и методах к решению инженерных задач.

Считается, что слово «бионика» предложил еще в 1958 году американский исследователь Д.Стил.

Впервые определение новой науки было дано на первом национальном симпозиуме по бионики, происходившим в 1960 году в США: «Бионика – искусство применять знание биологических процессов и методов к решению инженерных задач».

На этом симпозиуме приняли и официальную эмблему бионики: скальпель и паяльник, соединенные между собой знаком интеграла (скальпель - символ биологии и медицины, паяльник - символ техники, в частности радиоэлектроники, интеграл - символ математики и знак объединения этих трех отраслей знания).

Симпозиум выдвинул такой девиз бионики: «Живые прототипы - ключ к новой технике».

В США, в бывшем СССР и других странах, организационная работа и некоторые бионические исследования в прямом смысле слова начались за несколько лет до того, как родился сам термин «бионика».

7 октября 1952 года президент АН СССР академик А.Н.Несмеянов подписал распоряжение о создании при АН СССР специальной комиссии для рассмотрения предложений «о расширении биологических исследований с целью поставки конструкторских идей».

Академик П.Л.Капица как-то пошутил: «Бионику часто называют молодой наукой. Это неверно, ведь еще господь-бог занимался бионикой, создавая людей по образу и подобию своему».

В отличие от прежних исследователей живой природы, открытия, которые время от времени и лишь непреднамеренно приводили к техническим изобретениям, бионики всегда ставят перед собой цель - изучить живую природу для того, чтобы открывать новые технические принципы и на их основе создавать новые инженерные устройства. Бионик изучает живую природу не ради нее самой, а заранее задавшись определенной технической целью. Многие считают, что впервые «бионикой» стали заниматься в эпоху бурного расцвета Возрождения после средневекового застоя, когда такие гениальные умы, как Леонардо да Винчи, выявили аналогию между творением человека и природы показали, что имитация или использование моделей природы может дать технические преимущества. Как хорошо известно, что полет птиц или плавание рыб навели великого художника и изобретателя эпохи Возрождения на мысль о моделях первых планеров, парашютов и подводных лодок.

Хотя, в примитивном подходе принципы бионики использовались еще в античные времена, а может быть и раньше. Например, античные греческие биееры и римские триеры напоминали креветку. Во время осады крепостных систем на таранные бревна надевали металлические наконечники, напоминающие голову бодающегося барана.

Первым практическим аспектом бионики стало изготовление автоматических механизмов, имитировавших живые существа: людей, животных и растения. В этом направлении успешно работали Вокансон, Пьер Жаке-Дроз, Мелтнел и многие другие. Они изобрели механические конструкции со сложной, но ограниченной программой действия: фигурки играющего флейтиста, шахматиста, передвигающего фигуры, танцующей балерины, пишущего мальчика, пастуха, погоняющего овец, плавающей утки, курицы, клюющей зерна, цветка, раскрывающего лепестки при звоне колокольчика и т.д. В XVIII и даже в первой половине XIX века существовала мода на антропоморфные, зооморфные или фитоморфные механизмы.

Шаг вперед в бионике был сделан одновременно с процессом автоматизации, позволившим сделать переход от подражательных, чисто декоративных механизмов к подсказанным природой механизмам, которые могут эффективно работать в

промышленности. Они переносили модели из живой природы в область техники на основе аналогий.

Академик А.И.Берг дает более развернутое определение бионики: «Бионика изучает возможности применения биологических закономерностей в технике для повышения качества и расширения возможностей технических систем, машин и приборов».

Академик П.Г.Костюк считает, что «бионика» занимается использованием новейших сведений о природе жизненных процессов и механизмов различных функций организма для создания математических и физических моделей, воспроизводящих основные стороны этих процессов и функций и для последующего создания технических систем, использующих принципы деятельности живых организмов.

Профессор Л.Ф.Козлов (1985г.) считает, что под бионикой надо понимать науку о законах оптимального преобразования вещества, энергии и информации с помощью физического моделирования техническими средствами биологических процессов, происходящих в отдельных органах или во всем живом организме в целом [2].

Бионика в отличие от биоинженерии имеет целью, как считает известный ученый А.А.Ляпунов, перенос в технику некоторых животных и растительных моделей, следовательно, изучение структур и конструкций физических систем через аналогию со структурами и конструкциями природных систем.

Т.Оприш [3] считает, что бионика является одной из синтезированных наук. Она нуждается на взаимозависимости и творческом сотрудничестве двух, долгое время ошибочно считавшихся противоположными дисциплин: кибернетической инженерии, с одной стороны, биологии со всеми ее современными отраслями, с другой.

Громадный вклад в развитие бионических исследований в СССР, в частности в Украине, внес ученый и организатор науки академик В.М.Глушков. Его научный интерес к бионике, по-видимому, возник с разработкой теории синтеза цифровых автоматов и развития проблемы искусственного интеллекта.

Однако между техникой и природой нельзя провести абсолютную параллель, как и нельзя установить современные аналогии между организмами, созданными природой, и механизмами, изготовленными человеком. «Это побудило некоторых ученых отрицать автономность бионики, - пишет в работе «Бионика» (1970г.) исследователь И.Губерман. Они утверждают, что природа создала свои живые машины и аппараты с помощью особых материалов и путями, чуждыми человеческому мышлению. Следовательно, существует якобы только биология, которая приобретает новое качество благодаря вмешательству инженеров и математиков. Что же касается патентов, заимствованных от живых механизмов, то они могли быть переняты только после определенных подобных открытий, сделанных техникой совершенной независимо от биологии». И.Губерман приводит несколько примеров. Секрет радара летучих мышей, например, был распознан только тогда, когда был открыт и использован ультразвук. Инженер Крамер сначала сделал заявку на изобретение корпуса корабля с низким сопротивлением при плавании и только после этого заметил, что кожа дельфина действует по этому же принципу [4].

Указанные И.Губерманом факты, не противоречат основным принципам бионики. Естественно, в определенных случаях ученые и инженеры создают новые технические решения, которые на основе дополнительных исследований были выявлены как оригинальные свойства отдельных живых организмов. Выявление данных фактов повышают научно-

практическую ценность указанных изобретений и разработок. Здесь можно отметить исследование инженера Ф.Г.Габибова с соавторами, разработавших новые конструкции различных зданий и сооружений с использованием оригинальных механических свойств циклоидной фигуры в виде треугольника Рело. Было выявлено, что практически подобную структуру имеет и стебель папируса. Конструкторы современных крупных субмарин (подводных лодок) не удивляются, когда выявляется, что ихние «детища» напоминают крупных китов.

Так называемые «обратные исследования» еще больше повышают интерес и научно-исследовательским методам бионики.

В настоящее время для исследований по бионике привлекается комплекс научных дисциплин биологического, технического и физико-математического циклов. Бионика также связана с синтетическими науками, прежде всего с кибернетикой - наукой о закономерностях управления и связи в живых организмах, машинах и обществе [5].

В кибернетике установлено, что организм представляет собой высокоорганизованную самоуправляемую систему. Важнейшая особенность организма - наличие в нем линейных причинно - следственных зависимостей, что является необходимым условием осуществления принципов управления. В организме имеется биологическая информация, основным источником которой - внешняя среда. Задача управления состоит в том, что возможно эффективнее отвечать на изменения во внутренней и внешней среде организма. Это осуществляется в организме на основе обратных связей, таких причинных зависимостей, когда результат предыдущего действия воздействует на последующее течение процесса. Отсюда истекает целенаправленность процесса управления, достижение цели запрограммированного полезного эффекта.

Поскольку в технике занимаются получением передач, преобразованием и использованием веществ, энергии, информации, то в бионике можно различать вещественные, энергетические и информационные аспекты исследований. В настоящее время наибольшее развитие получили исследования информационных процессов, что непосредственно связано с интенсивными запросами и затратами в области радиоэлектроники, измерительной и компьютерной техники, систем автоматизированного управления.

Анализ показывает, что в живой природе имеется большой выбор образцов для бионического изучения и создания на основе моделирования объектов новой техники. К таким природным образцам относятся отдельные организмы, их чувствительные и управляющие органы, системы и средства связи, принципы и функции взаимодействия с внешней средой живой материи на разных уровнях. Разнообразными свойствами, достойными заимствования, обладают организмы и их элементы всех трех видов среды земной оболочки - воздушной, водной и твердой, причем не только животные, но и растения.

Изучение этих свойств представляет большой интерес, чем большим множеством взаимосвязанных объектов природы они приобретены в течение длительной эволюции и чем больше они оптимизировались.

Исследованным в бионике биологическим прототипам отвечают разнообразные по назначению и характеру использования новейшие объекты техники - от специальных датчиков, индикаторов, приборов и устройств до сложнейших машин и больших систем. Все это конкретно иллюстрирует материальное единство живой и неживой природы, которое, в

сущности, является методологическим основанием возникновения и интенсивного развития бионики.

Большинство актуальных вопросов бионики: это и нейтронные сети, и передача информации, и биомеханика, и искусственный интеллект.

Прогрессу бионики способствовали и успехи в развитии средств связи, когда электроника и кибернетика были внедрены во все средства передачи и информации. Таким образом, стало возможным осуществить и оптимизировать автоматическую передачу большого количества информации, связанной с живым организмом, созданному по аналогии с ним механизму в технике.

Начало взаимодействию биологических и технических дисциплин положила родившаяся в середине XX века кибернетика - наука, изучающая процессы передачи и преобразования информации в технических устройствах, в живой природе, в обществе, т.е. наука о процессах управления.

Рассматривая живые организмы как сложные динамические системы, установив принципиальную аналогию в построении и функционировании живых и технических систем, выработав единый подход к изучению процессов управления и организации в мире животных и машин, кибернетика первая перебрала мост от биологии к технике. Благодаря такому взаимодействию, когда идеи методы одних наук вторгаются в область традиционных исследований других, биологические и технические дисциплины дали жизнь научному направлению, названному бионика.

Хотя у бионики много общего с кибернетикой, нельзя не согласиться с известным американским ученым Уорреном Мак-Каллоком, высказавшим мнение, что бионику «никоим образом нельзя отождествлять с кибернетикой или считать частью этой науки. В сущности, бионика - область гораздо более широкая».

Кибернетика перекрещивается с бионикой, когда она занимается изучением вопросов, непосредственно связанных с процессами управления и связи, т.е. исследует механизмы восприятия, переработки и передачи информации в живых организмах. Однако круг интересов самой бионики в живой природе этим далеко не исчерпывается, он гораздо шире. Бионика проявляет интерес к самым разнообразным механизмам, устройствам, структурам, процессам жизнедеятельности организмов: изучает способы ориентации животных, их навигационные способности, исследует вопросы микроминиатюризации, надежности (принципы регенерации, функциональной взаимозаменяемости отдельных органов) в живых системах, архитектуру растений, механику передвижения животных, сложные быстротекущие химические реакции в живых клетках (например, фотосинтез, синтез белков).

Бионика проявляет живой интерес по всему, что может быть названо «техникой живой природы», что может быть полезно человеку для создания новой искусственной живой природы. Она связана теснейшим образом с множеством отраслей техники и прикладных наук: самолетостроением, космонавтикой, судостроением, радиоэлектроникой, инструментальной метеорологией, машиностроением, геологией, архитектурой и строительной наукой, сейсмологией, медициной, технологией химических производств и другими.

Объединяя и взаимно обогащая изолированные ранее друг от друга биологические и технические науки, бионика стремится на основе современных математических, физических,

физико-химических и химических методов исследования биологических систем найти в живой природе решения сложных технических проблем.

Подходя к решению той или иной технической проблемы, моделируя ту или иную структуру, функцию живого организма, биохимический процесс, бионик всегда должен спросить себя: а не окажется ли то, что было на одном из этапов эволюции благотворно для живых систем, полезным и для аналогичных искусственных систем? Только при таком подходе творчество бионика может быть плодотворным и служить техническому прогрессу.

Наиболее обширное определение бионики приводится И.Б.Литинецким. Бионика - это наука, изучающая принципы организации и функционирования биологических систем на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном, ценозном уровнях, исследующая процессы преобразования энергии и информации, переработки веществ в живых организмах, экосистемах с целью применения полученных знаний для коренного усовершенствования существующих и создания принципиально новых машин, приборов, механизмов, строительных конструкций, экономических источников энергии, технологических процессов, эффективных энергетических комплексов и химических производств. Ее можно также назвать наукой о системах, которые являются аналогами биологических систем или которым присущи некоторые специфические характеристики живых организмов, или наукой об оригинальных технических системах и технологических процессах, созданных человеком на основе идей, найденных и заимствованных у природы [6,7] .

Авторы предлагают более компактное определение бионики. Бионика -это, основанная на принципах прямых, косвенных и приближенных аналогий, наука, изучающая на микро-, микро- и системных условиях биологические объекты (растения и животные, включая человека) отдельно или их скопления, в статическом или динамическом состоянии, функционирующие сами по себе, а также взаимодействующие между собой , с другими биологическими объектами и окружающей средой, научно-исследовательскими методами физики, химии, биологии, биофизики биохимии, физико-химии, информатики, управления и прикладной математики, позволяющими получить и использовать новые научно-технические знания для проектирования и практического осуществления новых технических решений (машин, устройств, способов, технологий и технических систем), эффективно реализующих полезные признаки и свойства, заимствованные у живой природы.

Библиография

1. Штейнгауз А.И. Инженер и природа, или что такое бионика. М.: «Детская литература», 1968, 286 с.
2. Козлов Л.Ф. Очерки по гидробионике. Киев: «Наукова думка», 1985, 112 с.
3. Оприш Т. Занимательная бионика. Бухарест: Издательство «Альбатрос», 1986, 163 с.
4. Губерман И.М. Третий триумvirат. М.: «Детская литература», 1974, 271 с.
5. Першин С.В. Основы гидробионшен. Ленинград: «Судостроение», 1988, 264с.
6. Литинецкий И.Б. Беседы о бионике. М.:Наука, 1968, 592с.
7. Литинецкий И.Б. Бионика. М.: «Просвещение», 1976, 336с.

Учредитель и издатель журнала:

Международная академия наук экологии безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)

Издательство «БЕЗОПАСНОСТЬ»

Адрес редакции:

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

тел./факс: (812) 670-93-76, e-mail: vestnik_maneb@mail.ru.

Технический редактор Н.Г. Занько

Отпечатано в цифровой типографии ИП Павлушкина В.Н.

Санкт-Петербург, Греческий проспект, 25

Свидетельство о регистрации 78 № 006844118 от 06.06.2008

Сдано в набор 01.08.2021. Подписано в печать 04.08.2021

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»

Формат обрезной 205х290. Усл.изд.л.-8,350. Усл.печ.л.-7,810

Заказ 33/14. Тираж 500 экз.

Цена договорная