

# ВЕСТНИК

МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ И  
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Том 24

2019

№ 4



Санкт-Петербург

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

Теоретический и научно-практический журнал

Том 24, № 4

2019г.

Журнал основан в 1995 году

**Главный редактор:** доктор технических наук, профессор **Родин Геннадий Александрович**  
**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 Исафил оглы** – доктор химических наук, профессор, член-корреспондент НАН Азербайджана

**Паля Януш Янович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Польша)

**Пенджиев Ахмет Мырадович** – кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Туркмения)

**Петров Сергей Афанасьевич** – доктор технических наук, профессор

**Петров Сергей Викторович** – кандидат юридических наук, профессор

**Чердабаев Магауя Тажигараевич** – доктор экономических наук, профессор (Казахстан)

**Редакционная коллегия:**

**Баранова Надежда Сергеевна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Бардышев Олег Андреевич** – доктор технических наук, профессор

**Воробьев Дмитрий Вениаминович** – доктор медицинских наук, профессор

**Габиров Фахрадин 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

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.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](mailto:vestnik_maneb@mail.ru)

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b> .....	4
Петров В.А. Иванов А.О. Безкишский Э.Н., Тягнерев А.Т. Возможные перспективы применения инновационных систем идентификации и контроля функционального состояния людей, терпящих бедствие на море.....	4
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	11
Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Гриднев Е.А., Мадаева М.З., Алборов С.Т. Алборова Д.И. Природному потенциалу гор Кавказа – эффективное природопользование .....	11
Мукаев Е.Г., Чурилов А.Е., Сучкова А.Я., Горбунова А.В. Решение экологических проблем при утилизации ванадийсодержащих отходов .....	15
Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Губиева А.Г., Мхчиев З.Г., Кошкарова О.М. Габараев С.В. Формы развития негативного воздействия на природную среду в зоне добычи и переработки полезных ископаемых Центрального Кавказа .....	19
Алборов И.Д., Гриднев Е.А., Мамедов М.М., Хант-Магомедов Р.М. К вопросу защиты селитебной зоны города Владикавказа от загрязнения тяжелыми металлами .....	25
Дзодзикова М. Э., Цгоева Л. М. Загрязненность солями тяжелых металлов окрестностей селения Унал в Северной Осетии .....	30
<b>ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	37
Мустафаев И.И., Ахундов Р.Г. Коксование углеродистых материалов под воздействием ионизирующего излучения.....	37
Родин Г.А., Петров В.А., Петухов К.А. Оценка химической безопасности противообледенительных жидкостей, используемых для обработки самолетов .....	44
Зайцева В.В., Михайленко В.С. Из истории термокондуктометрии как метода газового анализа.....	59
<b>ОБРАЗОВАНИЕ</b> .....	69
Габуева З.З., Кантеева Л.А., Туганова Л.Э. Нравственно-патриотическое воспитание детей дошкольного возраста, как основа формирования экологического мышления ....	69
Халидов А.И. Угрозы для русского языка – мнимые и явные.....	75
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b> .....	81
Редакционная политика журнала Вестник МАНЭБ» .....	81

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 616-001.36

### ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЮДЕЙ, ТЕРПЯЩИХ БЕДСТВИЕ НА МОРЕ

**Петров В.А.**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, академик МАНЭБ, ведущий специалист АО «НПО «Прибор», Санкт-Петербург, e-mail: [vas3188@yandex.ru](mailto:vas3188@yandex.ru).

**Иванов А.О.**, доктор медицинских наук, профессор, академик МАНЭБ, ведущий научный сотрудник НИИ спасания и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, e-mail: [ivanoff65@mail.ru](mailto:ivanoff65@mail.ru).

**Безкишкий Э.Н.**, кандидат медицинских наук, доцент, член-корреспондент МАНЭБ, начальник медицинской службы ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, e-mail: [bez1970@mail.ru](mailto:bez1970@mail.ru)

**Тягнерев А.Т.**, кандидат медицинских наук, член-корреспондент МАНЭБ, Отдел государственной приемки кораблей ВМФ.

**Аннотация:** Цель – разработка перспективных технологий и систем идентификации и контроля функционального состояния людей, терпящих бедствие на море. Задачи – характеристика современного состояния проблемы поиска людей при морских катастрофах; обоснование перспективных технологий идентификации и дистанционной экспресс-оценки функционального состояния лиц, терпящих бедствие на море. Предлагается в индивидуальные спасательные костюмы включить систему персонального контроля физиологического состояния человека, объединенную с системой его идентификации. Предлагаемая система контроля состояния терпящего бедствия работает по принципу полиграммы: регистрации и автоматизированного анализа нескольких наиболее информативных и легко определяемых физиологических критериев. Внедрение предлагаемой системы позволит существенно повысить безопасность судоходства, что особенно актуально при плаваниях в сложных условиях.

**Ключевые слова:** идентификация и контроль состояния пострадавших, морские катастрофы, особые условия судоходства

## POSSIBLE PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF INNOVATIVE SYSTEMS FOR IDENTIFICATION AND FUNCTIONAL STATE CONTROL OF THE OF PEOPLE IN DISTRESS AT SEA

**Petrov V.A., Ivanov A.O., Bezkishkiy E.N., Tyagnerev A.T.**

**Abstract.** The aim is to develop advanced technologies and systems for identification and the functional state control of people in distress at sea. Tasks -characteristics of the current state of the problem of search for people in marine disasters; justification of promising technologies for identification and remote rapid assessment of the functional state of persons in distress at sea. It is proposed to include in individual rescue suits a system of personal physiological state control of person, combined with a system of his identification. The proposed system of monitoring the state of suffering disaster works on the principle of PolyGram: registration and automated analysis of several most informative and easily determined physiological criteria. The introduction of the proposed system will significantly improve the safety of navigation; it is especially important when sailing in difficult conditions.

**Keywords:** identification and control of the victims ' condition, marine disasters, special conditions of navigation.

В настоящее время действует ряд международных соглашений и правил по организации и проведению спасания терпящих бедствие на море [1-4]. Тем не менее не удалось существенно продвинуться в эффективности спасания и резкого уменьшения числа погибших при кораблекрушениях [5].

В последние годы в России и в мире уделяется большое внимание вопросам совершенствования организации проведения спасательных работ, координации взаимодействия служб морских государств. Были проведены совместные спасательные операции, построены новые спасательные суда и созданы новые средства поиска и спасания.

Тем не менее, задачи поиска и спасания терпящих бедствие экипажей кораблей, подводных лодок, экипажей и пассажиров круизных судов, летательных аппаратов, потерпевших аварию над акваториями, с учетом развития Севморпути и дальней морской зоны судоходства, остаются актуальными и требуют решения в кратчайшие сроки с применением современных технических средств и технологий [6].

Одним из важнейших аспектов эффективного спасания является оперативность обнаружения и спасения, терпящих бедствие, а также оказание им целевой медицинской помощи.

В условиях ограниченности сил и средств спасания в начале спасательной операции и отсутствия на месте операции квалифицированных медицинских специалистов, важнейшим аспектом является оснащённость роботизированными средствами поиска и спасания, а также интеллектуальными средствами анализа обстановки и выработки сценария операции спасания.

В значительной степени оперативность спасательных действий зависит от правильного распознавания местоположения и текущего физиологического состояния организма человека, находящегося в воде [7].

Для определения местоположения в настоящее время рядом фирм разработаны и выпускаются радиомаяки, которые являются радиопередатчиками различных конструкций и принципов.

Внешний вид маяков и средств контроля параметров приведён на рис. 1. К недостаткам всех средств позиционирования и сигнализации можно отнести относительно малое время их непрерывной работы и относительно большие размеры, но в ближайшей перспективе эти недостатки с высокой вероятностью будут устранены.



Рисунок 1. Средства сигнализации и позиционирования

С идентификацией текущего функционального состояния человека, терпящего бедствие, дело обстоит сложнее. Не вызывает сомнений, что общая экспресс-оценка функционального состояния важна для построения оптимального сценария спасания, обеспечивающего в условиях дефицита времени и средств первоочередное спасение людей, находящихся в тяжёлом и критическом состоянии, и, далее, остальных живых. В настоящее время основную оценку ситуации на акватории района бедствия выполняет человек путём получения данных непосредственного наблюдения или через средства БПЛА и судит о состоянии терпящих бедствие по их активным действиям, что не обеспечивает формирование объективной картины.

Повышению эффективности спасания и разработке эффективных сценариев, особенно при использовании перспективных роботизированных комплексов, будет способствовать применение объективных инновационных средств персонального контроля физиологического состояния терпящих бедствие (СПК ФС), которые могут быть применены следующим образом:

- выданы каждому члену экипажа и пассажирам перед плаванием;
- быть вмонтированными в спасательные костюмы или жилеты;
- одновременно использованы оба варианта.

Суть предлагаемого способа экспресс-оценки функционального состояния заключается в регистрации (в режиме реального времени) и передачи информации на локальный блок обработки (находящийся у спасаемого) физиологических параметров организма, включающих наиболее информативные, надежные и легко измеряемые показатели: частота пульса и его вариабельность, частота дыхания, локальная температура кожи, тепловой поток, сатурация крови кислородом, локомоция. На основании этих показателей будет рассчитываться интегральный показатель состояния (жизнеспособности) [8].

Расчёт текущего интегрального показателя функционального состояния (ИПФС) людей, терпящих бедствие, должен производиться на месте в локальном блоке и отображаться цветным сигналом светодиода, установленного на спасательном костюме, а также передаваться по радиоканалу на стандартную базовую станцию (рис. 2).

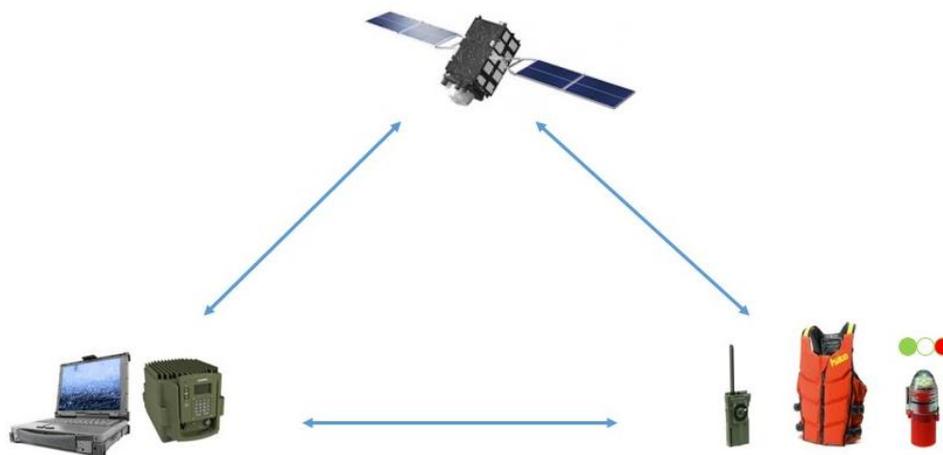


Рисунок 2. Общая схема системы средств персонального контроля физиологического состояния терпящих бедствие

Для классификации текущего состояния человека, терпящего бедствие, по результатам расчёта ИПФС, получаемые в режиме реального времени данные, должны сопоставляться со среднестатистическими данными, откорректированными персонально в случае регистрации исходных параметров функционального состояния до начала плавания.

Расчет ИПФС осуществляется методом множественного регрессионного анализа, где ИПФС выступает в качестве зависимой переменной, а контролируемые физиологические показатели - независимых (регулируемых) переменных. При этом число анализируемых параметров может варьироваться в зависимости от технических

возможностей датчиков. Общий вид уравнения множественной регрессии можно представить следующим образом:

$$\text{ИПФС (y.e.)} = A \pm k_1 \cdot \Delta\Pi_1 \pm k_2 \cdot \Delta\Pi_2 \pm \dots \pm k_n \cdot \Delta\Pi_n,$$

где:  $A$  – свободный член уравнения;

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$  – регистрируемые физиологические параметры функционального состояния (общим числом  $n$ );

$\Delta\Pi_1, \Delta\Pi_2, \dots, \Delta\Pi_n$  – абсолютные изменения текущих измеренных значений параметров по сравнению с их исходным или среднестатистическим уровнем;

$k_1, k_2, \dots, k_n$  – коэффициенты регрессии соответствующих показателей, отражающие степень «вклада» параметра в ИПФС.

При классификации функционального состояния на нормальное, допустимое, терминальное и смерть, их идентификации с помощью предлагаемой технологии в совокупности с позиционированием терпящих бедствие, возможно существенное повышение эффективности спасания, а также внедрение роботизированных систем поиска и спасения на море.

В табл. 1 представлены методы контроля физиологического состояния человека, предлагаемые для реализации СПК ФС, освоенные промышленностью и поддающиеся микроминиатюризации для целевого применения.

Таблица 1 – Методы контроля физиологического состояния человека, предлагаемые для создания системы СПК ФС

Тип датчика	Тип физического применения					
	Механический	Акустический	Оптический	Температурный	Химический	Энтропийный
Пьезоэлектрический	АД, Л, ВЧ	ФКГ				
Термоэлектрический	ПГ			Т, ТП		S
Индукционный	БКГ	ФКГ			Л	
Фотоэлектрический	СК		ОГГ			
Емкостной	ФКГ				АД	
Полупроводниковый	АД			Т, ТП	В	S

Примечание: АД – артериальное давление крови; СК – сатурация крови кислородом; БКГ – баллистокордиограмма; ЧД – частота дыхания, ФКГ – фонокардиограмма; ВЧ – частота и варибельность пульса; ПГ – пневнограмма, S – производство энтропии, Т – температура тела; ТП – тепловой поток; Л – степень локомоции; ОГГ – оксигеомография.

Основные проблемы, в реализации предложенной технологии и создании эффективных средств контроля СПК ФС, заключаются в обеспечении сохранения параметров контроля при воздействии внешних факторов в широком диапазоне значений; холодная и теплая вода различной солёности, обеспечение геометрии контроля, прилегания датчиков, устойчивость к механическим воздействиям и др.; обеспечения электрического питания на период не менее 24 часов, обеспечения надёжной связи датчиков и локального блока обработки информации.

Реализация предложенной технологии позволит не только повысить эффективность существующих средств и методов спасания, но и приступить к разработке и внедрению роботизированных спасательных комплексов, обеспечивающих:

- автоматическую интеллектуальную оценку физиологического состояния терпящих бедствие;
- автоматическую интеллектуальную оценку обстановки в целом;
- автоматическое построение стратегии и сценария спасания;
- согласования сценария с ЛПП;
- развертывание средств спасания;
- поиск и подъём на робот- спасатель и размещение терпящих бедствие в модулях–контейнерах;
- автоматическая идентификация физиологического состояния поднятых на борт спасателя людей;
- выработка сценария для оказания первой помощи;
- оказание первой помощи путём применения специальных медикаментозных средств и способов реанимации;
- эвакуацию на берег или спасательное судно;
- поддержание жизнеспособности во время эвакуации.

Внедрение предлагаемой технологии идентификации и экспресс-оценки функционального состояния людей, терпящих бедствие на море, позволит существенно повысить безопасность судоходства, что особенно актуально при плаваниях в сложных условиях, в частности, в Арктических морях.

### **Библиография**

1. Международная конвенция по поиску и спасению на море (1979 г., Гамбург), Конвенция ООН по морскому праву 1982 г.,
2. Международная конвенция по унификации правил оказания помощи и спасения на море,
3. Руководство для торговых судов по поиску и спасению 1978 г.,
4. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, СОЛАС-74/78
5. Закревский Ю. Н. Матвеев Р. П. Современные проблемы организации поиска, спасения и оказания помощи пострадавшим в морских катастрофах: обзор

литературы. – Североморск-Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2011. - 24 с.

6. Илюхин В.Н. О совершенствовании системы поиска и спасания в Арктике // Транспорт Российской Федерации. – 2018. - №2 (75).
7. Коровин А.Г. Предполагаемые направления развития системы поиска и спасания в море // Транспортное дело России. – 2011. - вып.12. – С. 215-222.
8. Патент РФ № RU 2 655 186 С2, МПК А61В 5/00, А61В 5/01, А61В 5/0205, А61В 5/021, А61В 5/024, А61В 5/103. Способ контроля функционального состояния человека в экстремальных условиях деятельности / В.А. Петров, А.О. Иванов и [др.], заявитель и патентообладатель АО «АСМ»; заявл. №2016118652, 2016.05.13.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 622.014.3

### ПРИРОДНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ГОР КАВКАЗА – ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

**Алборов И.Д.**, доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ, заведующий кафедрой, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru; **Тедеева Ф.Г.**, кандидат технических наук, профессор кафедры e-mail: ekoskgmi@rambler.ru; **Гриднев Е.А.**, кандидат технических наук, доцент кафедры e-mail: gridnev-1@list.ru; **Мадаева М.З.**, аспирант кафедры, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru; **Алборов С.Т.**, магистрант кафедры, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru; **Алборова Д.И.**, магистрант кафедры, e-mail: ekoskgmi@rambler.ru. Кафедра экологии и техносферной безопасности Северо-Кавказского горно-металлургического института (Государственного технологического университета) СК ГМИ (ГТУ), РСО-Алания, г. Владикавказ.

**Аннотация.** Многофакторный характер хозяйственного использования горных экосистем зависит от географии, направления и продолжительности деятельности, формы и интенсивности развития техногенного освоения территории. В то же время, горные территории являются кладовыми природных ресурсов, которые могут в значительной степени, обеспечить современные потребности человечества. Однако для этого необходимо создание определенных условий для экологически безопасного и экономически целесообразного освоения этих ресурсов. В том числе, более четкое распределение прав и обязанностей между различными уровнями государственной власти и местного самоуправления, для эффективного развития инфраструктуры горных территорий, с приоритетным использованием альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова:** горные территории, устойчивое развитие, природные ресурсы, экологическая безопасность, экономическая целесообразность, альтернативные источники энергии.

### NATURAL POTENTIAL OF THE MOUNTAINS OF THE CAUCASUS – EFFICIENT USE OF NATURAL RESOURCES

**Alborov I.D., Tedeev, F.G., Gridnev, E.A., Z.M. Madaeva, Alborov, S.T., Alborova I.D.**

**Abstract.** The multifactorial nature of economic use of mountain ecosystems depends on the geography, direction and duration of activity, form and intensity of development of technogenic development of the territory. At the same time, mountain territories are storehouses of natural resources that can largely meet the modern needs of mankind. However, this requires the creation of certain conditions for the environmentally safe and economically viable development of these resources. In particular, a clearer distribution of rights and responsibilities between different levels of government and local self-government, for the effective development of infrastructure in mountain areas, with priority use of alternative energy sources.

**Key words:** mountain territories, sustainable development, natural resources, environmental safety, economic feasibility, alternative energy sources.

Горным ландшафтам отводится особая роль в развитии и становлении современного человеческого общества. В итоговую Декларацию Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) включена отдельная глава, посвященная рациональному использованию уязвимых экосистем и устойчивому развитию горных районов (глава 13).

Впервые на столь высоком международном уровне были обозначены проблемы горных территорий и возможные пути их решения. Такое внимание участников, столь авторитетного международного экологического форум, к горным регионам свидетельствует о высокой значимости горных территорий для удовлетворения все возрастающих потребностей, обеспечивающих жизнь и деятельность населения. При этом подчеркивалась неразрывная связь благополучия жителей равнинных территорий с устойчивым развитием горных территорий, которые являются донором многих природных ресурсов, необходимых для жизни.

Хозяйственное использование горных экосистем имеет многофакторный характер по воздействию на основные компоненты природной среды и зависит от географических особенностей, направления и продолжительности деятельности, формы и интенсивности развития техногенного освоения территории.

Горы имеют действительно решающее значение для достижения устойчивого развития не только потому, что они занимают около пятой части суши Земли и непосредственно обеспечивают средства к существованию примерно десятой части ее населения. Горы поставляют не только необходимые ресурсы (включая, например, половину мировых запасов пресных вод), обеспечивающие жизнеспособность экосистемы Земли, но также, при неправильном управлении этими ресурсами, потенциально могут оказать опустошающее воздействие на низменности [1].

Обеспечение природного равновесия стало ключевой проблемой устойчивого развития современного общества. Приоритетной задачей общечеловеческого развития на планете Земля становится создание технологий, адаптированных к природе, или же копирующих природные алгоритмы, на всех этапах получения товарной продукции, создаваемой для удовлетворения потребностей населения. Успешное решение этой проблемы связано с проработкой конкретных вопросов в различных секторах экономики, равно, как и надзора за их исполнением: в недропользовании, в жилищно-коммунальном хозяйстве, в развитии туристической и рекреационной индустрии; в системном контроле качества компонентов природной среды в непрерывном режиме, с наглядной индикацией измеряемых параметров.

Сохранению хрупких горных экосистем в Российской Федерации всегда уделялось исключительное внимание. В сложившихся геополитических условиях следует отметить еще одну специфическую черту горных экосистем - их пограничное положение в южных районах России. Это ставит весьма важный вопрос: Какую роль они будут играть в межгосударственном сотрудничестве, в том числе, при наличии труднопреодолимых барьеров, или же в случае территориальной, экономической и культурной кооперации мирового сообщества?

В последнее время, в силу изменения общей политической и социально-экономической обстановки в России, интерес к вопросам регионального развития и потребность в формировании стратегии устойчивого развития резко возрастает. Безусловный лидер по вопросам развития горных районов России – Республика Северная Осетия-Алания, которая в 1998 году приняла специальный Закон о горных территориях. Для России и стран СНГ это первый и единственный пример разработки национальной программы развития горных районов, базирующийся на правовых законодательных принципах.

Одним из важнейших частей устойчивого развития жизни на Земле является гармонизация отношений между властью и гражданским обществом, создание такой системы управления, в которой граждане не устранились бы государством от принятия хозяйственных решений, затрагивающих интересы обеих сторон, а имели возможность взаимного диалога, для того, чтобы находить способы взаимной увязки интересов. Основа такой гармонии – правильное разделение полномочий между федеральной, региональной властью, местными органами самоуправления и общественностью. Федеральная власть должна делегировать регионам и местному самоуправлению, а, следовательно, общественности, большинство функций, не соответствующих уровню федеральной ответственности, сосредоточившись на таких приоритетах федеральной ответственности, как внутренняя и военная безопасность, международное сотрудничество и представительство интересов Российской Федерации в мировом сообществе. Участие общественности в выработке решений, гласность и широкое информирование населения о принятых решениях призваны минимизировать нарушения требований действующего законодательства в вопросах управления, так как это угрожает как федеральным интересам, так и национальным интересам республик.

Для того чтобы общественные организации меньше зависели от международных или корпоративных спонсоров, государственная власть должна способствовать созданию правовых и экономических условий для развития гражданского общества, содействуя развитию среднего и малого предпринимательства, как основы гражданского общества в любой социальной системе.

В стратегии развития мирового сообщества приоритетное внимание уделяется горным экологическим системам. В них сосредоточены огромные богатства в виде наземных и подземных кладовых, при грамотном использовании которых, эти территории могут стать наиболее привлекательными и востребованными по всем современным показателям благополучия качества жизни на планете Земля [2].

Что касается целебных свойств горного воздуха, и связанного с ним лечебно-оздоровительного потенциала, этих слабо возмущенных ландшафтов, то многие формы их целебности, включая духовную составляющую и энергетику, по настоящее время, еще не до конца известны, в то время, как притягательная сила и стремление оказаться в объятиях трехмерных ландшафтов человеческой популяции лавинообразно нарастает. Отсутствие четко выраженной стратегии использования такого природного ресурса и прогнозной оценки его многопланового применения для благосостояния человека по настоящее время не позволяет выработать стратегию использования этого уникального природного дара во благо сегодняшних и будущих поколений людей [3].

Это идея и послужила основанием для специально уполномоченных на то государственных органов в области охраны природы и научной общественности региона обратить внимание международного научного сообщества на эти вопросы, и привлечь мировой опыт и теоретические наработки к решению насущных проблем горных территорий Кавказа. Именно это подвигло к проведению Международной конференции по устойчивому развитию горных территорий в г. Владикавказ Республики Северная Осетия-Алания для обмена мнениями по наиболее актуальным вопросам, социально-экономического развития горных регионов и защиты горных экосистем Кавказа.

Делегаты конференции констатировали, что проблемы горных территорий являются специфическими, многосложными и нуждаются в непрерывном научно-техническом сопровождении, на основе государственной поддержки или же на основе частного и государственного партнерства. В этой связи, участниками Конференции единодушно было принято решение о регулярном проведении Международной конференции по устойчивому развитию горных территорий в г. Владикавказе - столице Республики Северная Осетия-Алания, с периодичностью один раз в два года. Такое решение базировалось на факте значительной уязвимости эколого-ресурсного потенциала горных экосистем, а также высоких темпов исчезновения многих биологических видов животных и растений, что явно угрожает сохранению биоразнообразия в кавказском регионе. Как показало время, такие конференции в городе Владикавказе стали традиционным явлением международного уровня.

В последние годы в умеренных и теплых широтах нашей планеты всё больше внимания уделяется использованию солнечной энергии, как альтернативного источника энергии для отопления промышленных и жилых зданий, использования энергии в тепличном хозяйстве и других видах деятельности. Число гелиоустановок, ежегодно вводимых в эксплуатацию, непрерывно возрастает. Применение энергии солнца в практической деятельности человека имеет серьезную перспективу, улучшает общую экологическую ситуацию, за счет полного исключения вредных техногенных выбросов в атмосферный воздух. Исследованиям, направленным на поиск новых технологических решений в области эффективного использования альтернативных источников энергии должно уделяться приоритетное внимание, в силу бесспорной актуальности данного вопроса. К этому должен стремиться гений человеческого разума, так как результаты этих исследований гарантируют будущее человечества.

### **Библиография**

1. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. /РАН, АГН, РАЕН, МИА; Под ред. К.Н. Трубецкого. – М.: Изд-во Академия горных наук, 1997. – 478с.
2. Горы мира - глобальный приоритет. Редакторы: Б. Мессерли, Дж.Д. Айвз. Изд-во «Издательский дом «НООСФЕРА». М.-1999. 450с.
3. Бероев Б.М. Горы Северной Осетии: ресурсы и экология. Рекламно-издательское агентство. г. Владикавказ, 1998. 287с.

УДК 669. 292.3: 669. 054. 82

## РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

**Мукаев Е.Г., Чурилов А.Е., Сучкова А.Я., Горбунова А.В.** ФГБОУ ВО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, Россия [xahttp@yandex.ru](mailto:xahttp@yandex.ru)

**Аннотация.** Проведено лабораторное исследование гидрометаллургического извлечения ванадия по содовой технологии из шлака процесса *ITmk3* с низким содержанием ванадия, полученного на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК), и шлака Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК) с более высоким содержанием ванадия. Выявлено, что с уменьшением содержания соды в шихте степень извлечения ванадия снижается. Наибольшая степень извлечения ванадия (65 % из шлака НТМК и 31 % из шлака процесса *ITmk3*) получена в результате обработки шихты с массовым соотношением шлака и соды 1:1. Кроме того, степень извлечения ванадия из шлака процесса *ITmk3* в 2 – 4 раза ниже, чем из шлака НТМК, что связано с высоким содержанием  $SiO_2$  в шлаке процесса *ITmk3*.

**Ключевые слова:** ванадийсодержащий шлак, гидрометаллургическое извлечение ванадия, степень извлечения ванадия, щелочные добавки, обжиг, выщелачивание.

## THE SOLUTION OF ECOLOGICAL PROBLEMS DURING VANADIUM- CONTAINING WASTE UTILIZATION

**Mukaev E.G., Churilov A.E., Suchkova A.Y., Gorbunova A.V.**

**Abstract.** The laboratory research of hydrometallurgical vanadium extraction was conducted based on soda technology from the *ITmk3* process slag with low content of vanadium, produced in Magnitogorsk Iron and Steel Works (ММК), and from the Nizhniy Tagil Iron and Steel Works (НТМК) slag with high content of vanadium. It is revealed, that the reduction of soda contents in the charge reduces the vanadium extraction degree. The highest degree of vanadium extraction (65% from the НТМК slag and 31% from the *ITmk3* process slags) was obtained by charge treatment with mass ratio of slag and soda 1:1. Besides, the vanadium extraction degree from the *ITmk3* process slag is 2-4 times lower than from the НТМК slag, that is due to the high  $SiO_2$  contents in the *ITmk3* process slag.

**Keywords:** vanadium-containing slag, hydrometallurgical extraction of vanadium, vanadium extraction degree, alkaline additives, roasting, leaching.

В промышленных регионах все большую остроту приобретает проблема накопления значительных объемов техногенных отходов, что приводит к ухудшению экологической обстановки. В частности, к токсичным отходам металлургического производства относятся ванадийсодержащие отходы, поступающие в окружающую среду при переработке ванадийсодержащей руды, используемой для выплавки

чугуна, а также в составе ванадийсодержащего шлака [1, 2]. Токсическое действие ванадия на живые организмы характеризуется широким спектром функциональных, биохимических и морфологических нарушений, его соединения тормозят синтез жирных кислот, ингибируют некоторые ферментные системы. Вместе с тем, эти промышленные отходы содержат в своем составе значительное количество технически ценного компонента – ванадия, который редко встречается в виде крупных собственно ванадиевых месторождений и присутствует в рудах только в виде примеси (0,1 - 4,9%  $V_2O_5$ ) в магнетите и его разновидностях, ильмените и рутиле. Поэтому переработка вторичных ванадийсодержащих ресурсов имеет следующие преимущества: расширение сырьевой базы ванадия, экономия минеральных ресурсов, улучшение экологической обстановки благодаря очищению воздушного и водного бассейнов промышленных зон, сокращению площадей под шламоотвалами с токсичными отходами [3-5].

В связи с этим, актуальным является комплексный подход к решению проблемы техногенных отходов с их максимальным вовлечением в промышленное производство и, как следствие, снижение их негативного воздействия на человека и окружающую среду. Переработка техногенных ванадийсодержащих отходов требует наличия соответствующих технологических решений. В Магнитогорском государственном техническом университете им. Г.И. Носова проведено исследование, новизной которого является анализ возможности утилизации отдельных видов ванадийсодержащих металлургических шлаков с разработкой единых технологических режимов их переработки.

Целью, проведенного исследования явилось извлечение ванадия из шлаков металлургического производства в виде растворимых ванадатов. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: гидрометаллургическое извлечение ванадия из шлаков разного химического состава с применением содовой технологии; определение влияния различных факторов (состава шлака и шихты) на степень извлечения ванадия.

Для решения поставленных задач проведено лабораторное исследование гидрометаллургического извлечения ванадия по содовой технологии из шлака процесса ПТmk3 с низким содержанием ванадия (1,02 - 1,2 %  $V_2O_3$ ), полученного на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК), и шлака Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК) с более высоким содержанием ванадия (более 18,0 %  $V_2O_3$ ) [6-9].

В исследованиях использовали образцы с шихтой, содержащей по 5 г шлака и разное количество щелочной добавки (соды  $Na_2CO_3$ ): 50 %, 33 % и 20 % от общей массы шихты. Все образцы подвергали окислительному обжигу в течение 1,5 часа при разных температурах от 800°C до 1100°C [10 - 12]. Выщелачивание этой шихты проводили при температуре 65 - 70°C, с использованием воды в течение 2 часов. Содержание ванадия в растворе определяли методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии (РФС) на энергодисперсионном спектрометре с помощью градуировочного графика, а также титрометрическим методом с применением соли Мора [13, 14].

Проведенные эксперименты, результаты которых представлены в таблице, позволили сравнить возможность извлечения ванадия из шлаков с разным химическим составом, полученных в разных металлургических процессах [15].

Таблица 1 - Степень извлечения ванадия из металлургических шлаков

Состав образца: содержание $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (шлак + щелочная добавка)	Степень извлечения $\alpha$ , %	
	Шлак процесса <i>ITmk3</i>	Шлак НТМК
50 % (5 г + 5 г)	31,0	65,0
33% (5 г + 2,5 г)	16,5	60,7
20% (5 г + 1,25 г)	9,0	46,0

Примечание: щелочная добавка:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

При этом выявлено, что с уменьшением содержания соды в шихте степень извлечения ванадия снижается. Наибольшая степень извлечения ванадия (65 % из шлака НТМК и 31 % из шлаков процесса *ITmk3*) получена в результате обработки шихты, в которой массовое соотношение шлака и соды составляло 1:1. Кроме того, степень извлечения ванадия из шлака процесса *ITmk3* в 2 - 4 раза ниже, чем из шлака НТМК.

Полученное различие в степени извлечения ванадия из шлаков разных металлургических процессов, связано с особенностями химического состава этих шлаков. Известно, что увеличение содержания  $\text{SiO}_2$  в шлаке приводит к значительному ухудшению результатов и уже при содержании  $\text{SiO}_2$  16 % степень извлечения ванадия не превышает 35 %, что не противоречит литературным данным [16]. Шлак процесса *ITmk3* содержит до 26,3 % оксида кремния, поэтому можно предположить, что ванадий связан химически в стекловидной фазе, т.е. находится в нерастворимой форме, а значит, достигнутая в экспериментах с данным шлаком степень извлечения 31 % приближалась к максимально возможной.

### Выводы

Проведенные исследования показали существенное влияние на вскрываемость и извлечение ванадия состава ванадийсодержащих шлаков. Низкое содержание ванадия в шлаке процесса *ITmk3* при наличии значительного количества  $\text{SiO}_2$  привело к уменьшению степени извлечения в 2 - 4 раза по сравнению со шлаком НТМК.

Сокращение расхода соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в шихте также негативно отразилось на степени извлечения ванадия. Наибольшие значения ее (65 % из шлака НТМК и 31 % из шлаков процесса *ITmk3*) получены в результате обработки шихты, в которой массовое соотношение шлака и соды составляло 1:1. Однако увеличение содержания соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в шихте является экономически нецелесообразным, поскольку может вызвать чрезмерное загрязнение водного бассейна соединениями натрия.

**Библиография**

1. Никифоров Б.А., Тахаутдинов Р.С., Бигеев В.А., Бигеев А.М. Перспективы вовлечения в переработку новых видов железосодержащего сырья // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2004. – № 1. – С.9 - 11.
2. Mahdavian, A. Recovery of vanadium from Esfahan Steel Company steel slag; optimizing of roasting and leaching parameters / A. Mahdavian, A. Shafyei, E. Keshavarz Alamdari, D.F. Haghshenas // International Journal of ISSI. 2006. Vol. 3. № 2. – pp. 17 - 21.
3. Рабинович Е., Гринберг Е. Области применения ванадия // Национальная металлургия. – 2002. – № 2. – С. 33 - 36.
4. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Шлаки процесса прямого восстановления железа как источник получения ванадия и титана // Теория и технология металлургического производства. – 2015. – № 2 (17). – С 60 - 65.
5. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Извлечение ценных компонентов из шлака процесса ITmk3 // Металлургия: технологии, инновации, качество / под ред. Е.В. Протопопова. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2015. – Ч. 1. – С. 340 - 344.
6. Шубина М.В., Махоткина Е.С. Исследование возможности извлечения ванадия из шлаков переработки титаномагнетитов // Теория и технология металлургического производства, 2013. – № 1 (13). – С 75 - 77.
7. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Сравнительный анализ возможности извлечения ценных компонентов из шлаков металлургического производства // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 74-й международной наuchнотехнической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – Т. 1. – С. 265 - 268.
8. Шубина М.В., Махоткина Е.С. Анализ возможности извлечения титана из шлака процесса ITmk3 // Наука и образование в современном обществе: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Смоленск: НОВАЛЕНСО, 2015. – Ч. 1. – С. 64 - 65.
9. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Извлечение титана из шлака прямого восстановления титаномагнетитов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 73-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос.техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 255-258.
10. Zhang, G. Extraction of vanadium from vanadium slag by high pressure oxidative acid leaching / G. Zhang, T. Zhang, G. Lu, Y. Zhang, Y. Liu, Z. Liu // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – 2015. – Vol. 22. – № 1. – pp. 21 - 23.

11. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Исследование режимов обработки шлака процесса ITmk3 для извлечения ванадия // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 72-й международной научно-технической конференции / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – Т. 1. – С. 279 - 282.
12. Шубина М.В., Махоткина Е.С. Гидрометаллургический способ извлечения ванадия из шлака // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: сборник материалов III Всероссийской конференции с международным участием / отв. ред. К.В. Липин. Чебоксары: Изд-во «Новое время», 2013. – С. 151 - 152.
13. Махоткина Е.С., Шубина М.В., Крылова С.А. Растворы электролитов и неэлектролитов: Учеб. пособие. М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 91 с.
14. Махоткина Е.С., Шубина М.В. Растворы: Учеб. пособие. М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2006. – 67 с.
15. Шубина М.В., Махоткина Е.С. Переработка ванадийсодержащих шлаков по содовой технологии // Молодой ученый. 2016. – № 14 (118). – С. 201 - 204.
16. Ватолин Н.А., Молева Н.Г., Волкова П.И., Сапожникова Т.В. Окисление ванадиевых шлаков. М.: «Наука», 1978. – 153 с.

УДК 502/504:001.8

## **ФОРМЫ РАЗВИТИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

**Алборов И.Д.**, доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ, заведующий кафедрой экологии и техносферной безопасности, e-mail: [ekoskgmi@rambler.ru](mailto:ekoskgmi@rambler.ru); **Тедеева Ф.Г.**; кандидат технических наук, профессор, e-mail: [ekoskgmi@rambler.ru](mailto:ekoskgmi@rambler.ru); **Губиева А.Г.**, магистр; **Мхциев З.Г.**, магистр; **Кошкарлова О.М.**, магистр; **Габараев С.В.**, магистр. Северокавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН.

**Аннотация.** В статье приведены анализ геоэкологического состояния горной территории, где добывают руду цветных металлов, результаты выполненных исследований в зоне деятельности объектов переработки полиметаллических руд Садонского рудного поля, включая металлургический передел в г. Владикавказ. Дается оценка составу веществ, как добываемых минералов, так и отходам переработки руд и концентратов, приведен состав витающей и осевшей пыли на производстве. Показана жизнедеятельность отдельных видов растительного сообщества в зоне деятельности полигона отходов переработки руд, приведен уровень миграции подвижных форм ионов

тяжелых и других металлов из почвы в растительные сообщества. Даны выводы и предложения по испытуемым видам растений, возможность их использования для детоксикации почвы, загрязненной тяжелыми металлами.

**Ключевые слова:** горный ландшафт, аэрозоли, техногенный фактор, лежалый клинкер, разряженная атмосфера, тяжелые металлы, подвижные формы ионов металлов.

#### **FORMS OF DEVELOPMENT OF NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT IN THE ZONE OF MINING AND PROCESSING OF MINERALS OF THE CENTRAL CAUCASUS**

**Alborov I.D., Tedeeva F.G., Gubieva A.G., Mhciev Z.G., Koshkarova O.M., Gabaraev S.V.**

**Abstract.** The article presents an analysis of the geocological state of the mountainous area where non-ferrous metal ore is mined, the results of studies performed in the area of activity of polymetallic ore processing facilities in the Sadon ore field, including the metallurgical redistribution in Vladikavkaz. The composition of substances, both mined minerals, and waste from the processing of ores and concentrates, is estimated, and the composition of soaring and settled dust in the production is given. The vital activity of individual species of the plant community in the zone of activity of the ore processing waste landfill is shown, the level of migration of mobile forms of heavy and other metal ions from soil to plant communities is given. Conclusions and suggestions on the tested plant species, the possibility of their use for detoxification of soil contaminated with heavy metals are given.

**Keywords:** mountain landscape, aerosols, emanations of radioactive substances, technogenic factor, stale clinker, discharged atmosphere, heavy metals, mobile forms of metal ions.

Разработка технологии детоксикации почвенного горизонта техногенно-загрязненных земель, деятельностью горно-индустриального комплекса в отрогах гор Северного Кавказа, является актуальной научно-практической задачей. В результате выполнения исследований на территории деятельности объектов горной индустрии будет создана матрица, включающая этапы использования апробированных средств и способов нейтрализации привнесенных в почву техногенных компонентов, в результате разработки и эксплуатации месторождений полиметаллических руд, в условиях горных территорий Северного Кавказа. Реанимация загрязненных тяжелыми металлами земель откроет новые возможности для эффективного природопользования в условиях малоземелья горных провинций. Проведение натурных исследований почвы по потере элементов питания растений, вследствие накопления тяжелых, токсичных металлов, а также другие техногенные факторы, влияющие на формирование почвенного горизонта, позволят создать модель восстановления почвенного слоя в этой зоне с учетом природно-климатических факторов.

Горнотехнические условия разработки скальных месторождений Садонского полиметаллического месторождения (Республика Северная Осетия-Алания) обладает особенностями, определяющими подход к оптимизации технологии разработки месторождений. Рудное поле сложено кристаллическими сланцами и известняками, гранитами и гранодиоритами, осадочно-вулканогенными отложениями и четвертичными образованиями, и характеризуются довольно сложной тектоникой.

Рудные тела образуют сложную жильную систему, состоящую из рудных зон с серией жил и прожилков мощностью до 8 м. Коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова колеблется от 6 до 16. Породы смяты и передавлены. Зона состоит из раздавленных до рыхлого состояния гранитов. Горный массив характеризуется интенсивным горным давлением, наиболее проявляющимся на участках совокупности эксплуатационных выработок, общая протяженность которых достигает 200 км. Месторождения (Садонское, Згидское, Холстинское, Буронское, Фиэгдонское, Архонское и Верхне-Згидское), слагающие систему Садонского месторождения, сбрасывают в речную сеть около 1100 м<sup>3</sup>/ч неочищенных шахтных стоков с повышенной минерализацией. Горные породы месторождения содержат более 10% свободного кремнезема ( $SiO_2$ ), поэтому вентиляционные выбросы формируют мощный очаг влияния не только на прилегающую территорию, но и далеко за её пределами. Взвешенные пылевидные частицы содержат до 44% двуокиси кремния, 0,8-0,9% свинца, осевшие 8-10% при допустимой концентрации 0,01 мг/м<sup>3</sup> [1].

Выплавка цветных металлов на ОАО "Электроцинк" сопровождается выделением в атмосферный воздух города Владикавказа сернистых газов, диоксинов и аэрозолей свинца, цинка, кадмия, мышьяка, ртути и др. Уровень риска выбросов, указанных вредностей, определяется разными причинами, среди которых наиболее частым является эпизодические дискретные выбросы сернокислотного производства. Наличие в отходах высокого количества углерода (коксика) и серы вызывает периодическое горение в теле полигона отходов, которое происходит с выделением сернистых газов и других продуктов горения. Процесс взаимодействия углерода и серы, с выходом языков пламени горения на дневную поверхность из трещин тела клинкера, снижается и может прекратиться со временем, после полного выгорания серы в отходах [2].

Совместное влияние горно-долинной индустриальной агломерации на флору и фауну территории остро ставит проблему защиты окружающей природной среды, особенно в условиях рыночных отношений. На одного жителя в среднем в год, до недавнего времени, приходилось несколько сотен килограммов свинца, цинка, кадмия, ртути, двуокиси серы, окиси углерода, окислов азота, паров кислот, углеводородов, органической и минеральной пыли и др. [3]. Загрязнено более 600 квадратных километров территории Республики, причем около 400 из них во Владикавказе.

Превышение ПДК по тяжелым металлам в почве наблюдается на глубине до 80 сантиметров в радиусе до 3-х километров, на глубине до 30 см - до 5 км, на глубине 10 см - 8 км. Интегральное содержание свинца, цинка, кадмия, меди, ртути в почвах превышает ПДК более чем в 200 раз. Воздействие горных разработок проявляется в результате «цепной реакции», вызванной прямым влиянием, и обусловливается взаимовлиянием и взаимодействием между топологическими элементами ландшафта. По мере развития добычных работ, косвенное воздействие на среду обитания возрастает и достигает своего максимума к моменту завершения освоения запасов месторождения. Включаются накопленные целевые средства - ликвидационный фонд на проведение работ по завершению деятельности предприятия, что позволяет привести в надлежащее состояние выделенную под горный отвод территорию.

Традиционная технология переработки концентратов в металлургическом производстве скопило большие объемы шлаков на промплощадках и отвальных полях, расположенных в городской зоне, вблизи селитебных кварталов, нанося значительный вред окружающей среде и человеку. В г. Владикавказ завод ОАО «Электроцинк» перерабатывал свинцово-цинковые концентраты Садонских полиметаллических руд в течение более 100 лет, отходы переработки которого в объеме более 3,5 млн. т размещены на промплощадке и на отвальном поле. Общая площадь, занимаемая отвалами в городской зоне, составляет около 35 га. Химический состав отходов (шлаков) приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав лежалого клинкера ОАО «Электроцинк»

<i>Au</i> , г/т	<i>Ag</i> , г/т	<i>Zn</i> , %	<i>Cu</i> , %	<i>Fe</i> , %	<i>SiO<sub>2</sub></i> , %	<i>CaO</i> , %	<i>Pb</i> , %	<i>As</i> , %	<i>C</i> , %	<i>S<sub>общ</sub></i> , %	<i>Mo</i> , %	<i>Mn</i> , %	<i>Co</i> , %
1,5-2,5	240,7	2,4	2,6	21,3	12,3	0,7	0,3	0,14	14,9	1,95	0,02	1,06	0,01

Хрупкие экосистемы, к которым относятся горные территории Республики Северная Осетия Алания, являются предметом пристального внимания ученых ландшафтоведов, геоэкологов, географов и других специалистов, чья деятельность связана с трансформацией литосферы и свойств, связанных с деградацией, под влиянием природных и негативных техногенных процессов. Такая тенденция связана лишь с факторами, присущими горным трехмерным ландшафтам со свойственными им специфическими климатическими, орографическими и барическими свойствами горных провинций. Исследованиями установлено, что в зоне деятельности Унальского хвостохранилища, уровень загрязнения почвенного профиля продолжает расти. Такое состояние почвы связано, прежде всего, с усилением активности выноса вредных веществ с пляжной зоны полигона Унальского хвостохранилища в окружающую среду [4] (рис.1).



Рисунок. 1. Унальское хвостохранилище (вид в обычный период).

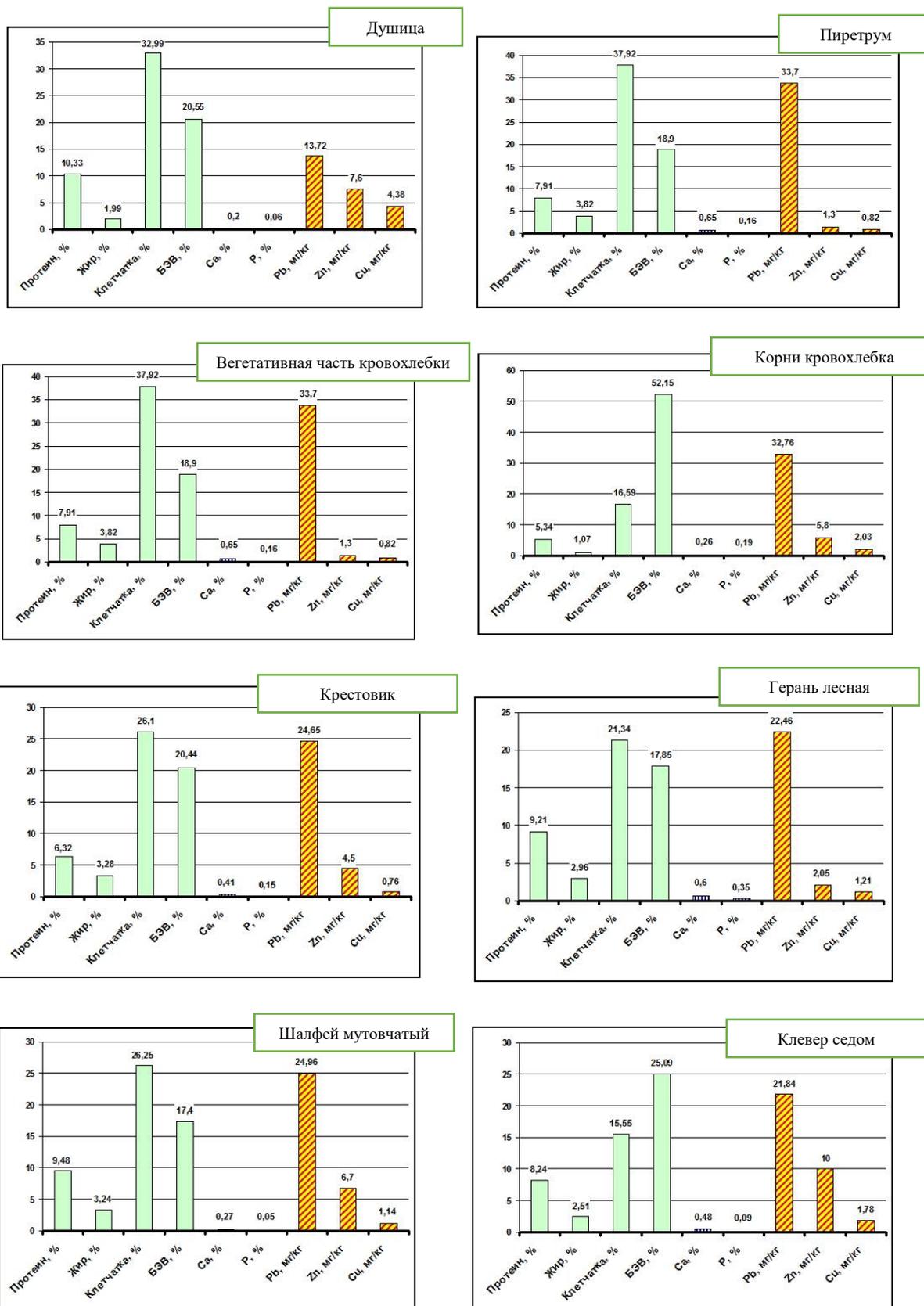


Рисунок 2. Содержание тяжелых металлов, протеина, жиров, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), кальция и фосфора в составе опытных видов растений, высаженных в зоне влияния Унальского хвостохранилища

По результатам проведенных в ноябре-декабре 2017 года инструментальных исследований поверхности пляжной зоны Унальского хвостохранилища, с помощью портативного рентгенофлуоресцентного анализатора *Olympus* (анализатор химического состава *VANTA*) с шагом в 5 м, поэлементное содержание химических ингредиентов, в процентном исчислении, выглядит следующим образом: алюминий – 2,2-5,4; кремний – 8,3-20,0; сера – 1,5-7,2; железо – 2,5-12,6; свинец – 1,1-2,6; кальций – 1,1-5,2; цинк – 1,1-12,8; кадмий – 1,1-2,0; медь – 1,0-1,13.

Такие изменения содержания поэлементного состава в поверхностном слое связано с переработкой кеков на Мизурской обогатительной фабрике, отходы обогащения которых гидротранспортом направлялись в Унальское хвостохранилище. Одним из возможных способов очистки, загрязненных тяжелыми металлами земель, является использование различных групп растений для вывода подвижных форм химических элементов, путем миграции через корневую систему.

Нами проведены исследования по выбору наиболее приемлемых видов растений для их эффективного использования с целью очистки почвы от тяжелых металлов. На рис. 2 приведены диаграммы, характеризующие содержание протеина, жиров, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), кальция, фосфора и тяжелых металлов в составе опытных видов растений, высаженных в зоне влияния Унальского хвостохранилища (в 5-10 м от границы дамбы). Как видно из приведенных диаграмм, почти все испытуемые растения содержат в себе тяжелые металлы.

В зоне деятельности хвостохранилища, наиболее высокий уровень содержания свинца и цинка выявлены в клевере, крестовнике, шалфее и кровохлёбке, причем в кровохлёбке эти металлы сосредоточены в корневой части, в то время как душица практически не реагирует на наличие указанных металлов.

Эффект растений для очистки почвы от тяжелых металлов зависит от корневой системы и вида растения.

Необходимы более представительные исследования для выбора растений с более высокими сорбционными свойствами по отношению к тем ингредиентам, которые мигрируют в почвенный горизонт.

### Библиография

1. Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г. Экоформирующие факторы при добыче и переработке руд. Ж. Устойчивое развитие горных территорий. № 2(4) 2010, С. 39-46
2. Вопросы совершенствования горного производства (К 125-летию Садонских рудников). Изд-во ИП, Орджоникидзе, 1968г. С. 3-15
3. Алборов И.Д., Заалишвили В.Б., Тедеева Ф.Г. и др.- Экологический риск, принципы оценки окружающей природной среды и здоровья населения, г. Владикавказ: ИП Цопановой А.Ю. 2013, 343 с.

4. Отчет об опытно-конструкторской работе по теме: «Создание и опытно-промышленные испытания гидрометаллургической технологии по переработке техногенных образований при электрометаллургическом производстве цветных металлов» (промежуточный), № государственной регистрации 01200964876, Инв. № 101, шифр «2009-05-2.5-17-06-003», ГК № 02.525.11.5008 от 09.10.2009.ООО НВП «ФЛОТЭК» г.Москва.

УДК 502/504

## **К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

**Алборов И.Д.**, доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ, e-mail: [ekoskgmi@rambler.ru](mailto:ekoskgmi@rambler.ru); **Гриднев Е.А.**, кандидат технических наук, доцент кафедры, e-mail: [gridnev-1@list.ru](mailto:gridnev-1@list.ru); **Мамедов М.М.**, магистрант кафедры, e-mail: [mr.mamedov1@mail.ru](mailto:mr.mamedov1@mail.ru); **Хант-Магомедов Р.М.**, магистрант кафедры, e-mail: [rustamve96@gmail.com](mailto:rustamve96@gmail.com). Кафедра экологии и техносферной безопасности Северо-Кавказского горно-металлургического института (Государственного технологического университета) СК ГМИ (ГТУ), г. Владикавказ.

**Аннотация.** В результате многолетней деятельности предприятий металлургического передела в черте г. Владикавказа, почвы промышленной зоны и города, подверглись значительному загрязнению тяжелыми металлами. Это требует проведения комплекса природозащитных мероприятий по очистке почв и их защите от последующего загрязнения, в том числе за счет фиторемедиации почв и создания различных барьеров для защиты атмосферного воздуха города Владикавказа, загрязняемого в результате пыления территории промышленной зоны.

**Ключевые слова:** тяжёлые металлы, селитебная зона, загрязнение почв, фиторемедиация, буферность почвы, катионы металлов.

## **ON THE ISSUE OF PROTECTION OF RESIDENTIAL AREAS OF VLADIKAVKAZ FROM HEAVY METAL POLLUTION**

**Abstract.** As a result of long-term activity of metallurgical processing enterprises within the city of Vladikavkaz, the soils of the industrial zone and the city as a whole were significantly contaminated with heavy metals. This requires a set of environmental protection measures to clean the soil and protect it from subsequent pollution, including through phytoremediation of soils and the creation of various barriers to protect the atmospheric air of the city of Vladikavkaz, polluted by dusting the territory of the industrial zone.

**Keywords:** heavy metals, residential zone, soil pollution, phytoremediation, soil buffering, metal cations.

Исторически в промышленной зоне города Владикавказ были сконцентрированы крупные промышленные предприятия металлургического передела (рис.1). Пыль от

территории этих предприятий, содержащая тяжелые металлы, длительное время, в течение многих десятилетий, загрязняла и продолжает загрязнять территорию города.

Как известно, наиболее опасной для живых организмов является подвижная форма тяжёлых металлов, представленная их катионами. Такая форма хорошо усваивается организмами, накапливаясь в них, и вызывая различные патологии.

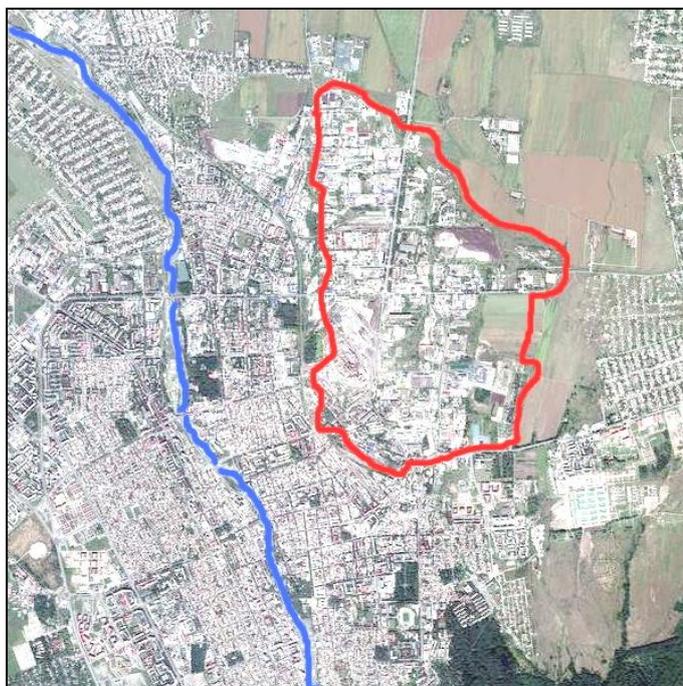


Рисунок. 1. Промышленная зона г. Владикавказа

Помимо этого, накопление тяжелых металлов в почве оказывает угнетающее воздействие на зеленые растения, лишая их полноценного питания. Это связано с тем, что уровень подвижных форм азота и минеральных веществ в почве заметно снижается при повышенных концентрациях тяжелых металлов [1]. То есть, с одной стороны, озеленение территории города способствует защите его территории от пылевых загрязнителей, с другой – уже имеющаяся повышенная концентрация тяжелых металлов в почвах, негативно сказывается на массивах озеленения, угнетая их и повышая, тем самым, запылённость воздуха, включая и селитебную зону.

По имеющимся данным за период 2009 года, общая площадь озеленения города Владикавказа составляла 4,8 км<sup>2</sup>, при норме 11,52 км<sup>2</sup> [2], то есть показатель озеленения был в 2,4 раза меньше нормы. Из этого следует, что для успешного осуществления зелёного строительства на территории города, необходимо снижение концентрации тяжелых металлов в почвах промышленной и селитебной зонах.

В процессе производственной деятельности предприятий промышленной зоны города Владикавказа образуются 34 наименования отходов производства, различных классов опасности, в том числе отходы металлургического передела с высоким содержанием тяжелых металлов.

Почвы по-разному поглощают отдельные тяжелые металлы, что связано с различиями в способности катионов металлов к формированию нерастворимых соединений, специфической адсорбции, комплексообразованию. То есть почвенный фактор имеет большое значение в определении вертикальной миграции тяжелых металлов [3].

Исследованиями установлено, что концентрации свинца и цинка только через 50 лет начинают сокращаться в верхних горизонтах почв, перемещаясь в элювиальную часть почвенного профиля, при сохранении иллювиального максимума. Из этого примера видно, что даже при кислой реакции почв, в которых миграция металлов повышена, степень их самоочищения от тяжелых металлов очень низкая. Буферность почв так же влияет на подвижность загрязнителей, поступающих в неё, за счёт того, что тяжелые металлы могут вступать в ионный обмен и закрепляться в почвенных коллоидах в процессе хемосорбции, комплексообразования и осаждения [4].

Тяжелые металлы, накапливаясь в почве, достаточно медленно удаляются в результате естественных процессов выщелачивания, эрозии и дефляции. По многочисленным литературным данным, период достижения 50% снижения исходной концентрации, в среднем, по максимальной продолжительности, может составлять: для цинка - до 510 лет, свинца - до 5 900 лет, кадмия - до 110 лет, меди - до 1500 лет. При этом, скорость снижения концентрации будет в значительной степени зависеть от почвенного фактора.

Следует отметить, что почвы можно охарактеризовать, как относительно невозполнимый природный ресурс, учитывая очень длительный временной интервал их формирования за счет естественных почвообразующих процессов. Например-истощение тучных черноземов юга России за период последних 100 лет и парадоксальная ситуация на горных сенокосах и пастбищах Северной Осетии, нагрузка на которые в последние 50 лет значительно сократилась, но, тем не менее, состояние этих угодий продолжает ухудшаться, и они продолжают терять свои полезные свойства, в том числе уже 50 % площадей подвержены эрозии [5]. Это свидетельствует о том, что рассчитывать на самовосстановление почв города, даже в случае значительного снижения на них техногенной нагрузки, связанной с предприятиями промышленной зоной, не приходится.

Следовательно, остро стоит вопрос о необходимости осуществления почвозащитных мероприятий, как одной из составляющих общей парадигмы защиты окружающей среды.

Общая площадь города Владикавказа составляет около 290 км<sup>2</sup> и продолжает увеличиваться. При этом, имеются значительные участки открытых почв, которые никак не обрабатываются и не используются в зеленом строительстве. Те же участки, которые озеленены, не всегда имеют соответствующий видовой и породный состав растительности. Все эти площади являются потенциальными накопителями тяжелых металлов, при пылении промышленной зоны города.

В связи с этим определенным интерес представляют технологии восстановления почв, известные как фиторемедиация, включающая фитостабилизацию и фитоэкстракцию. Здесь следует отметить тот факт, что фиторемедиация загрязненных

почв является экологически безопасным и относительно недорогим способом, по сравнению с рекультивацией.

Под фитостабилизацией понимается технология, при которой устойчивые к тяжелым металлам растения выращиваются на загрязненных почвах с целью снижения подвижности металлов и, тем самым, дальнейшего снижения загрязнения окружающей среды, через выщелачивание этих загрязнителей в грунтовые воды или предотвращение их распространения ветровой и водной эрозией почв [3].

Основным способом фитоэкстракции является технология возделывания специально подобранных растений, на загрязненных тяжелыми металлами площадях, для их извлечения и концентрирования в вегетативных частях растений, с последующей их переработкой. Адаптивное действие на поглощение тяжелых металлов из почвенного раствора может осуществляться с помощью синтетических хелатообразующих агентов [3].

Помимо этого, необходимо формирование инженерно-технических и/или биологических барьеров защиты атмосферного воздуха Владикавказа, защищающих от проникновения в нее пыли с территории промышленной зоны. Для формирования биологического защитного барьера селитебной зоны Владикавказа, предлагается использовать наиболее широко распространенные древесные породы и травянистые растения, которые хорошо адаптированы к климату Северной Осетии.

Создание защитного биологического барьера для селитебной зоны г. Владикавказа от загрязнения почв тяжелыми металлами, в частности цинком, свинцом, кадмием и медью, может быть осуществлено за счет создания биобарьера между промышленной и селитебной зонами.

Если с запечатанных под твердые покрытия почв, тяжелые металлы периодически смываются ливневыми водами, то на открытых почвах происходит пропитывание почв и депонирование этих металлов, в виде загрязнения. В дальнейшем, если не принять должных мер, пыление открытых почв может дополнять загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами, негативно сказываясь на состоянии здоровья городского населения.

Учитывая влияние антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений и травянистых видов [6], для создания биобарьера следует осуществить посадку фильтрующей лесополосы между промышленной и селитебной зонами Владикавказа (на южной и юго-западной границе промышленной зоны), с использованием таких листовенных древесных пород, как берёза (приоритетно) или вяз. Обязательным условием является осенняя уборка опавшей листвы, с её вывозом на санкционированный полигон ТКО.

В дополнение к древесным породам, оптимальной является ежегодная посадка однолетних трав (полынь однолетняя или душистый горошек) в междурядьях фильтрующей лесополосы, с условием обязательного скашивания зелёной массы до момента вызревания семян, с последующим вывозом её на санкционированный полигон ТКО и категорическим запретом её сжигания на месте. В обоих случаях должен соблюдаться категорический запрет на сжигание на месте собранных листьев и травы в осенний период, так как мелкодисперсные частицы дыма от костров, а также

минеральные компоненты оставшейся золы, будут возвращать в почву тяжелые металлы, накопленные за теплый период в листве и траве. Таким образом, фильтрующая лесополоса будет способствовать «откачке» из почвы тяжёлых металлов, очищая её.

Посадка не продуваемой изолирующей лесополосы на северо-восточной границе промышленной зоны, с использованием лесобразующих пород (сосна, ель), сопутствующих им пород (липа, клён, акация) и кустарников (шиповник, сирень), должна производиться с учетом преимущественного направления движения воздушных масс на территории города. Это необходимо для изменения направления воздушных потоков, направленных с территории промышленной зоны на остальную часть города, что позволит снизить скорость ветра, способствующего переносу пыли, загрязненной тяжелыми металлами. Аналогом такой защиты могут стать инженерно-технические сооружения в виде экранов-отражателей.

### Библиография

1. Умаров М.М. Некоторые биохимические показатели загрязнения почв тяжёлыми металлами / М.М. Умаров, Е.Е. Азиева // Тяжёлые металлы в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 109–115
2. Кулаева Н.Ю. Экологическая оценка и оптимизация зеленых насаждений в условиях Северной Осетии-Алании (на примере г. Владикавказа), диссертация на соискание уч. степени к.с.-х.н., Владикавказ – 2009.
3. Белюченко И.С. Экология Кубани, Монография, ч. II, Учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. - 356 с.
4. Белюченко И.С. Введение в экологический мониторинг / учебное пособие для студентов /, доп. Минсельхоз РФ, ФГОУ ВПО КГАУ, Краснодар, 2011.
5. Гриднев Е.А. Регулирование рационального землепользования с учетом эколого-географической характеристики, автореф. дис. на соискание уч. степени к.т.н., Владикавказ – 2000.
6. Фуксман И. Л. Влияние природных и антропогенных факторов на метаболизм веществ вторичного происхождения у древесных растений. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2002. 165 с.

УДК 54.543

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛЕНИЯ УНАЛ В СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Дзодзикова М.Э., доктор биологических наук, Северо-Осетинский государственный природный заповедник, г. Алагир, Республика Северная Осетия (Алания), dzodzikova\_m@mail.ru

Цгоева Л.М. Средняя общеобразовательная школа №30, г. Владикавказ

**Аннотация.** Методом масс-спектрометрии произведен химический анализ почв на территории селения Нижний Унал в Северной Осетии. Было выявлено 50 химических элементов, но основное внимание было уделено содержанию элементов трех основных классов гигиенической опасности. В группе веществ первого класса гигиенической опасности, содержание свинца в пробах в среднем превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 3,3 раза; цинка – в 6,8 раза; кадмия – в 2,3 раза; мышьяка – в 4 раза; содержание ртути было ниже ПДК в 4,1 раза. В группе веществ второго класса гигиенической опасности очевидно превышение содержания только кобальта в 3,3 раза, а концентрация меди, никеля, молибдена и хрома была значительно ниже ПДК. Проведенное исследование указывает на то, что в почве селения Нижний Унал содержание тяжелых металлов превышает установленные нормы ПДК.

**Ключевые слова:** Северный Кавказ, Северная Осетия, Унал, тяжелые металлы, свинец, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть, медь, никель, молибден, хром.

### THE POLLUTION WITH HEAVY METAL SALTS OF THE SURROUNDINGS OF THE VILLAGE UNAL IN NORTH OSSETIA

Dzodzikova M.E., Zgoeva L.M.

**Abstract.** Method of mass spectrometry of the produced chemical analysis of soil in the village Nizhniy Unal in North Ossetia. Identified 50 items, but the main attention was paid to the content of elements of the three main classes of hygienic risk.

It was found that in the group of substances hygienic danger of the first class, the Lead content in the samples, on average, exceeds the maximum permissible concentration (MPC) in 3.3 times; Zinc in 6.8 times; Cadmium in 2.3 times; Arsenic 4 times; the mercury Content was below the MCL in 4.1 times. In the group of substances hygienic danger of second class, obviously the concentrations of cobalt in 3.3 times. The concentration of copper, Nickel, molybdenum and chromium was significantly below the MCL. The study indicates that in the soil of the village Nizhniy Unal heavy metals content in some cases exceed the limits of MPC.

**Key words:** North Caucasus, North Ossetia, Unal, heavy metals, lead, zinc, cadmium, arsenic, mercury, copper, Nickel, molybdenum, chromium, ecology.

Как известно, поверхностные слои почвы легко загрязняются токсичными веществами, поступающими из атмосферы, с поверхностными сточными водами, из

подпочвенных пород и подземных вод. В связи с техническими выбросами различного генезиса и интенсивностью движения автотранспорта, в настоящее время наиболее характерными и особо опасными загрязнителями почв считаются тяжелые металлы, коэффициент концентрации, которых более 100. К ним относятся: олово (*Sn*), молибден (*Mn*), вольфрам (*W*), серебро (*Ag*), медь (*Cu*), ртуть (*Hg*), свинец (*Pb*), стронций (*Sr*), цинк (*Zn*) [1].

По определению Всемирной организации здравоохранения, свинец, ртуть и кадмий являются самыми опасными тяжелыми металлами, представляя «страшную тройку» в природной среде. В последние годы выявилась высокая токсичность бериллия, мышьяка, селена, сурьмы, таллия, никеля, олова, ванадия, которые относятся к биологически активным [1].

Тяжелые металлы опасны тем, что они обладают способностью накапливаться в живых организмах, включаться в метаболический цикл, образовывать высокотоксичные металлоорганические соединения (например, метил-ртуть, алкил свинца), изменять формы нахождения при переходе от одной природной среды в другую, не подвергаясь биологическому разложению [2]. Тяжелые металлы вызывают у человека серьезные физиологические нарушения, токсикоз, аллергию, онкологические заболевания, отрицательно влияют на зародыш и генетическую наследственность. Последствия поступления в организм повышенных количеств ртути включают болезнь Минамата, гибель нервной системы, лейкоцитоз, олигофрению новорожденных; свинца - поражение центральной нервной системы, половых органов, канцерогенное, тератогенное и мутагенное действие. Молибден - это подагра, нарушение центральной нервной системы.

С кадмием связаны рак предстательной железы, почечные патологии, протеинурия [3-5]. Непререкаемую актуальность обретают вопросы загрязненности почвы тяжелыми металлами, когда речь идет об особо охраняемых государством природных территориях, в особенности, если на этих территориях проживают люди.

Учитывая тот факт, что селение Нижний Унал находится в непосредственной близости от хранилища «хвостов» Мизурской обогатительной фабрики, Садонского свинцово-цинкового комбината, эти участки регулярно и всесторонне изучаются [6-8]. Однако большая часть исследований была посвящена состоянию воздушного бассейна этих территорий, химии вод, влиянию этих факторов на состояние здоровья населения этих и окрестных сел, а также влияние вод различного генезиса, в том числе вод хвостохранилища на скорость развития индуцированных опухолей у крыс [9-11].

**Целью** проведенного исследования явилось изучению степени химической загрязненности почв тяжелыми металлами в селении Нижний Унал, Алагирского района в Северной Осетии.

**Материалы и методы.** Произведено апробирование почв в юго-восточной части селения Нижний Унал. Анализу подвергли два участка – по одной пробе на каждом участке – в пределах частного домовладения.

Отбор почв производили методом «конверта», с длинами сторон  $1\text{ м} \times 1\text{ м} \times 1\text{ м} \times 1\text{ м}$ , таким образом каждая проба характеризует участки площадью  $1\text{ м}^2$ .

Анализ был произведен в химической лаборатории ФГУ «Центрводресурсы», методом спектрометрии на масс-спектрометре с индуцированной связанной плазмой (НР-500). Почва была подвергнута анализу на содержание в ней 50-ти элементов, но основное внимание было уделено содержанию элементов трех основных классов гигиенической опасности. Значения ПДК (ОДК) принимаются для валового содержания элементов в почвах и были взяты из справочного руководства: «Контроль химических и биологических параметров среды».



Рисунок 1. Хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики. Вдали горизонтально виднеется водная часть (1), справа: сухая солевая часть (2), на переднем плане и далее справа: открытый сброс «хвостов» в чашу отстойника (3). Фото Дзодзиковой М.Э., 2014 г.

**Результаты исследования.** Селение Нижний Унал располагается в живописнейшем месте Алагирского ущелья, на правом берегу реки Ардон.

Большая часть селения Нижний Унал находится на территории заказника «Цейский», другая его часть в охранной зоне Северо-Осетинского государственного природного заповедника. В этом же месте напротив селения Нижний Унал на левом берегу реки Ардон расположено хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики (рис.1) и пыль с прибрежной зоны хвостохранилища и с трассы Транскам постоянно сносится на селение Унал и близлежащие села (рис.2).

Помимо того, что пылевые массы заносятся ветром на территорию селения Нижний Унал, доминирующий фен уносит их и выше по Алагирскому ущелью, при этом в прибрежной части хвостохранилища можно увидеть лягушку или ящерицу с двумя головами или наблюдать погибших животных (рис.3).



Рисунок.2. Пыль с трассы Транскам (1) и прибрежной сухой части хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики разносится по всему ущелью (вид со стороны селения Нижний Унал). Водная часть чаши хвостохранилища (2), река Ардон (3). Фото Дзодзиковой М.Э., 2015 г.



Рисунок.3. Пыль с хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики уносится доминирующим феном в глубину Алагирского ущелья (1), погибшая мышь-полевка в воде у самого берега (2). Фото Дзодзиковой М.Э., 2015 г.

В соответствии с действующим ГОСТ [16], попадающие в почву химические вещества, по содержанию в них тяжелых металлов, разделены на три класса гигиенической опасности:

I класс – вещества, содержащие: мышьяк (As), бериллий (Be), ртуть (Hg), селен (Se), кадмий (Cd), свинец (Pb), цинк (Zn), фтор (F);

II класс – вещества, содержащие: хром (Cr), кобальт (Co), бор (B), молибден (Mo), никель (Ni), медь (Cu), сурьма (Sb);

III класс – вещества, содержащие: барий (Ba), ванадий (V), вольфрам (W), марганец (Mn), стронций (Sr).

Результаты проведенного исследования приведены в табл.1.

Как видно из табл.1, в группе веществ первого класса опасности, ПДК по свинцу превышено в 3 – 3,5 раз; по цинку в 5,9 – 7,7 раз; по кадмию в 2,2 – 2,3 раза; по мышьяку в 2,7 – 5,3 раза. Содержание ртути было ниже ПДК в 4 – 4,2 раза.

В группе веществ второго класса опасности очевидно превышение содержания кобальта в 2,6 – 4 раза. Концентрации меди, никеля, молибдена и хрома были значительно ниже ПДК.

В группе веществ третьего класса опасности, превышения ПДК не было зафиксировано. Более того, концентрации этих веществ, даже не приближались к ПДК. Так содержание ванадия ниже ПДК в 4,9 – 7,9 раза; марганца в 2,6 – 3,3 раза; стронция в 17 - 19,4 раза.

Полученные данные не противоречат результатам ранее полученных исследований, посвященных другим аспектам экологического состояния этих мест [12, 13, 14].

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в почве селения Нижний Унал

№№ пп	Наименование тяжелых металлов, загрязняющих почву	Значение ПДК (ОДК), мг/кг	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг	
			Проба 1	Проба 2
I класс опасности				
1	Свинец	130,0	390,0	450,0
2	Цинк	220,0	1300,0	1700,0
3	Кадмий	2,0	4,4	4,6
4	Мышьяк	10,0	27,0	53,0
5	Ртуть	2,1	0,4	0,5
II класс опасности				
6	Медь	132,0	97,0	120,0
7	Никель	80,0	33,0	41,0
8	Кобальт	5,0	13,0	20,0
9	Молибден	4,0	1,6	1,9
10	Хром	100,0	13,0	47,0
III класс опасности				
11	Ванадий	150,0	19,0	32,0
12	Марганец	1500,0	460,0	580,0
13	Стронций	600,0	35,0	31,0

Таким образом, проведенное исследование указывает на то, что в почве селения Нижний Унал содержание тяжелых металлов в ряде случаев превышает установленные нормы ПДК. Данное обстоятельство, помимо пыльно-аэрозольного массопереноса с хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики может быть еще связано с деятельностью Садонского свинцово-цинкового комбината, где в результате горных выработок, расположенных выше селения происходит сброс на рельеф штольневых вод, содержащих значительное количество металлов, последние, в свою очередь, попадают в реку Кутардон, протекающую через селение, а затем – в почвы близлежащих территорий.

### Библиография

1. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. // Под ред. Исаева Л.К. – СПб., Эколого-аналитический информационный центр "Союз": 1998. – 896 с.
2. Интернет ресурс: Вестник Замоскворечья. Зона доступа: <http://www.zamos.ru/mitrich/oberon/17004/17006> Дата доступа 28.04.2016 г.
3. Дзодзикова М.Э. Влияние вод Садонского хвостохранилища на брыжеечную популяцию тучных клеток. //Мат. IV Междунар. конф. «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества». – Владикавказ. – 2001. – Т.1. – С. 508 - 509.
4. Дзодзикова М.Э., Павлова И.Г., Габараева В.М. Влияние вод различного генеза на частоту возникновения опухолей молочной железы у крыс, индуцированных МНМ. // Мат. VII междунар. конф.: «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений». – Владикавказ. – 2010. – С. 124 - 125.
5. Дзодзикова М.Э., Бутаева Ф.М., Лебедева Т.И., Туриев А.В., Туриева Д.В., Погосян А.А. Состояние воздушного бассейна и заболеваемость в долине реки Ардон. // Материалы IV Междунар. конф.: «Горные экосистемы и их компоненты». – Сухуми. – 2012. – С. 13 - 14.
6. Бадтиев Ю.С., Дзодзикова М.Э., Алагов А.А. Лихеноиндикация качества воздушного бассейна территорий Северо-Осетинского заповедника. // Вестник ВНЦ РАН. – 2012. – Т. 12. – №3. – С. 52 - 60.
7. Дзодзикова М.Э. Биоморфологические аспекты свинцовой интоксикации биоты компонентами хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики. // Труды Северо-Осетинского государственного природного заповедника, посвящ. 40-летию СОГПЗ и 90-летию заповедников России. – Москва. – 2006. – Вып.1. – С. 183 - 186.
8. Дзодзикова М.Э. Экологические проблемы водных объектов некоторых территорий Северо-Осетинского заповедника и приграничных районов. // Мат.19-ой междунар.
9. науч.-практ. конф.: «Инновация-2014». – Ташкент. – 2014. – С. 326 - 327.

10. Дзодзикова М.Э., Салбиев К.Д., Дзугкоева Ф.С., Кастуева Н.З., Аккалаев А.М. Влияние свинцовой интоксикации на частоту возникновения опухолей молочной железы у крыс, индуцированных МНМ. // Ж. "Вопросы медицинской химии". – Москва. – 2002. – Т. 48. – Вып. 4. – С. 396.
11. Дзодзикова М.Э., Гриднев Е.А., Погосян А.А. Химия вод Северо-Осетинского заповедника. // Сб. науч. трудов посвящ. 75-летию юбилею д.г.н., проф. Бероева Б.М., «Горные регионы: XXI век». – Владикавказ. – 2011. – С. 173 - 175.
12. Дзодзикова М.Э., Бадтиев Ю.С., Алагов А.А. Лихеноиндикация воздушного бассейна долины реки Ардон. // Междунар. науч.-практич. конф.: «Экология, эволюция и систематика животных». – Рязань. – 2012. – С. 403 - 404.
13. Дзодзикова М.Э., Бадтиев Ю.С., Бутаева Ф.М., Алагов А.А. Лихеноиндикация воздушного бассейна и детская заболеваемость в «Горном Кусте». // Мат. IX междунар. конгр.: «Экология и дети». – Анапа. – 2012. – С. 31 - 37.
14. Дзодзикова М.Э., Бадтиев Ю.С., Бутаева Ф.М. Экологическое состояние воздушного бассейна и заболеваемость и смертность среди населения в «Горном кусте» Алагирского района РСО-А. // Вестник ВНИЦ РАН. – 2013. – Т. 13. – №3. – С. 48 - 54.
15. Дзодзикова М.Э., Бутаева Ф.М. Состояние здоровья населения, проживающего на территориях Северо-Осетинского заповедника и охранной зоны в 2006 - 2011 гг. // Мат. междунар. науч.-практ. конф.: «Белые ночи – 2013». – Санкт-Петербург. – 2013. – С. 84 - 86.
16. ГОСТ 17.41.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения»

## ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 621.0

### КОКСОВАНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Мустафаев И.И.**, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Азербайджана, академик МАНЭБ, заведующей кафедрой «ЧС и БЖД», Азербайджанского архитектурно-строительного университета, imustafayev@mail.ru.

**Ахундов Р.Г.** адъюнкт Военной Академии Вооруженных Сил Азербайджанской Республики.

**Аннотация.** Изучено влияние ионизирующего излучения и температуры на процесс коксования углеродистых материалов. Показано, что в интервалах температуры 300-500°C и поглощенной дозы 0-5,0 кГр в результате радиационно-термического воздействия на углеродистые вещества в два раза ускоряется выделение из них летучих веществ и газов, при этом происходит открытие в них дополнительных микропор. Сорбционная способность обработанных таким образом углеродистых веществ увеличивается более чем в 2,2 раза. Это создает основу для использования радиационных технологий для получения высокоэффективных активированных углей, и их использования в технологических процессах при охране окружающей среды и обеспечения жизнедеятельности человека.

**Ключевые слова:** адсорбенты, адсорбция, углерод, углеродистые вещества, коксование, радиационно-термические процессы, микропоры, активация.

### COKING OF CARBON SUBSTANCES BY IONIZING RAYS

**Mustafayev I.I., Akhundov R.G.**

**Abstract.** The influence of ionizing radiation and temperature on the coking process of carbon materials has been studied. It is shown that in the temperature ranges of 300-500 ° C and the absorbed dose of 0-5. 0 kGr, as a result of radiation and thermal effects on carbonaceous substances, the release of volatile substances and gases from them is twice accelerated, and additional micropores are opened in them. The sorption capacity of carbonaceous substances treated in this way increases by more than 2.2 times. This creates the basis for the use of radiation technologies to produce highly effective activated carbon, and their use in technological processes for environmental protection and human life..

**Keywords:** adsorbents, adsorption, carbon, carbonaceous substances, coking, radiation-thermal processes, activation.

Получение высокоэффективных углеродных адсорбентов с развитой микропористой структурой имеет важное значения для охраны окружающей среды и обеспечения безопасности жизнедеятельности [1]. Одним из способов развития

микропористой структуры углеродистых веществ является воздействие ионизирующих излучений. Исследования по применению ионизирующих лучей в стимулировании процессов превращения угля и других углеродных материалов началось с 60-х годов прошлого века. Краткий обзор исследований, проведенных в этой области за последние 50 лет, приводится в работах [2-6]. В результате радиационно-химического воздействия излучения наблюдалось ускорение процессов газификации, пиролиза, гидрогенизации и экстракции угля, было установлено начало интенсивных процессов при более низких температурах, а также снижение энергии активации. Однако применение ионизирующего излучения в процессах коксования углеродных веществ и, в конечном итоге, получения сырья для углеродных адсорбентов систематически не исследованы.

В наших исследованиях изучалось влияние излучения на процесс коксования четырех видов углеродных веществ: нефтяного кокса, древесного угля, каменного угля и полимерного материала.

#### Методика

Для изучения влияния радиационного излучения на процесс коксования углей была смонтирована и применена на практике установка, работающая в полупроточном режиме. Принципиальная схема лабораторной установки показана на рис. 1.

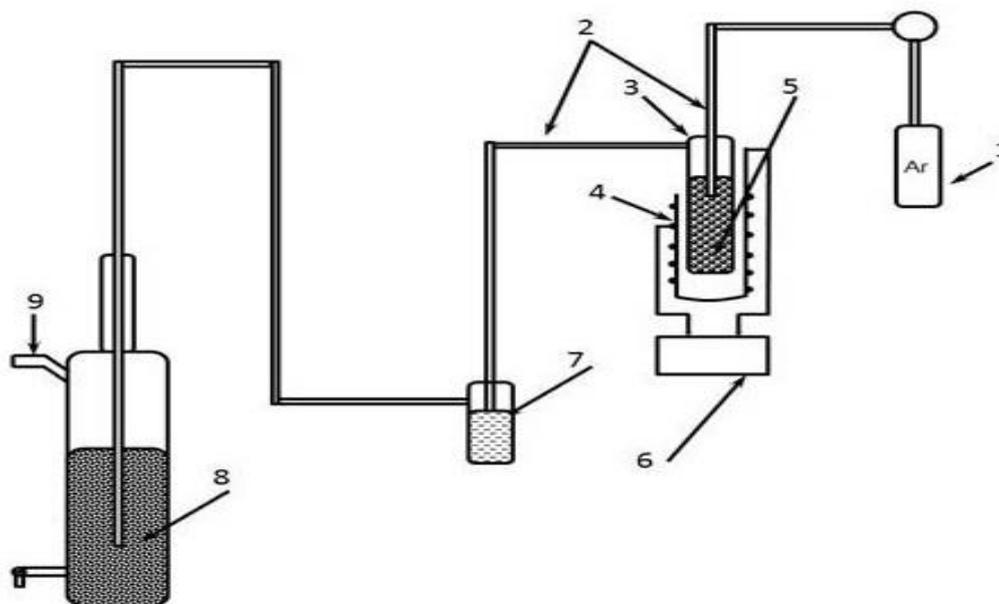


Рисунок 1. Схема экспериментального устройства для изучения влияния радиации на радиационно-термическое разложение углеродсодержащих веществ: 1- газовый баллон; 2- коммуникационные трубы; 3-реактор; 4-спирали для нагрева реактора; 5-образец; 6-терморегулятор; 7-приемник жидких продуктов; 8-газометр; 9- выход на хроматограф.

Образец в течение всего эксперимента в стационарном режиме подвергается воздействию ионизирующего излучения и температуры в реакторе 3. Для удаления из зоны реакции образовавшихся продуктов из инертного газового баллона 1, через коммуникационные трубы 2 подается газ со скоростью 1 мл/сек. В реакторе, при помощи нагревательных спиралей 4 и терморегулятора 6, поддерживается постоянная

температура образца 5. Образующиеся в реакторе жидкие продукты содержатся в приемнике жидкости 7, а газы- в газометре 8. Реакторная часть установки располагается в зоне максимального воздействия гамма излучения. Общее количество образующихся жидких и газовых продуктов измеряется в градуированном приемнике, а состав определяется хроматографическим и спектроскопическим методами. После эксперимента в реакторе, оставшийся, полукоксованный или же коксованный сухой остаток проверяется на сорбционную способность по бензолу в вакуумной установке.

Для качественного анализа жидких продуктов применялся спектрометр Фурье “Varian-220”, а для анализа газов хроматограф Agilent GC 7890A. Доза гамма-излучения определялась дозиметром Фрике. Погрешность экспериментов была рассчитана по методу наименьших квадратов и составила 12-15%.

#### Экспериментальная часть

Процесс коксования углеродных веществ под воздействием гамма-излучения и тепла исследован в диапазонах температур 300-500°C и поглощенной дозы 0 - 5,0 кГр. Зависимость выхода газовых, жидких и твердых остатков от температуры за 0,5 ч ( $D = 0,5$  кГр) приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, при стабильно поддерживаемых поглощенных дозах, по мере повышения температуры, из углеродных продуктов летучие соединения выделяются в жидком и газообразном виде. Скорость и состав продуктов зависит от температуры и поглощенной дозы. Так, при повышении температуры выход продуктов в газовой фазе увеличивается. При относительно низких температурах (<300°C) из углеродных веществ выделяются водяной пар и накопленные газы, такие как  $CO_2$ ,  $CH_4$ . При более высоких температурах из углеродных веществ выделяются функциональные группы, связанные слабыми связями такие как  $-CO-$ ,  $-CH_2-$ ,  $-COH-$ .

Исследования, проведенные с помощью инфракрасной спектроскопии, показали, что жидкие продукты состоят в основном из полициклических ароматических соединений и могут использоваться в качестве исходного материала для получения ароматических углеводородов или в качестве топлива.

Таблица 1 – Зависимость выхода (масс.%) продуктов разложения углеродистых веществ в разных фазах при радиационно-термическом воздействии (мощность поглощенной дозы 0,5 кГр)

Вид материала	Температура														
	100°C			200°C			300°C			400°C			500°C		
	т	ж	г	т	ж	г	т	ж	г	т	ж	г	т	ж	г
Древесина	80,1	18,2	1,7	65,1	29,3	5,6	60,2	32,0	7,8	56,2	28,6	15,2	53,0	18,8	28,2
Нефтяной кокс	89,0	10,4	0,6	74,8	20,4	4,8	68,1	25,2	6,7	61,1	25,1	13,8	60,2	22,2	17,6
Каменный уголь	88,8	9,8	1,4	80,5	15,4	4,1	75,8	16,6	7,6	70,7	14,7	14,6	71,2	10,4	18,4
Полимер	91,9	6,1	2,0	82,7	13,7	3,6	78,6	15,9	5,5	74,9	16,2	8,9	76,8	11,6	11,6

Примечание: т – твердое; ж – жидкое; г – газообразное.

При радиационно-термическом разложении углеродистых веществ зависимость потери массы от температуры при значении дозы  $D=0,5$  кГр приведена на рисунке 2.

Как видно из рисунка, наибольшая потеря массы наблюдается у древесины, и при  $500^{\circ}\text{C}$  расщепляется до 45% ее массы. Углеродистые материалы, наиболее устойчивые к воздействию температуры и излучения в бескислородной среде – это полимер и каменный уголь. При температуре до  $500^{\circ}\text{C}$  они разлагаются лишь на 23-30%.

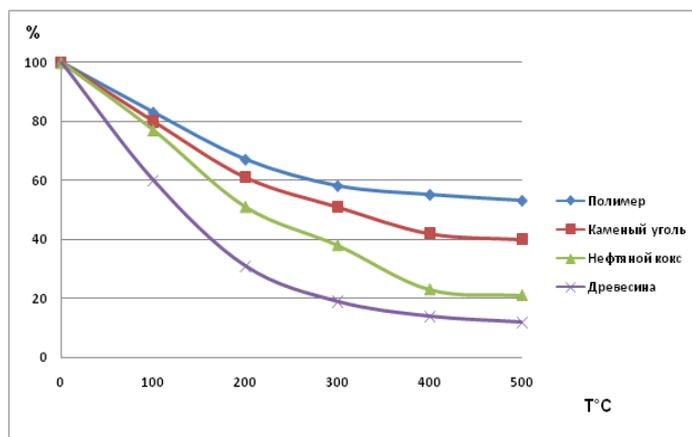


Рисунок 2. Влияние температуры полукоксования на кинетику извлечения летучих органических веществ

Газовые продукты –  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  и другие углеводороды, являющиеся побочным продуктом процесса коксования углеродных веществ, имеют большое значение для практического использования, поэтому мы подробно изучили этот вопрос. Зависимость выхода газов от температуры при дозе  $D=0.5$  кГр приведена на рис. 3. Как видно, эта зависимость увеличивается экспоненциально к повышению температуры в соответствии с законом Аррениуса.

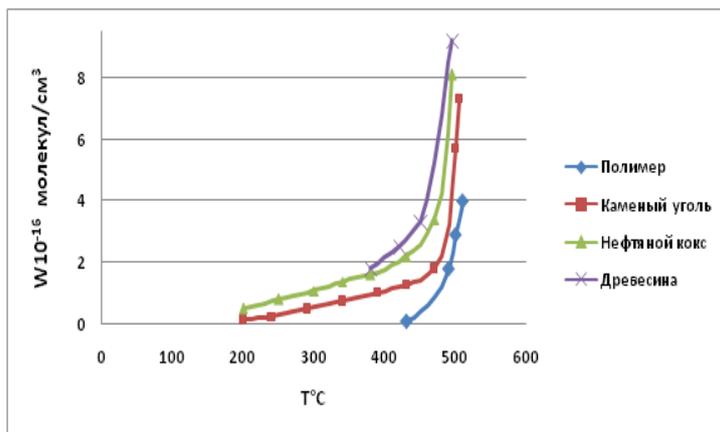


Рисунок 3. Кинетика образования газов в углеродосодержащих материалах (нефтяной кокс, древесина, каменный уголь и полимер) при температуре до  $500^{\circ}\text{C}$

Состав полученных газов определяли хроматографическим методом. Результаты, полученные на образце каменного угля при температуре 500°C и  $D=0,5$  кГр, приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты хроматографического определения состава полученных газов

Виды воздействия	Состава полученных газов, масс.%							
	$H_2$	$CO$	$CH_4$	$C_2H_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$\Sigma$
Термическое, $V_t$ , % (масса)	2,5	11,8	16,6	22,7	14,6	13,2	18,6	100
Радиационно-термическое, $V_{rt}$ , % (масса)	2.1	28,8	14,4	19,8	10,7	11.2	13,3	100

Также были исследованы термические процессы в идентичных условиях для оценки роли излучения в образовании газов в процессе коксования углеродных веществ радиационно–термическим способом.

Кинетика выхода газов, образующихся в радиационно-термических и термических процессах, приведена на рис. 4. Как видно из рисунка, при температуре 500°C разница  $W_{rt}/W_t$  достигает 1,8-2,0, что доказывает стимулирующее воздействие радиации.

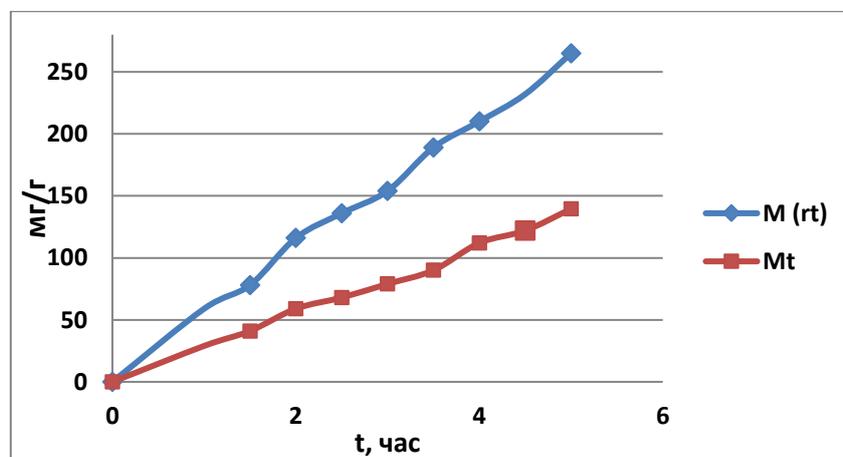


Рисунок 4. Кинетика выхода газов, образующихся при радиационно-термических  $M_{rt}$  и термических  $M_t$  процессах.

Из кинетической теории радиационно-термических процессов известно, что это соотношение выражается в следующей математической формуле:

$$W_{rt}/W_t = \frac{W_t + W_r}{W_r} = \frac{G_0 \cdot P \cdot 10^{-2}}{A \cdot \exp(E_0/R \cdot T) \cdot [M]}$$

где,  $G_0$ - радиационно-химическая генерация первичных радикалов, возникающих в результате воздействия радиации на углеродосодержащее вещество;

$A$  – коэффициент, связанный со стерическим фактором;

$E_0$  – энергия активации термического разложения органического вещества;

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$[M]$  – плотность реагентов, присутствующих в системе.

Нами была исследована адсорбционная способность по бензолу для полукоксов, полученных при разных температурах и дозах облучения. На рис. 5 показана кинетика адсорбции бензола в углеродистых материалах. Как видно, кинетика адсорбции бензола напоминает традиционные адсорбционные изотермы. В значениях времени адсорбции, 20 минут и более, наблюдается насыщенное состояние изотерм, что соответствует состоянию равновесия. Наибольшее поглощение наблюдается в полукоксе каменного угля, где сорбционный объем микропор достигает 0,4 мл/г. Последовательно, коэффициент поглощения в адсорбентах, полученных из древесного угля, составляет 0,35 мл/г, из полимера 0,25 мл/г, а из нефтяного кокса 0,15 мл/г.

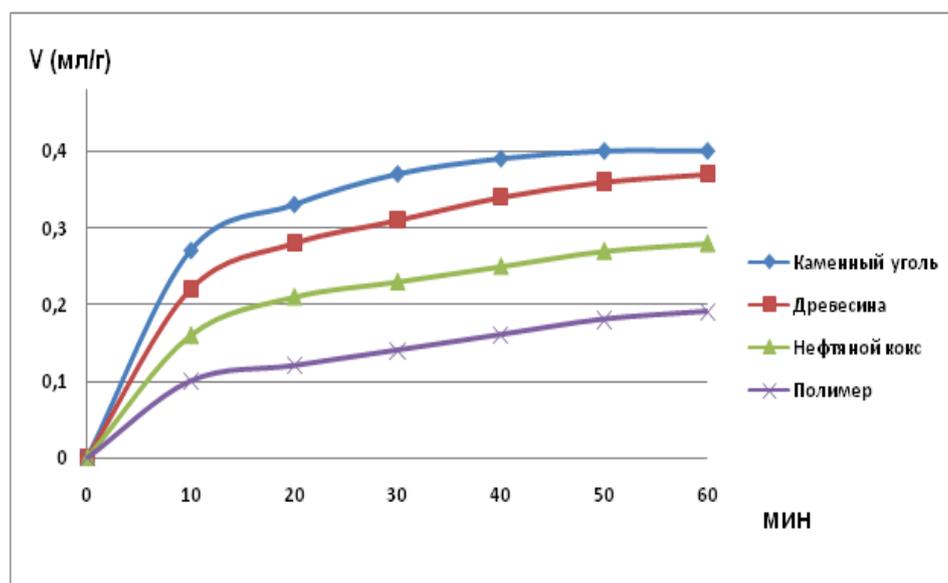


Рисунок 5. Кинетика сорбции бензола в углеродосодержащих материалах

Для сравнения, была исследована сорбционная способность по бензолу каменноугольного кокса, полученного в одинаковых температурных условиях термическим и радиационно-термическим методами, и результаты приведены на рис.6.

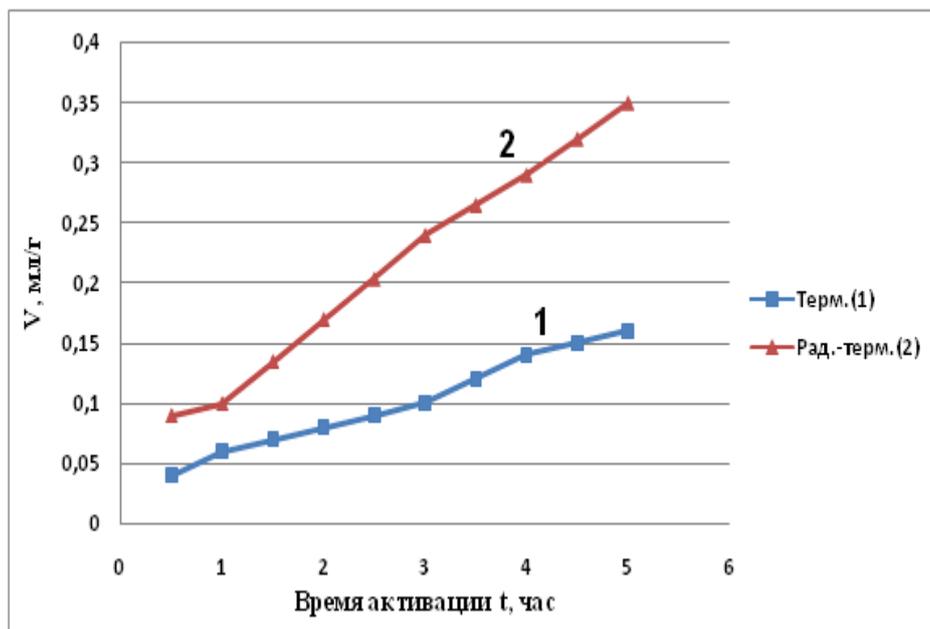


Рисунок 6. Сорбционная способность по бензолу каменноугольного кокса, полученного в одинаковых температурных условиях термическим и радиационно-термическим методами

Как видно сорбционная способность по бензолу кокса, полученного радиационно-термическим методом больше в 2,0-2,2 раза. В принципе, во время термического коксования полное открытие пор не происходит, эти поры и пути к ним заполнены коксовыми смолами.

В результате радиационно-стимулирующих процессов деструкции, при воздействии радиационного излучения, открываются поры и связывающие пути с ними, и сорбционная способность возрастает более чем в 2,5 раза.

#### Выводы

1. В результате радиационно-термического воздействия на углеродные вещества при температурах до 500°C и дозе 0,5 кГр выделение летучих и газообразных веществ ускорятся до двух раз, а состав образующихся газов существенно меняется.

2. В результате высокой проницаемости и химического воздействия радиационного излучения, в процессе коксования углеродных веществ, происходит открытие микропор, а сорбционная способность увеличивается более чем в 2,2 раза, что создает основу для использования радиационных технологий в получении углеродных адсорбентов.

#### Библиография

1. Н. Benaddi, T.J. Badosz, J. Jagiello, J.A. Schwarz, J.N. Rouzaud, D. Legrasc, F. Béguin. Surface functionality and porosity of activated carbons obtained from chemical activation of wood // Carbon 38 (2000) 669–674

2. Yuri Fujioka, Masayuki Nishifuji, Koji Saito, Kenji Kato. Analysis of Thermal Decomposition Behavior of Coals Using High Temperature Infrared Spectrophotometer System / Nippon steel technical report, No94, July 2006, pp 58-62.
3. Ram Krishna, Abbie NJones and Barry JMarsden. Gamma radiation effects on nuclear reactor grades graphite. / Structural Mechanics in reactor technology. Manchester, United Kingdom, 2015, D IV, p 157.
4. Andrew Riscoe. Using Ionizing Radiation for Catalysis. // Stanford University, Winter 2019, p79
5. I. Mustafayev, F. Cicek, E. Yuzbashov. Gas formation regularities at the consecutive and simultaneous impact of ionizing radiations and heat on Turkish lignites. // Fuel, 2011, v. 90, p. 2555-2559.
6. N. V. Lukyanov, A. M. Syroezhko, V. A. Itskovich, A. S. Lavrova, V. M. Strakhov, N. V. Slavoshevskaya. Semicoking of Kansk-Achinsk lignite and applications of tar fractions. Coke and Chemistry. April 2017, Volume 60, Issue 4, pp 144-153
7. И.И. Мустафаев Радиационно-химические превращения пентадекана. Химия высоких энергий. 1999, том 33, №5, с. 354-359

УДК 621.0

## **ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ САМОЛЕТОВ**

**Родин Г.А.**, доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ; начальник отдела, **Петров В.А.**, кандидат технических наук, доцент, академик МАНЭБ, исполнительный директор; **Петухов К.А.** инженер; АО «АСМ», Санкт-Петербург.

**Аннотация.** При противообледенительной обработке самолетов в гермокабину через систему кондиционирования может поступать до нескольких кг противообледенительных жидкостей в виде паров и аэрозолей. Проведенная оценка химической безопасности противообледенительных жидкостей, содержащих моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль или пропиленгликоль, показала, что риски их недопустимого воздействия на членов экипажа и пассажиров самолетов, могут превышать нормативные значения.

**Ключевые слова:** моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль и пропиленгликоль, химическая безопасность, риски поражения.

## CHEMICAL SAFETY ASSESSMENT OF DE-ICING FLUIDS USED FOR AIRCRAFT HANDLING

**Rodin G.A., Petrov V.A., Petukhov K.A.**

**Abstract.** Up to several kg of de-icing liquids in the form of vapors and aerosols during de-icing treatment can be supplied to the air-conditioning cabin of aircraft through the air conditioning system. The chemical safety assessment of anti-icing liquids containing monoethylene glycol, diethylene glycol or propylene glycol showed that the risks of their unacceptable impact on the crew and passengers of aircraft exceed the normative values.

**Key words:** monoethyleneglycol, diethyleneglycol and propyleneglycol, chemical safety, damage risks.

Аэродинамические свойства самолетов очень чувствительны даже к незначительным изменениям геометрических параметров фюзеляжа и крыльев. При низких температурах, в результате выпадения осадков или высокой влажности воздуха, на поверхности самолета могут образовываться снежно-ледяные отложения, которые не только отрицательно влияют на аэродинамические свойства самолетов, но и могут вызвать полную или частичную блокировку рулевых поверхностей и других механизмов.

Для предотвращения этих явлений в аэропортах северных широт в зимний период, перед вылетом, проводят обработку самолетов противообледенительной жидкостью. Существует три метода очистки воздушного судна от снежно-ледяных отложений: механический, воздушно-тепловой и физико-химический.

Механический способ представляет собой ручную очистку поверхностей самолета наподобие очистки автомобиля. Это самый дешевый способ, однако, ввиду большой трудоемкости и длительности процесса активно применяется лишь в военно-воздушных силах.

Воздушно тепловой способ подразумевает использование специальных обдувочных машин на основе реактивных двигателей. Данный способ был широко распространен в СССР, однако, современные самолеты иностранного производства ввиду высокой вероятности повреждения обшивки так не обрабатывают.

Физико-химический способ представляет собой - облив самолета специальной, противообледенительной жидкостью (ПОЖ), нагретой до 60-70°. Этот способ является самым массовым.

Для обработки используются специальные машины. В зависимости от размера самолета их количество варьируется.

Как видно из рис.1 и 2 [24, 25], при нарушении персоналом правил обработки поверхности самолета с помощью ПОЖ или, например, смене направления ветра на взлетном поле, возможен забор воздуха, содержащего ПОЖ в виде капель и аэрозоля различной дисперсности внутрь самолета через систему кондиционирования.



Рисунок 1.



Рисунок 2.

На рис. 3 представлена стандартная схема системы кондиционирования воздуха самолета. Как видно из рисунка, наружный воздух забирается непосредственно у двигателей, где нагревается и поступает в блоки воздушных кондиционеров. После кондиционирования, воздух равномерно распределяется по салону и в гермокабины.

Расход воздуха, поступающего в блоки кондиционеров, составляет 0,27–0,35 кг/с, а кратность воздухообмена в салоне самолет – 25-30 обменов в час. В результате этого, вовнутрь гермокабины самолета, в течение короткого времени (десятки секунд - минуты), может поступить от нескольких десятков граммов до нескольких килограммов ПОЖ, что должно представлять химическую опасность для пассажиров и экипажа воздушного судна.

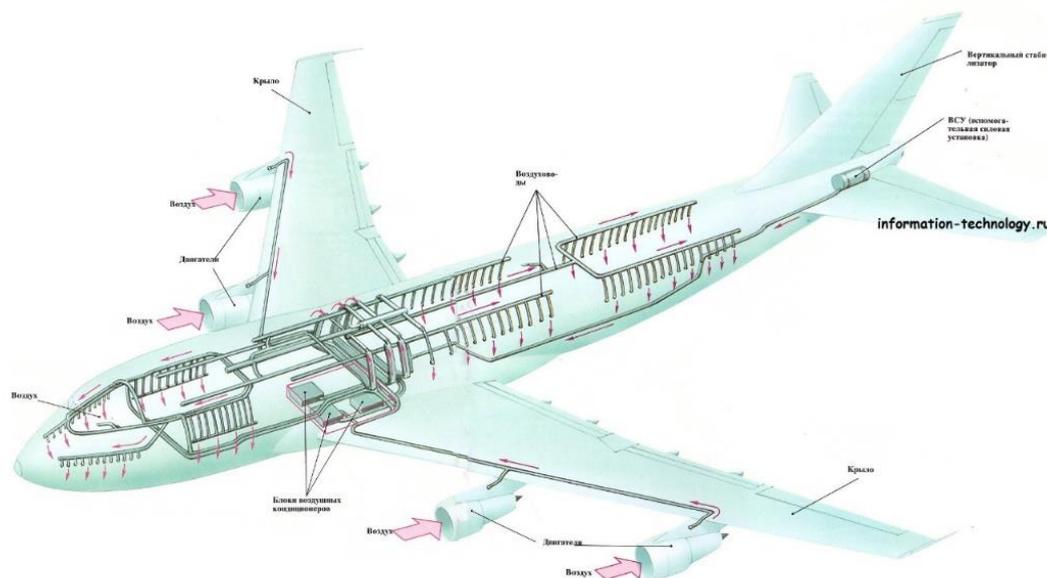


Рисунок 3. Система кондиционирования воздуха [26]

В настоящее время, наиболее распространёнными противообледенителями являются жидкости, содержащие моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль и пропиленгликоль, различные противокоррозионные добавки и поверхностно активные вещества (ПАВ).

Наибольшую опасность из веществ, входящих в ПОЖ, представляют этиленгликоли, которые по степени воздействия на организм относятся к умеренно токсичным веществам 3-го класса опасности.

Этиленгликоли имеют относительно низкую летучесть при нормальной температуре, поэтому их пары обладают не столь высокой токсичностью и представляют опасность лишь при длительном вдыхании.

Однако, опасность представляют туманы, в которых концентрация этиленгликоля может достигать больших значений. Опыты, проведенные на крысах, показали, что концентрация  $200 \text{ мг/м}^3$  вызывает у них угнетение центральной нервной системы, нарушение функций почек, сдвиги кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза, снижение активности алкоголь- и лактатдегидрогеназы [1]. Повышение температуры этиленгликоля или окружающей среды резко увеличивают возможность острого ингаляционного отравления, что особенно важно в условиях гермообъекта [2].

Порог острого воздействия этиленгликоля (по изменению суммационно-порогового показателя и активности алкогольдегидрогеназы) составляет  $100 \text{ мг/м}^3$  [2].

Предельно допустимая концентрация для воздуха рабочей зоны (ПДКрз) для моноэтиленгликоля составляет  $5 \text{ мг/м}^3$ , для диэтиленгликоля –  $10 \text{ мг/м}^3$ , пропиленгликоля –  $10 \text{ мг/м}^3$  [3].

Объектами исследования являются противообледенительные жидкости (ПОЖ):

Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ЭГ» тип I СТО 025-80119761-2018;

Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ДЭГ» тип I СТО 026-80119761-2018;

Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ЭГ» тип IV СТО 027-80119761-2018;

Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ПГ» тип IV СТО 028-80119761-2018.

Целью исследования являлась оценка химической безопасности ПОЖ при противообледенительной обработке поверхностей пассажирских самолетов.

В состав указанных ПОЖ входят: гликоли (~90%), противокоррозионные присадки и поверхностно активные вещества (ПАВ). Основные характеристики ПОЖ представлены в табл. 1.

Для оценки химической безопасности ПОЖ использована методика, приведенная в [5].

Таблица 1 – Основные характеристики ПОЖ [8-11]

№№ пп	Наименование ПОЖ	Состав	Токсикологические характеристики	Расход ПОЖ
1	СТО 025-80119761-2018 Жидкость противообледенительная «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип I	– моноэтиленгликоль 89% – противокоррозионные присадки – ПАВ	ПДКрз=5 мг/м <sup>3</sup> , 3 класс опасности с 70% и выше	не менее 1,0 л/м <sup>2</sup>
2	СТО 026-80119761-2018 Жидкость противообледенительная «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ДЭГ» тип I	– диэтиленгликоль – противокоррозионные присадки – ПАВ	ПДКрз=10 мг/м <sup>3</sup> , 3 класс опасности с 70% и выше	1,0-1,6 л/м <sup>2</sup>
3	СТО 027-80119761-2018 Жидкость противообледенительная «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип IV	– моноэтиленгликоль – противокоррозионные присадки – ПАВ – загуститель	ПДКрз=5 мг/м <sup>3</sup> , 3 класс опасности	не менее 1,0 л/м <sup>2</sup>

Расчет производился по следующим зависимостям:

При поступлении вредных химических веществ (ВХВ) их концентрация рассчитывается по формуле:

$$c_{шт, i} = m_{шт, i} / V_c, \text{ мг/ м}^3 \quad (1)$$

где  $m_{шт, i}$  – масса  $i$ -го ВХВ поступившая в воздушную среду, мг.

Рассчитывается токсодоза:

$$D_{ав, i} = (m_{ав, i} \cdot t_{возд, ав}) / V_c, \text{ мг/ м}^3 \quad (2)$$

где  $m_{ав, i}$  – масса ВХВ поступившая в воздушную среду, мг;

$V_c$  – свободный объем гермокабины самолета, м<sup>3</sup>;

$t_{возд.шт, i}$  – длительность воздействия  $i$ -го ВХВ на экипаж, мин.

Величины соответствующих токсозэффектов рассчитываются по формуле:

$$T_i = D_{ав, i} / (C_{н, i} \cdot t_{возд.шт, i}) \quad (3)$$

где  $C_{н, i}$  – нормативная концентрация  $i$ -го ВХВ для определенной длительности воздействия ВХВ ( $t_{возд}$ ).

Вероятности получения экспозиционных доз (дозы, приводящие к поражению:  $JS$  – средней тяжести;  $LC$  – тяжелому поражению/летальному исходу), превышающие их граничные значения рассчитываются по формуле:

$$P_{б, i} = 0,5 \cdot [1 + \text{erf}(1,02 \cdot \ln T_i)] \quad (4)$$

Доля времени за год, в течение которого экипаж находился в гермокабине самолета, рассчитывается по формуле:

$$P_{п} = t_{об} / (365 \cdot 24) \quad (5)$$

где  $t_{об}$  – общая длительность пребывания конкретного члена экипажа на объекте в течение года, час.;

Расчет рисков поражения от  $i$ -го ВХВ

индивидуальный риск поражения средней тяжести:

$$R_{Z, i} = P_{п} \cdot P_{а} \cdot (P_{бJS, i} - P_{бLC, i}) \quad (6)$$

индивидуальный риск тяжелого поражения:

$$R_{L, i} = P_{п} \cdot P_{а} \cdot P_{бLC, i} \quad (7)$$

где  $P_{а}$  – вероятность перехода источника в аварийное состояние.

При оценке химической безопасности ПОЖ были приняты следующие исходные данные:

- кратность воздухообмена в гермокабине: 10 и 25 обменов/час;
- объем гермокабины: 150 м<sup>3</sup>;
- вероятность попадания ПОЖ в гермокабину через систему кондиционирования при проведении обработки самолета ПОЖ (вероятность аварийной ситуации): 0,1 случаев в год;
- время пребывания экипажа в самолете в течение года: 900 час [6];
- предельно допустимая концентрация моноэтиленгликоля: ПДКрз=5 мг/м<sup>3</sup> [1];
- предельно допустимая концентрация диэтиленгликоля: ПДКрз=10 мг/м<sup>3</sup> [1];
- предельно допустимая концентрация пропиленгликоля: ПДКрз=10 мг/м<sup>3</sup> [1].

Расчет концентраций ПОЖ в гермокабине производился по формуле (1). Результаты расчетов приведены в табл. 2 и 3, из которых видно, что концентрация ПОЖ в начале его попадания в гермокабину значительно превышает значения ПДКрз. Однако, в результате интенсивного воздухообмена, концентрация ВХВ в гермокабине уже через 30-60 мин становится ниже ПДКрз.

ПДКрз - концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредного вещества на уровне

ПДК не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью [3].

Как видно из табл. 2 и 3 длительность воздействия ПОЖ на экипаж самолета и пассажиров при его поступлении в гермокабину не превышает нескольких десятков минут.

Таблица 2 – Концентрация ПОЖ в гермокабине при кратности воздухообмена 10 обм./ч

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
0	333,3	666,7	1333	3333	6667	13333
1	282,2	564,3	1129	2822	5643	11286
5	144,9	289,7	579,5	1449	2897	5795
10	62,96	125,9	251,8	629,6	1259	2518
20	11,89	23,78	47,57	118,9	237,8	475,7
30	2,246	4,492	8,984	22,46	44,92	89,84
60	0,015	0,03	0,061	0,151	0,303	0,605
480	0	0	0	0	0	0

Таблица 3 – Концентрация ПОЖ в гермокабине при кратности воздухообмена 25 обм./ч

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
0	333,3	666,7	1333	3333	6667	13333
1	219,7	439,5	879	2197	4395	8790
5	41,5	83,01	166	415	830,1	1660
10	5,168	10,34	20,67	51,68	103,4	206,7
20	0,08	0,16	0,32	0,801	1,602	3,205
30	0,001	0,002	0,005	0,012	0,025	0,05
60	0	0	0	0	0	0
480	0	0	0	0	0	0

Для оценки химической безопасности ПОЖ, были определены расчетные нормативные концентрации моноэтиленгликоля, диэтиленгликоля и пропиленгликоля, входящие в состав ПОЖ, для экспозиций от 1 до 60 мин. путем экстраполяции значений ПДК<sub>крз</sub> на эти промежутки времени.

Для определения расчетных нормативных концентраций, для указанных промежутков времени, использовались данные по нормативным концентрациям, приведенным в [12-23].

Полученные значения расчетных ПДК, концентраций, приводящих к поражениям средней тяжести (СJ50) и концентраций, приводящих к тяжелым (летальным) поражениям (LС50), приведены в табл. 4 и 5.

Используя расчетные ПДК моноэтиленгликоля, диэтиленгликоля и пропиленгликоля, были определены кратности превышения их концентраций в гермокабине самолета. Результаты расчетов представлены в табл.6 и 7.

Таблица 4 – Значения расчетных нормативных концентраций моноэтиленгликоля для различных интервалов времени

Экспозиция, мин	ПДК мг/м <sup>3</sup>	СJ50, мг/м <sup>3</sup>	CL50, мг/м <sup>3</sup>
1	200,3	1480	9897
5	76,27	408,5	1979
10	50,32	234,6	989,7
20	33,2	134,7	494,9
30	26,03	97,42	329,9
60	17,17	55,95	165
480	4,932	10,6	20,62

Таблица 5 – Значения расчетных нормативных концентраций диэтиленгликоля и пропиленгликоля для различных интервалов времени

Экспозиция, мин	ПДК мг/м <sup>3</sup>	СJ50, мг/м <sup>3</sup>	CL50, мг/м <sup>3</sup>
1	445,9	2697	32860
5	169,8	744,3	6572
10	112	427,5	3286
20	73,89	245,5	1643
30	57,93	177,5	1095
60	38,22	102	547,7
480	10,98	19,32	68,46

Таблица 6 – Кратность превышения расчетных значений ПДК моноэтиленгликоля

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	<b>1,409</b>	<b>2,817</b>	<b>5,637</b>	<b>14,09</b>	<b>28,17</b>	<b>56,35</b>
5	<b>1,9</b>	<b>3,798</b>	<b>7,598</b>	<b>19</b>	<b>37,98</b>	<b>75,98</b>
10	<b>1,251</b>	<b>2,502</b>	<b>5,004</b>	<b>12,51</b>	<b>25,02</b>	<b>50,04</b>
20	0,358	0,716	<b>1,433</b>	<b>3,581</b>	<b>7,163</b>	<b>14,33</b>
30	0,086	0,173	0,345	0,863	<b>1,726</b>	<b>3,451</b>
60	0,00087	0,00174	0,00355	0,00879	0,0176	0,0352
480	0	0	0	0	0	0
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	<b>1,097</b>	<b>2,194</b>	<b>4,388</b>	<b>10,97</b>	<b>21,94</b>	<b>43,88</b>
5	0,544	<b>1,088</b>	<b>2,176</b>	<b>5,441</b>	<b>10,88</b>	<b>21,76</b>
10	0,103	0,205	0,411	<b>1,027</b>	<b>2,055</b>	<b>4,108</b>
20	0,002	0,005	0,01	0,024	0,048	0,097
30	0	0	0	0	0,001	0,002
60	0	0	0	0	0	0
480	0	0	0	0	0	0

Таблица 7 – Кратность превышения расчетных значений ПДК диэтиленгликоля и пропиленгликоля

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	0,633	<b>1,266</b>	<b>2,532</b>	<b>6,329</b>	<b>12,66</b>	<b>25,31</b>
5	0,853	<b>1,706</b>	<b>3,413</b>	<b>8,534</b>	<b>17,06</b>	<b>34,13</b>
10	0,562	<b>1,124</b>	<b>2,248</b>	<b>5,621</b>	<b>11,24</b>	<b>22,48</b>

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
20	0,161	0,322	0,644	<b>1,609</b>	<b>3,218</b>	<b>6,438</b>
30	0,039	0,078	0,155	0,388	0,775	<b>1,551</b>
60	0	0,001	0,002	0,004	0,008	0,016
480	0	0	0	0	0	0
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	0,493	0,986	<b>1,971</b>	<b>4,927</b>	<b>9,856</b>	<b>19,71</b>
5	0,244	0,489	0,978	<b>2,444</b>	<b>4,889</b>	<b>9,776</b>
10	0,046	0,092	0,185	0,461	0,923	<b>1,846</b>
20	0,001	0,002	0,004	0,011	0,022	0,043
30	0	0	0	0	0	0,001
60	0	0	0	0	0	0
480	0	0	0	0	0	0

Как видно из данных, представленных в табл. 6 и 7, при поступлении 200-500 грамм ВХВ, их концентрации в несколько раз превышают ПДК, а при поступлении более 500 грамм ВХВ – их концентрации в гермокабине превышают расчетные ПДК в десятки раз. При таких концентрациях ВХВ возможны поражения средней тяжести и тяжелые.

Оценка индивидуальных рисков неблагоприятного воздействия ПОЖ производилась по зависимостям (1)-(7), приведенным выше.

Рассматривались следующие риски неблагоприятного воздействия ПОЖ:

- поражение средней тяжести, соответствующее поражению при концентрации JC50 (концентрация ВХВ, приводящая к поражению, но без летального исхода);
- тяжелое поражение, соответствующее поражению при концентрации LC50 (концентрация ВХВ, приводящая к летальному исходу).

Расчет проводился для членов экипажа, время пребывания которых в самолете в течение года намного превосходит время пребывания пассажиров. Было принято, что время пребывания членов экипажа составляет 900 часов в год [4].

При проведении расчетов было принято, что вероятность поступления ПОЖ в гермокабину составляет 0,01 (один случай из ста случаев обработки самолета ПОЖ).

Результаты расчетов приведены в табл. 8 и 9.

Таблица 8 – Индивидуальные риски поражения средней тяжести при воздействии  
ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	8,66542E-06	8,45774E-05	<b>0,000357631</b>	<b>0,000812593</b>	<b>0,000787315</b>	<b>0,000435875</b>
5	6,93873E-05	<b>0,00031648</b>	<b>0,000674428</b>	<b>0,000658813</b>	<b>0,000297567</b>	<b>6,23424E-04</b>
10	2,97153E-05	<b>0,000188673</b>	<b>0,000531975</b>	<b>0,000685704</b>	<b>0,000367247</b>	<b>9,13364E-04</b>
20	2,38269E-07	6,36121E-06	6,82468E-05	<b>0,00042101</b>	<b>0,000668119</b>	<b>0,000503034</b>
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	3,05405E-05	<b>0,00041131</b>	<b>0,002326964</b>	<b>0,007216737</b>	<b>0,008456224</b>	<b>0,005797284</b>
5	5,00222E-06	<b>0,000110824</b>	<b>0,000997051</b>	<b>0,005118721</b>	<b>0,007639946</b>	<b>0,005958729</b>
10	1,91529E-10	3,44599E-08	2,35924E-06	<b>0,000149722</b>	<b>0,001216235</b>	<b>0,004280713</b>
20	0	0	0	7,41007E-16	8,38489E-13	3,57753E-10

Таблица 9 – Индивидуальные риски поражения средней тяжести при воздействии  
ПОЖ, содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	5,81671E-07	1,23798E-05	<b>0,000107668</b>	<b>0,00054163</b>	<b>0,000876565</b>	<b>0,000946512</b>
5	9,3988E-06	8,93336E-05	<b>0,000369574</b>	<b>0,000841638</b>	<b>0,000882032</b>	<b>0,00058759</b>
10	2,94919E-06	4,00823E-05	<b>0,000229139</b>	<b>0,000724246</b>	<b>0,000882907</b>	<b>0,000663574</b>
20	6,47812E-09	3,90725E-07	9,22842E-06	<b>0,000152176</b>	<b>0,000493388</b>	<b>0,000816911</b>
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	1,53339E-07	4,56754E-06	5,45051E-05	<b>0,000395161</b>	<b>0,000780284</b>	<b>0,000955076</b>
5	1,60958E-08	8,01166E-07	1,56731E-05	<b>0,000205666</b>	<b>0,00057794</b>	<b>0,000878383</b>
10	9,77924E-14	4,08014E-11	6,407E-09	1,18708E-06	2,0918E-05	<b>0,000151647</b>
20	0	0	0	5,71765E-20	2,01261E-16	2,00309E-13

Таблица 10 – Индивидуальные риски тяжелого поражения при воздействии ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	1,48033E-10	1,85291E-08	8,95612E-07	3,62003E-05	<b>0,000215115</b>	<b>0,000592382</b>
5	8,36938E-08	2,87133E-06	3,93732E-05	<b>0,000336275</b>	<b>0,000730004</b>	<b>0,000967591</b>
10	3,6407E-08	1,51231E-06	2,48907E-05	<b>0,000264762</b>	<b>0,00065484</b>	<b>0,000938345</b>
20	3,86637E-11	6,14805E-09	3,75275E-07	2,04331E-05	<b>0,000149556</b>	<b>0,000491559</b>
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	2,03932E-11	3,62617E-09	2,46366E-07	1,54083E-05	<b>0,00012443</b>	<b>0,000445033</b>
5	1,27658E-11	2,45585E-09	1,80348E-07	1,24844E-05	<b>0,00010821</b>	<b>0,000411918</b>
10	1,77819E-17	2,42634E-14	1,23428E-11	1,05879E-08	5,77202E-07	<b>1,22953E-05</b>
20	0	0	0	0	5,71765E-20	1,85595E-16

Таблица 11 – Индивидуальные риски тяжелого поражения при воздействии ПОЖ, содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль

Время, на которое производится оценка, мин	Количество ВХВ поступившего в гермокабину, кг					
	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
Кратность воздухообмена 10 обм/ч						
1	3,48399E-15	2,34214E-12	5,96797E-10	2,0524E-07	5,68526E-06	<b>6,34345E-05</b>
5	1,92892E-11	3,44916E-09	2,36949E-07	1,50303E-05	0,00012224	<b>0,000440828</b>
10	5,99261E-12	1,30524E-09	1,08662E-07	8,8317E-06	8,56959E-05	<b>0,000361003</b>
20	5,99953E-16	5,14373E-13	1,66406E-10	7,82123E-08	2,73018E-06	3,79976E-05
Кратность воздухообмена 25 обм/ч						
1	2,6061E-16	2,50426E-13	9,03654E-11	4,90926E-08	1,90956E-06	2,94339E-05
5	1,41626E-16	1,47425E-13	5,75981E-11	3,48102E-08	1,4625E-06	2,42864E-05
10	0	5,71765E-20	1,35909E-16	1,08225E-12	3,12014E-10	3,40024E-08
20	0	0	0	0	0	0

Индивидуальные риски не должны превышать [2]:

- при поражении средней тяжести -  $1 \cdot 10^{-4}$  случаев в год;

– при тяжелом поражении -  $5 \cdot 10^{-5}$  случаев в год;

В табл.12 приведена классификация уровней рисков тяжелого поражения при воздействии неблагоприятных факторов.

Таблица 12– Классификация уровней рисков тяжелого поражения

Уровень и характеристика риска	Величина риска тяжелого поражения	Возможное число потерянных дней <sup>*)</sup>
Высокий — не приемлемый производственных условий. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	более $10^{-3}$	25
Средний — допустим для производственных условий. Необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риском	$10^{-3}$ — $10^{-4}$	2,5—25
Низкий — допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4}$ — $10^{-6}$	0,025—0,25
Минимальный — желательная (целевая) величина риска	менее $10^{-6}$	менее 0,025
*) Расчет сделан исходя из средней продолжительности жизни 70 лет.		

Как видно из табл. 8 и 9, при поступлении в гермокабину более 100 г ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль, или более 200 г ПОЖ, содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль, наблюдается превышение значения нормативного риска поражения средней тяжести ( $1 \cdot 10^{-4}$  случаев в год).

Превышение нормативного риска тяжелого поражения ( $5 \cdot 10^{-5}$  случаев в год) наблюдается уже при поступлении в гермокабину 500 г ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль, или 2000 г ПОЖ (табл.10), содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль (табл.11).

### Заключение

При обработке поверхностей самолета противообледенительными жидкостями «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип I, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ДЭГ» тип I, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип IV, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ПГ» тип IV, содержащими моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль или пропиленгликоль, возможно поступление в течение очень короткого времени (десятки секунд-минут) от нескольких десятков гр. до нескольких кг. ПОЖ.

В первые минуты поступления ПОЖ, концентрации моноэтиленгликоля, диэтиленгликоля или пропиленгликоля в сотни раз превышают ПДКрз. Однако из-за высокой кратности воздухообмена в гермокабине, концентрации этих веществ снижаются и через 20-30 минут достигают ПДКрз.

Сравнение концентраций моноэтиленгликоля, диэтиленгликоля и пропиленгликоля, создающиеся в гермокабине, при поступлении ПОЖ в интервале 1-60 минут, с расчетными значениями ПДК для этого же промежутка времени показало, что при поступлении 200-500 граммов ПОЖ, концентрации моноэтиленгликоля, диэтиленгликоля или пропиленгликоля в несколько раз превышают значения расчетных ПДК, а при поступлении более 500 грамм – в десятки раз.

Превышение нормативных значений рисков поражения членов экипажа самолета средней тяжести ( $1 \cdot 10^{-4}$  случаев в год) наблюдается при поступлении в гермокабину более 100 г ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль, или более 200 г ПОЖ, содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль.

Превышение нормативных значений рисков тяжелого поражения ( $5 \cdot 10^{-5}$  случаев в год) членов экипажа самолета наблюдается при поступлении в гермокабину более 500 г ПОЖ, содержащем моноэтиленгликоль, или более 2000 г ПОЖ, содержащем диэтиленгликоль или пропиленгликоль.

Противообледенительные жидкости «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип I, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ДЭГ» тип I, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ЭГ» тип IV, «БИОНОРД-КРЫЛЬЯ ПГ» тип IV, содержащие моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль и пропиленгликоль представляют химическую опасность для членов экипажа и пассажиров самолетов.

### Библиография

1. Андреев Н.В. Хроническое действие этиленгликоля при ингаляционном и комплексном поступлении в организм. – В кн.: Вопросы токсикологии и санитарной химии синтетических материалов. Л., 1981, вып. 3, с 78-87.
2. Справочник по санитарной химии и токсикологии воздушной среды корабельных помещений. Под ред. Н.Т. Потемкина Воениздат, М., 1985
3. ГН 2.2.5.3532-18 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны"
4. ОСТ 54.30052-87. Воздух рабочей зоны воздушных судов. Общие санитарно-гигиенические требования. М., ГосНИИ ГА.
5. ОСТ5Р.0768-2015 Оценка химической безопасности на предприятиях судостроительной промышленности. Методика.
6. Приказ Минтранса РФ от 21 ноября 2005 г. N 139 "Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
7. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
8. СТО 025-80119761-2018 «Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ЭГ» тип I. Технические условия»;

9. СТО 026-80119761-2018 «Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ДЭГ» тип I. Технические условия»
10. СТО 027-80119761-2018 «Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ЭГ» тип IV. Технические условия»
11. СТО 028-80119761-2018 «Жидкость противообледенительная «Бионорд-Крылья ПГ» тип IV. Технические условия».
12. Беспаятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Химия, 1985
13. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов. Справочник Л.: Химия 1990
14. Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения. Справочник Л.: Химия 1994
15. Вредные химические вещества. неорганические соединения элементов V-VIII групп. Справочник. Л.: Химия, 1989
16. Грушко Я.М. Вредные химические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Справочник. Л.: Химия, 1986
17. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Справочник. Л.: Химия, 1987
18. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и в воде. Справочное пособие для выбора и гигиенической оценки методов обезвреживания промышленных отходов. Л.: Химия, 1975
19. Военная токсикология, радиология и защита от оружия массового поражения. Главное военно-медицинское управление.- М.: Воениздат, 1992г
20. Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ. Методика "Токси" Проект ФГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", 2005 г
21. Токсикологический справочник для врачей военно-морского флота. СПб, МО РФ, 1ЦНИИ МО РФ, 1996
22. Вредные вещества в промышленности. Т.1 Органические вещества. Изд. Химия, 1976
23. ГН 2.2.5.1313-03 Химические факторы производственной среды. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
24. New Anti-Icing Nechnologies, <https://www.xflashsystems.com/wp-content/uploads/2017/10/dice-768x432.jpg>
25. <https://www.denhartogh.com/repository/website/4.jpg>
26. [http://information-technology.ru/images/01-17/davlenie\\_vozdukha\\_v\\_samolete\\_01.jpg](http://information-technology.ru/images/01-17/davlenie_vozdukha_v_samolete_01.jpg)

УДК 543.27

## ИЗ ИСТОРИИ ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИИ КАК МЕТОДА ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

**Зайцева В.В.**, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: [viktoriarakalnis@mail.ru](mailto:viktoriarakalnis@mail.ru), **Михайленко В.С.**, научный сотрудник, НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

**Аннотация.** Статья посвящена истории появления и развития термокондуктометрии, как метода газового анализа. Рассмотрены основные вехи становления теории теплопроводности, создания первых газоанализаторов, основанных на измерении теплопроводности, а также области их применения.

**Ключевые слова:** газовый анализ, теплопроводность, мост Уитстоуна

### HISTORY OF THE THERMOCONDUCTOMETRY AS A METHOD OF GAS ANALYSIS

**Zaitseva V.V., Mikhailenko V.S.**

**Abstract.** The article is devoted to the history of the uprising and development of thermoconductometry as a method of gas analysis. The key milestones of the formation of the theory of thermal conductivity, the creation of the first gas analyzer based on the measurement of thermal conductivity, as well as their scope are considered.

**Keywords:** gas analysis, thermal conductivity, Wheatstone bridge

По принципу работы газоанализаторы делятся на химические и физические. Химическое детектирование основано на измерении изменения физического свойства чувствительного материала, благодаря его химическому взаимодействию с определяемым газом. К недостаткам химических сенсоров можно отнести: загрязнение поверхности материала при химическом взаимодействии, что сокращает срок эксплуатации прибора [1-4], а также значительное время отклика из-за большой зависимости скорости химической реакции от температуры окружающей среды [5-8].

Детекторы, основанные на измерении физических свойств определяемого газа, обладают большей стабильностью и меньшим временем отклика. Примером являются сенсоры, основанные на измерении теплопроводности, которые, обладая меньшей селективностью и чувствительностью, чем химические сенсоры [2], отличаются меньшим временем отклика и большей надежностью. Такие приборы особенно удобны для определения водорода, поскольку коэффициент теплопроводности последнего (0,1805 Вт/м·К [9]) примерно в 7,5 раз больше, чем таковая величина для воздуха (0,02394 Вт/м·К [10]). Это позволяет фиксировать даже малые изменения концентрации водорода. В отличие от ионизационных детекторов, чувствительных к изменению массы, детекторы, основанные на измерении теплопроводности – неdestructивные, фиксируют изменение концентрации. Благодаря этому свойству, они часто используются в микроанализе. Миниатюризация не ухудшает их характеристики. Распространенной

практикой является внедрение таких детекторов в газохроматографические системы [5, 11]. Информацию о производстве детекторов по теплопроводности, оптимизации их конструкции и характеристик можно найти в работах [2, 5], о моделировании и методике проведения измерений в работах [3, 4, 12], об описании электронных считывающих устройств и контроле при длительном использовании в статьях [2, 6, 13-15].

История формирования концепции теплопроводности имеет более чем 300-летнюю историю и связана с именами таких гигантов научного мира, как Галилей, Гук, Ньютон, Бургава, Франклин, Блэк, Румфорд, Фурье.

Для развития идей, касающихся переноса тепла, необходимо было изобрести термометр и калориметр, усовершенствовать методики их использования. Должны были появиться и развиваться предшествовавшие концепции знаний о тепле и тепловом потоке, о температуре, как понятии, отдельном от понятия тепла, о латентном (скрытом) и специфическом тепле. Проводимость – как способ передачи тепла требовалось отделить от понятий излучения и конвекции.

Несмотря на знание о существовании теплового потока, попыток изучить процесс с количественной точки зрения не производилось до изобретения термометра.

Первый термометр изобретен Галилеем около 1597 г. Однако еще в течение 175 лет понятия тепла и температуры не были обособлены, не отмечено попыток измерить эти величины. Следующее заметное событие – установление Гуком в 1664 г. постоянства точки замерзания, а в 1684 г. постоянства точки кипения воды. Далее следуют разрозненные, но необходимые для развития концепции этапы. В 1682 г. Мариотт делает первую попытку описания явления теплового излучения на экспериментальном уровне. В 1701 г. Ньютон публикует работу по усовершенствованию температурной шкалы «*Scala grandium caloris et frigoris*» в *Philosophical Transactions*, а в 1706 г. Фаренгейт предлагает температурную шкалу, которая в 1724 г. получила его имя. Вскоре, на основании работ Ньютона, Гильомом Амонтонем выдвигается предположение, что температура металлического стержня, нагретого с одного конца, меняется линейно по всей длине [16].

Плодотворным оказалось проведение аналогий между теплом и электричеством. Стивен Грей – основоположник науки об электричестве – в 1729 г. доложил об открытии электрической проводимости, введя термины «*electrics per se*» («электрический сам по себе») и «*non-electrics*» («неэлектрики»). Термины проводник и «непроводник» введены Деагюлье примерно в 1737–1740 гг. Вскоре они были распространены на тепловые явления [16].

К 1745 г. Гралат и Рихман независимо разработали приборы для оценки теплового потока, а первое средство измерения в области электричества предложено Хэнли в 1770 г. и описано Пристли в письме к Франклину [16].

Основываясь на экспериментальных данных, Франклину удалось достаточно полно описать явление электрической проводимости. Очевидно, именно ему принадлежит идея проведения аналогии между тепловой и электрической проводимостью. В 1757 г. В письме к Джону Лайнингу он пишет [16]: «Представляя огонь, так же как и электричество, жидкостью, способной проникать в другие тела в стремлении достичь равновесия, я полагаю, что некоторые тела лучше приспособлены

природой, чтобы быть проводниками этой жидкости, чем другие, и что обычно те, которые являются лучшими проводниками электрической жидкости, также лучше остальных проводят тепло, и наоборот».

Ему также принадлежит идея метода оценки относительной теплопроводности различных металлов. Во время визита во Францию в 1780 г. он делится своими взглядами с датским биологом и химиком Йоханнесом Ингенхаузом (1730–1799) и мотивирует его к осуществлению экспериментов в этой области.

Один из экспериментов заключался в том, что несколько проволок из различных материалов одной длины и диаметра, покрытых воском, погружались одновременно одним из концов в горячее масло на одинаковую глубину. Скорость плавления воска, при этом, напрямую определялась скоростью, с которой тепло может распространяться по металлу. На основании экспериментальных данных металлы были расположены в ряд по уменьшению проводимости: серебро, медь, золото, олово, железо, сталь и свинец [17].

Данный эксперимент был схож с опытом, проведенным Пристли в области электричества [16].

Эксперименты Франклина были недооценены из-за существовавшей, на тот момент, путаницы в понятиях температуры и тепла. Концепция теплоемкости или специфического тепла не была еще сформулирована, отсутствовал точный метод измерения количества тепла. Необходимость разграничения между понятиями температуры и тепла была впервые ясно прочувствована Блэком около 1760 г. Удивительно, что Франклин не был знаком с взглядами Блэка, несмотря на то, что они были современниками. Правда, Блэк не был сторонником быстрой публикации результатов своих научных открытий, равно как и проведения экспериментов, выводы которых дублировали ранее полученные.

Экспериментально Блэк показывает различия между теплом и температурой, дает описание теплового равновесия, расширяет знания в области специфического и скрытого тепла. В комментариях к «распространению тепла» Блэк говорит [16]: «...это то, что называли равным теплом или равномерным распределением тепла между различными телами; я называю это тепловым равновесием. Природу этого равновесия не понимали со всей ясностью до того, как я предложил метод его исследования. Доктор Бургаве представлял, что при достижении равновесия количество тепла в каждой области пространства равно, хотя и находится в различных телах... Но это только поверхностный взгляд на предмет. В нем смешивается количество тепла в разных телах и его общая сила или интенсивность, хотя явно, что это разные вещи, которые всегда надо различать, когда мы говорим о распределении тепла».

Учитывая теплоемкость тел, он говорит [16]: «Ранее было общепринято, что количества тепла, требуемые для нагревания разных тел до одной и той же температуры, прямо пропорциональны количествам материи в них; и, следовательно, когда тела имеют равный размер, количества тепла пропорциональны их плотностям. Но вскоре после того, как я начал задумываться над этим вопросом (1760 г.), я пришел к выводу об ошибочности такого мнения...».

Он осознал, что все вещества «передают» тепло с разной «скоростью»: «...жидкости обычно получают тепло и переносят его через себя быстрее, чем большее

число металлов» [16]. Это свидетельствует о путанице, существовавшей между понятиями проводимости и конвекции.

Значительный прогресс, достигнутый Блэком, основывался, по большей части, на изобретении и использовании им колориметра (1760 г.). Теперь научный мир впервые был на правильном пути к измерению теплопроводности тел.

Исследования проводимости тепла твердыми телами Иоганом Генрихом Ламбертом (1728–1777) продолжили эксперименты Амонтонна и опровергли представления о линейности температурного профиля. Амонтон показал, что температура вдоль стержня убывает по логарифмическому закону, а также указал на влияние геометрии стержня на температурный профиль [17].

Несмотря на то, что излучение давно было выделено, как независимый способ переноса тепла, разделение понятий проводимости и конвекции потребовало гораздо больше времени.

Следующий значительный вклад был сделан Румфордом (1753–1814), которому удалось сравнить проводящую способность различных материалов: металлов и твердых неметаллов, жидкостей и газов (торричеллиевой пустоты, воздуха различной влажности), одежды (для определения ее изолирующих свойств), тушеного мяса, каш и яблочного соуса, последнего в различных «концентрациях». Интерес к последнему возник на основании личного опыта [16]: «Во время обеда я часто наблюдал, что определенные блюда сохраняли тепло дольше остальных...», например, «яблочные пироги и яблоки с миндалем оставались горячими в течение продолжительного времени..., но я никогда не обжигал ими рот и не видел людей, которых постигла эта неприятность».

Как Ингенхауз, так и Румфорд не осознавали, что скорость изменения температуры во времени зависит от теплопроводности и специфического тепла. Базируясь на экспериментальных данных, Румфорд заключил, что жидкости и газы не проводят тепло: «Хотя частицы любой жидкости могут получать тепло от других тел индивидуально или сообщать его другим, взаимообмен теплом между ними абсолютно невозможен»; «...когда тепло распространяется в твердых телах, оно распространяется от частицы к частице, шаг за шагом, и, очевидно с одинаковой скоростью в каждом направлении»; «...при распространении тепла внутри твердых тел, от частицы к частице, происходящему по определенным законам, жидкости нагреваются в отдаленных участках только фактическим переносом частицы, которая получила тепло при непосредственном контакте с горячим телом...». Это заключение было основано на лучших из доступных тогда экспериментов и имело силу до 1880 г. Открытие проводящей способности жидкостей и газов принадлежит Эндрюсу, Грове и Магнусу [16].

При планировании экспериментов Румфорд использовал аналогию между электричеством и теплом, тесно сотрудничал с Пикте, который впервые доказал, что проводящая сила тела является свойством, не зависящим от физического положения [16]. Благодаря работам Румфорда и Пикте, к 1810 г. концепция теплопроводности сложилась достаточно полно. Оставался последний шаг к пониманию специфичности свойства и формулировке теории проводимости.

В начале XIX в. Жан Батист Фурье (1768–1830) формулирует теорию теплопроводности. Итогом его исследований явилась монография- «Аналитическая теория теплоты» (1822 г.). Первая попытка теоретического анализа явлений теплопроводности была основана на прямом применении закона охлаждения Ньютона. Закон охлаждения – интегральный закон, а для описания явления теплопроводности необходимо было установить дифференциальное соотношение. Для составления дифференциального уравнения, описывающего потока тепла, распространяющегося вдоль стержня, нужно рассматривать бесконечно близкие слои в этом стержне. Разность температур между такими слоями так же бесконечно мала, и непосредственное применение закона охлаждения Ньютона приводит к тому, что и поток теплоты от слоя к слою также должен быть бесконечно малой величиной. Таким образом, приходим к нелепому результату – тело не может ни нагреваться, ни охлаждаться за конечный промежуток времени. Фурье разрешил эту трудность, установив, что поток тепла пропорционален не просто разности температур, а разности, отнесенной к единице длины – градиенту температуры. По Фурье, количество теплоты  $Q$ , проходящей через площадку  $S$  за время  $t$  вдоль направления  $x$ , таково:

$$\frac{dQ}{dt} = -kS \frac{dT}{dx}$$

где  $dT/dx$  – изменение температуры на единицу длины (градиент температуры);  $k$  – коэффициент теплопроводности, зависящий от свойств теплопередающей среды.

Этот коэффициент Фурье определяет, как «количество теплоты, которое протекает в однородном твердом теле, ограниченном двумя бесконечными параллельными плоскостями, в течение одной минуты через площадку в один квадратный метр, параллельную пограничным плоскостям (находящимся на расстоянии, равном единице), когда эти плоскости поддерживаются при температурах: одна при температуре кипения воды, другая – тающего льда». Чтобы получить общее уравнение теплопроводности, Фурье применяет найденный закон к бесконечно малым элементам в теплопроводящей среде, устанавливая при этом связь между изменением содержания теплоты в ней и изменением температуры. Он полагал, что довел теорию теплоты до такого состояния, до которого развил механику Лагранж, поэтому по аналогии с «Аналитической механикой» Лагранжа Фурье назвал свою книгу «Аналитической теорией теплоты».

Знак минус в уравнении теплопроводности Фурье указывает на то, что теплота передается в направлении уменьшения температуры. Численно, коэффициент теплопроводности равен количеству теплоты, проходящему в единицу времени через единицу изотермической поверхности, при условии  $dT/dx = 1$ . Для большинства материалов зависимость коэффициента теплопроводности от температуры приближенно можно выразить в виде линейной функции. Коэффициент теплопроводности зависит от большого числа факторов (химического состава, структуры, пористости и т.п.).

Теория Фурье стала отправным пунктом для исследования электрического сопротивления, введения понятия молекулярной диффузии, описания потока жидкости.

В 1828 г. Ом, работая независимо, хотя, вероятно, знакомый с работами Фурье, опубликовал статью, касавшуюся электрической проводимости. Форбз провел аналогию между теплом и электричеством, при установлении соотношения между тепловой и

электрической проводимостью для твердых тел; он был первым, кто показал зависимость теплопроводности от температуры [16].

Важным вкладом в физику XIX века стало экспериментальное открытие Джеймсом Прескоттом Джоулем (1818–1889) закона, говорящее о том, что количество тепла, выделенного в единицу времени при распространении электричества в проводнике, пропорционально произведению сопротивления проводника на квадрат силы тока. Впервые этот закон обеспечил оценку теплового потока, генерированного электрическим током. Тем не менее, до конца XIX века точное измерение теплопроводности было затруднено из-за необходимости не прямой оценки теплового потока. Среди первых, кто использовал электрические нагреватели в качестве контролируемых источников тепла при измерении теплопроводности, был Чарльз Лис [17].

Хотя способность газов проводить тепло значительно ниже, чем жидкостей и твердых тел, этим свойством разные газы обладают в разной степени. Самой высокой теплопроводностью обладают водород и гелий. Их теплопроводность, тем не менее, примерно в 1000 раз меньше, чем теплопроводность металлов. Поскольку для газов величины теплопроводности колеблются значительно, измерение последней является удобным методом оценки состава газовой смеси, путем сопоставления теплопроводности смеси и газа. Дополнительно необходимо, чтобы теплопроводность смеси менялась более или менее линейно, при варьировании состава в исследуемом интервале концентраций.

Вместо измерения абсолютной теплопроводности газа, проще сравнивать теплопроводность неизвестного газа и газа сравнения: воздуха, водорода или любого другого газа, подходящего стандарта.

На рис. 1а схематически показан общий принцип действия проборов для измерения теплопроводности.

Тонкая проволока, нагреваемая действием электрического тока, окружена газом, проводящим тепло от проволоки к стенкам камеры. Термопара, находящаяся в контакте с горячей проволокой, измеряет превышение температуры проволоки относительно стенок камеры – величину, обратно пропорциональную теплопроводности газа для данного напряжения, подаваемого на проволоку.

Для сравнения теплопроводности исследуемой смеси с теплопроводностью газа сравнения используется мост Уитстоуна, схема которого приведена на рис. 1б.

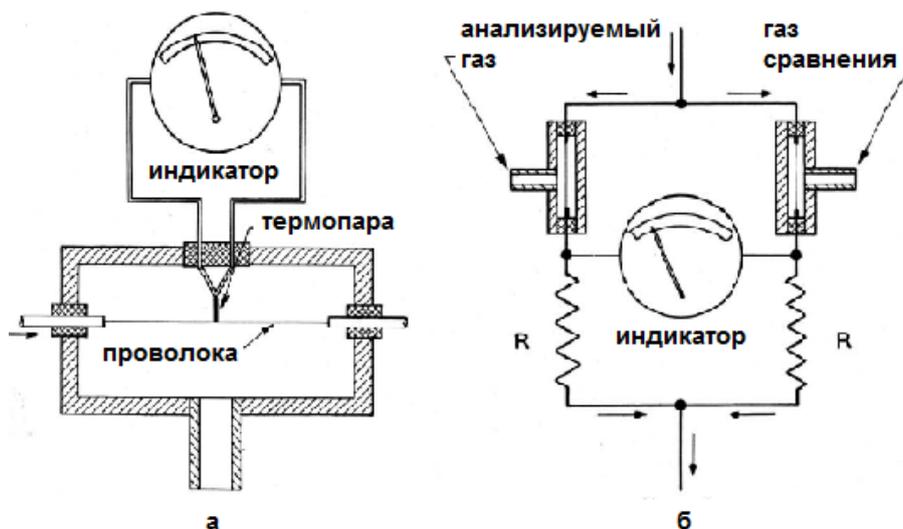


Рисунок 1. а) общий принцип действия приборов для измерения теплопроводности; б) схематическое изображение моста Уитстоуна [18]

В таком случае проволоки будут иметь разную температуру, а мост будет выведен из состояния равновесия в той степени, в какой проводимость газа относится к проводимости газа сравнения, или, в случае варьируемой по составу смеси, будет зависеть от процентного состава смеси. В последнем случае шкалу индикатора можно откалибровать в соответствии с процентным составом. Непосредственно в приборах используют 4 нити накала, что удваивает чувствительность.

Количество тепла, проведенного через газ, варьируется в зависимости от природы газа, начиная от плохо проводящих паров, чья проводимость составляет только 1/5 от проводимости воздуха (газа сравнения), до водорода, с проводимостью в 7 раз большей, чем у воздуха. Газы и пары, чья проводимость находится в этом интервале, можно точно анализировать путем правильного выбора газа сравнения.

Большинство примеров применений метода измерения теплопроводности касались двухкомпонентных смесей –  $CO_2$  в воздухе, паров ацетона в воздухе, воздуха в  $He$ ,  $H_2$  в воздухе и т.д. Метод использовался для анализа мультикомпонентных смесей, полученных при сгорании углерода и водорода в двигателях внутреннего сгорания, для определения  $H_2$  в сложных смесях и других смесях, для которых не требуется знание количественного соотношения компонентов.

При необходимости знания точного состава смеси использовался дифференциальный метод – постоянный мониторинг концентрации для каждого из компонентов при помощи нескольких детекторов (по количеству компонентов). Он состоял в сравнении теплопроводности смеси с теплопроводностью той же смеси после абсорбции определяемого компонента подходящим абсорбентом. Повторение процедуры для каждого из компонентов с различными абсорбентами позволяло полностью проанализировать смесь.

Schleiermacher предложил использовать платиновую или никелевую проволоку, Goldschmidt усовершенствовал этот метод, а Eucken применил на практике [19].

Использование теплопроводности в газовом анализе было впервые предложено Leon Somzee примерно в 1880 году. К сожалению, описание его метода недоступно, поскольку в отчете Prussian Fire Damp Commission не содержатся детали эксперимента. Vereinigte Maschinenfabrik, Аугсбург, запатентованный в Германии и в Англии метод, основанный на измерении теплопроводности газа, содержащего водород, для определения состава газовой смеси или его изменения. Koepsel разработал прибор, для определения и постоянного мониторинга содержания водорода в генераторном газе; по утверждению автора метода прибор способен был детектировать присутствие 0.001%  $H_2$ , определять  $CO_2$  в дымовых газах и метан в газах в шахтах, но это не было показано на практике. В усовершенствованной форме данный прибор состоял из 4 нагреваемых, за счет электрического тока проволок, попарно подвергавшихся воздействию двух газов. Для защиты от конвекции в нем предусматривался кожух для проволок [19].

Siemens & Halske Co. усовершенствовали прибор Koepsel. Газ подводился с обеих сторон моста. Применение прибора описано для детектирования и определения процентного состава  $CO_2$  в бойлерных дымовых газах [19].

В январе 1916 г. в Великобритании был выдан патент на прибор, разработанный на факультете физики Бирмингемского университета G.A. Shakespear, который называли катарометром. Он состоял из двух тонких платиновых спиралей, каждая из которых находилась в одной из двух ячеек, заключенных в медную форму, являющихся двумя «руками» моста Уитстоуна. Две другие «руки» моста – марганцевые проволоки. Этот прибор успешно применялся для измерения количества воздуха в газе воздушных шаров, для тестирования проницаемости ткани воздушных шаров и для качественного и количественного определения содержания  $CO_2$  в дымовых газах [19].

В Америке в 1915-1916 гг. компанией Sperry Gyroscope Co. разработан сходный прибор для детектирования водорода в воздухе. Примерно в то же время (до ознакомления с результатами работы этой компании), похожие исследования были начаты Bureau of Standards, но были приостановлены из-за низкой чувствительности прибора. В начале 1917 г. группой Калифорнийского университета был разработан газоанализатор, основанный на измерении теплопроводности, представленный и протестированный Navy Department.

С 1918 г. Bureau of Standards начинает эксперименты по выяснению применимости метода к различным промышленным процессам. Несмотря на точность и возможность приложения в различных областях, метод не получил активного применения по крайней мере еще в течение 10 лет [19].

В самых разных отраслях промышленности для контроля водорода, гелия и аргона и еще ряда газов, начиная с середины 20-го века, используются термокондукметрические газоанализаторы.

Они серийно выпускались предприятиями СССР, такими как Киевский завод газоанализаторов (КЗАП), СКБ Аналитического приборостроения АН СССР, Вырусским заводом газоанализаторов и т.д.

На сегодняшний день в России термокондукметрические газоанализаторы серийно выпускают ЗАО «Фирма «Анагаз» (г. Санкт-Петербург), АО «НПО «Прибор» (г. Санкт-Петербург), ФГУП «СПО «Аналитприбор» (г. Смоленск) и другие.

Приборы, использующие термокондуктометрический метод измерения зарекомендовали себя, как крайне надежные, простые в эксплуатации и обслуживании, обладающие небольшой погрешностью измерения, высокой живучестью и хорошим быстродействием.

### Библиография

1. Chen, Sh. Surface-micromachined thermal conductivity gas sensors for hydrogen detection // Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Electrical Engineering, in the Department of Microelectronics, EEMCS. Electronic Instrumentation Laboratory Group Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, Delft University of Technology / 2010. – P. 1–120.
2. Simon, I. Thermal and gas-sensing properties of a micromachined thermal conductivity sensor for the detection of hydrogen in automotive applications // Sensors and Actuators A: Physical / Simon et al. – 2002. – V. 97-98. – P. 104–108.
3. Tardy, P. Dynamic thermal conductivity sensor for gas detection // Sensors and Actuators B: Chemical / Tardy et al. – 2004. – V. 98. – P. 63–68.
4. Baraton, M. Optimizing chemical gas sensors using IR spectroscopy / SPIE Newsroom – 2009. <http://spie.org/news/1728-optimizing-chemical-gas-sensors-using-ir-spectroscopy?SSO=1>
5. Zalvieda, D. Hydrogen sensor based on a palladium-coated fibre-taper with improved time-response // Sensors and Actuators / Zalvieda et al. – 2006. – V. 114. – P. 268–274.
6. Chen, Z.H. Applications of silicon nanowires functionalized with palladium nanoparticles in hydrogen sensors // Nanotechnology / Chen et al. – 2007. – V. 18 – No. 34.
7. Zhao, Z. All-optical hydrogen sensor based on a high alloy content palladium thin film // Sensors and Actuators B: Chemical / Zhao et al. – 2006. – V. 113 – Is. 1 – P. 532–538.
8. Huang, F.-Ch. A room temperature surface acoustic wave hydrogen sensor with Pt coated Zn-o nanorods // Nanotechnology / Huang et al. – 2009. – V. 20 – No. 6.
9. Inc. Wolfram Research. <http://www.periodictable.com/>.
10. Air Liquide. <http://encyclopedia.airliquide.com/Encyclopedia.asp>.
11. Brett, L. Hydrogen safety sensors and their applications in hydrogen storage, distribution and use // Technical report. European Commission's Joint Research Center. 2003.
12. Wolfbeis, O.S. Fiber-optic chemical sensors and biosensors // Analytical Chemistry / 2008. – V. 80. – P. 4269–4283.

13. Dasari, R. Hydrogen switches and sensors fabricated by combining electropolymerization and Pd electrodeposition at microgap electrodes // *Journal of the American Chemical Society* / Dasari et al. – 2008. – V. 130 – No. 48 – P. 16138–16139.
14. Xu, T. Self-assembled monolayer-enhanced hydrogen sensing with ultrathin palladium films // *Applied Physics Letters* / Xu et al. – 2005. – V. 86 – No. 20 – P. 203104.
15. Im, Y. Investigation of a single Pd nanowire for use as a hydrogen sensor // *Small* / Im et al. – 2006. – V. 2 – No. 3 – P. 356–358.
16. Burr, A.C. Notes on the History of the Concept of Thermal Conductivity // *Isis* / 1933. – V. 20. – No. 1. – P. 246–259.
17. Narasimhan, T.N. Thermal conductivity through the nineteenth century // Department of Materials Science and Engineering, Department of Environmental Science Policy and Management, University of California, Berkeley, Ca 94720-1760 / 2010. – P. 1–17.
18. Minter, C.C. The Thermal Conductivity Method of Gas Analysis // *J Chem Educ* / 1946. – V. 23 – No. 5 – P. 237–239.
19. Palmer, P.E. Thermal-conductivity method for the analysis of gases // Department of Commerce Bureau of Standards. Technologic Papers of the Bureau of Standards / Palmer et al. – 1924. – No. 249. – Part of V. 18. – P. 1–100.

## ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 37.373.2

### НРАВСТВЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Габуева З.З., Кантеева Л.А., Туганова Л.Э. Муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение детский сад №83, г. Владикавказ, РСО-А, Россия. [zalikair@rambler.ru](mailto:zalikair@rambler.ru)

**Аннотация.** Изучен опыт работы по нравственно-патриотическому воспитанию детей в системе дошкольного образования как основы формирования экологического мышления у детей в детском саду №83 г. Владикавказ, за период с 2011 по 2016 г.г.. Доказана необходимость воспитания с самого раннего возраста не просто всесторонне развитой личности, но гражданина, патриота своей страны, осознающего себя ее частью, чувствующего ответственность за будущее своей Родины. Подтверждена необходимость комплексного подхода к решению этих вопросов в тесном сотрудничестве с родителями. Освещены как традиционные, так и новаторские методы, используемые в работе.

**Ключевые слова:** экологическое мышление, патриотизм, педагогика, сотрудничество с родителями, нравственно-патриотическое воспитание, экологическое воспитание, Родина, гражданин, дошкольное образование.

### MORAL AND PATRIOTIC EDUCATION OF PRESCHOOL CHILDREN AS A BASIS OF FORMATION OF ECOLOGICAL THINKING

Gabuyeva Z.Z., Kanteeva L. A., Tuganova L.E.

**Abstract.** Studied experience on moral and Patriotic upbringing of children in preschool education, as bases of formation of ecological thinking in children at kindergarten No. 83 in the city of Vladikavkaz, for the period from 2011 to 2016 years. The proven need for education from an early age, not just a fully developed personality, but of the citizen, patriot of his country, a self-aware part of her, feeling responsibility for the future of their homeland. Confirmed the need for an integrated approach to addressing these issues in close cooperation with parents. Lit, both traditional and innovative methods used in the work.

**Key words:** ecological thinking, patriotism, education, cooperation with parents, moral and Patriotic education, ecological education, homeland, citizen, pre-school education.

Эколого-социальная ситуация сегодняшнего дня выдвигает перед педагогами и специалистами дошкольного образования серьезную задачу поиска средств экологического воспитания в современных условиях [5, 10, 16]. В последнее время, тема формирования экологического мышления у детей и значимость нравственно - патриотического воспитания набирает все новые обороты, отражая реалии сегодняшнего

дня, потребность в том, чтобы мы были уверены, что завтрашний день нашей Родины будет в руках людей равнодушных, желающих для своей страны и своего народа достойного места среди равных [3, 11, 15]. Еще великий русский педагог К.Д.Ушинский рекомендовал начинать знакомить детей с миром природы с изучения родного края, воспитывая у малышей «инстинкт местности» [12]. На специфику всех структур психического развития ребенка накладывает отпечаток экология, культура, традиции и природные особенности родного края [1, 6, 8]. Это нашло отражение в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования (ФГОС ДО), во взятой за основу программе: «От рождения до школы» (Примерная основная образовательная программа дошкольного образования), а также Государственной программе: «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2011-2015 годы» [2, 4, 14, 18].

Целью проведенного исследования был анализ опыта работы по нравственно-патриотическому воспитанию детей дошкольного возраста и выявление его роли в процессе формирования экологического мышления.

Материалом для данной работы послужили: сведения по диагностике в области экологического и нравственно-патриотического развития в рамках обучающей и воспитательной деятельности. Работа проведена с детьми в возрасте от 3 до 8 лет, в детском саду № 83 г. Владикавказа, за период с 2011 по 2016 годы. Был проведен анализ отчетов воспитателей и других педагогов, о проделанной работе, проводимых в начале и конце учебного года, результатов тестирования на предмет знания детьми природы и культуры родного края, а также результатов участия в тематических мероприятиях и конкурсах на уровне детского сада и общегородских. Была изучена динамика полученных показателей, которые были обработаны статистически. Были использованы методические материалы–программы и методы перспективного планирования. В детском саду используются такие формы и методы экологической работы, как: экологические «экскурсии», экологические выставки, тематические экологические недели, уроки доброты, трудовые десанты, Лаборатории юного эколога, ведение календарей природы, конкурсы экологической сказки и т.д. Использованы методы обобщения и систематизации полученных данных.

Анализ полученных данных, представленных в табл. 1, показал, что за прошедшие пять лет показатели уровня развития детей в сфере нравственно-патриотического воспитания постоянно возрастали. Так, если низкий уровень знаний о природе и культуре родного края в среднем по детскому саду в 2011 г. был у 84% детей, а высокий – у 9%, то в 2016 года низкий уровень знаний имели только 18% детей, а высокий уровень знаний был уже у 53 % детей. Наглядно это представлено на рис.1.

Помимо этого, возросло количество и результативность детей, принимающих участие в конкурсах, посвященных изучению природы и культуры родного края.

Неоспоримо то, что основные чувства формируются в детстве. Ребенок, приходя в этот мир, уже имеет то, что Юнг называл «коллективным бессознательным», память поколений, которая должна стать благодатной почвой для того, чтобы в нее легли семена любви к своей Родине - сначала в форме любви к своей семье, распространяясь затем на

любовь к своему народу, своей малой Родине, ее природе и людям, что, несомненно, приведёт к формированию устойчивого чувства любви к Отечеству.

Таблица 1 – Анализ показателей нравственно-патриотического воспитания

Уровень знаний	2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015		2015-2016	
	Начало года	Конец года								
Низкий	84	72	72	61	59	49	47	32	31	18
Средний	7	18	10	15	20	28	33	39	22	29
Высокий	9	10	18	24	21	23	20	29	47	53

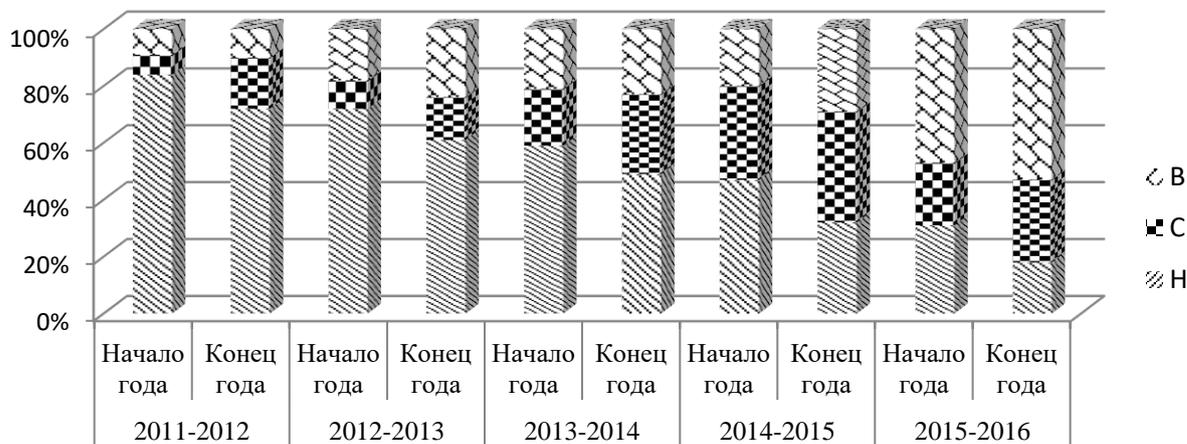


Рисунок 1. Соотношение результатов диагностики уровня развития детей в сфере нравственно-патриотического воспитания в 2011-2016 гг. По оси абсцисс – анализируемые годы; по оси ординат – уровень развития детей: В – высокий, С – средний, Н – низкий.

Однако, все вышесказанное невозможно без приобщения ребенка к культуре своего народа, чувства гордости за землю, на которой он растет и формируется [13, 17]. Детям необходимо знать и изучать традиции и культурное наследие своих предков. Именно постоянное, ежедневное, ненавязчивое обогащение системы знаний об истории народа, о его обычаях и традициях, ведет к формированию истинного гражданина и патриота [7, 19]. Это возможно лишь в том случае, если работа по воспитанию маленьких граждан ведется планомерно и в тесной связи с семьей, в режиме сотрудничества [8].

Полученные данные укрепили нас в мысли о том, что для формирования основ гражданской и патриотической позиции детей дошкольного возраста, привития им чувства коллективизма, гуманности и толерантности, в повседневной своей

деятельности, мы, используя все новейшие достижения педагогики и психологии, должны комплексно решать следующие задачи:

- совершенствовать арсенал форм и методов патриотического воспитания;
- формировать у детей навыки бережного отношения к природе и ко всему живому;
- воспитывать у ребенка любовь к своему дому, детскому саду, улице, городу;
- развивать чувства ответственности и гордости за достижения страны и одновременно ощущение принадлежности к своей малой Родине;
- обогащать национальный компонент предметно-развивающей среды в группах;
- синхронизировать воспитательное воздействие с семьями воспитанников.

Средствами нравственного воспитания являются различные аспекты педагогической воспитательной деятельности: природа, художественные средства, самостоятельная деятельность детей, общение, окружающая обстановка в целом.

Вопросам формирования национальной идентичности, с учетом возрастных особенностей, в нашем детском саду, в последние 5 лет, уделялось первостепенное внимание. Работа велась по различным направлениям. Составляющими этой деятельности являются такие аспекты, как обучение осетинскому языку, как родному и второму, приобщение к культуре осетинского народа, посредством участия в тематических кружках и в культурно- досуговой деятельности, акцентированию национального компонента в рамках всех областей воспитания, участие в республиканских конкурсах по краеведению.

Конкретные формы и методы воплощения поставленных целей и задач подбираются в соответствии с потребностями и уровнем развития детей разного возраста.

Детям младшего дошкольного возраста прививаются элементарные знания о нашей Родине, о народах, которые в ней живут единой семьей, знания об обычаях нашего народа, путем использования национальных элементов в сюжетно-ролевых играх; это и куклы, которых можно наряжать в национальную одежду, и предметы быта, например, авдæн (осетинская люлька), это и национальные подвижные игры. Постепенно дети знакомятся с осетинскими народными сказками.

Дети среднего дошкольного возраста обогащаются сведениями о себе, как представителе Российского государства и Республики Северная Осетия-Алания, о природе родного края, достопримечательностях города, об особенностях культурного наследия, знакомятся с национальными детскими писателями, поэтами, в лексикон вводятся первые слова и выражения на осетинском языке – формы приветствия, некоторые обиходные фразы. Попутно, в беседах и сюжетно-ролевых играх дети получают представление об основах осетинской иерархии ролевого взаимодействия, почитанию старших. Закрепить эти сведения и совершенствовать навыки дети могут в семье, поэтому параллельно работа идет и с родителями, как с непосредственными носителями культурных компонентов.

В старшем дошкольном возрасте, естественно, расширяются представления детей о Российской Федерации, как огромной многонациональной стране, вводится понятие о

главном городе, столице страны - Москве и главном городе республики - Владикавказе. В разных формах ведется работа по знакомству и закреплению знаний о символах государства – флаге и гербе, знакомство с гимнами России и Осетии. Патриотизм детей неуклонно растет по ходу приобретения знаний о нашей армии, о подвиге предков в Великой Отечественной войне, что способствует формированию чувства гордости и уважения к защитникам Отечества. С особым чувством дети одевают на себя специально пошитую для них «военную» форму времен Отечественной войны (1941-1945гг.).

Дети знакомятся с разнообразными формами художественно-прикладного творчества нашей многонациональной страны, получают возможность более подробно познакомиться с народным осетинским орнаментом, с увлечением разукрашивают изображения национальных костюмов и предметов быта, придумывают и составляют свои варианты орнамента.

Формирование любви к Родине становится все более осознанным по мере взросления детей в период посещения подготовительной группы [2, 4]. Педагоги применяют все более разнообразные методы для этого. Наряду с расширением знаний о стране, символах государства, о народах России, ребенок получает все больше возможности для национальной идентичности. Формирование патриотизма и толерантности происходит в доступной форме, через понятные их возрасту рассказы, сказки, песни. Дети старшей и подготовительной группы в увлекательной, игровой форме знакомятся с осетинским языком, учатся его применять в межличностном общении. Еще больше закреплению навыков владения осетинским языком способствует участие детей в театральных постановках на родном языке, которые также тщательно подбираются педагогом осетинского языка МДОУ №83, совместно с музыкальным руководителем.

Дети старшего дошкольного возраста по желанию посещают кружок национального танца, радуя глаз родителей и воспитателей на всех досуговых мероприятиях. «Симд», «Хонгæ», «Джигитовка» становятся для них любимыми словами, потому что исполнение их дает ощущение сопричастности к своему народу. К слову, специально для маленьких исполнителей в садике сшиты костюмы, в оформлении которых дети принимали активное участие, вместе со своими родителями.

В детском саду №83 существует Комната осетинского быта, где дети с удовольствием могут вплотную познакомиться с реальными предметами одежды, посуды, музыкальными инструментами, под руководством педагога осетинского языка сделать традиционные куклы, поиграть в национальные игры – *пальчики* (хъултæ), *камушки* (дыччытæ), инвентарь для которых изготовлен из натуральных природных материалов.

Заключение. Воспитание патриотизма в дошкольном возрасте очень важно для формирования у ребенка экологического мышления [9, 19]. При этом, подчеркнём, преобладают элементы игры, вовлечение в которую для ребенка естественно, он не испытывает никаких трудностей, ему нравится чувствовать себя частью своего народа, даже если он не до конца осознает всей грандиозности этого понятия.

Вывод. Выполняя государственный заказ по воспитанию всесторонне развитой личности, необходимо обеспечить детям и родителям такое педагогическое,

психологическое и методическое сопровождение, чтобы на выходе иметь достойных граждан Великой Родины, патриотов, которым будет не страшно доверить страну.

### Библиография

1. Алешина Н.В. Патриотическое воспитание дошкольников. Конспекты занятий. - М.:УЦ «Перспектива», 2008. – 212 с.
2. Вилинбахов Г.В., Калашников Г.В., Шендрик А.Н. Государственные символы России. – СПб.: Специальная литература - М.: Гамма-Пресс, 2014. – 160 с.
3. Виноградова А.М. Воспитание нравственных чувств у старших дошкольников//Дошкольное воспитание. 2004. – №4. – С. 33 - 35
4. Государственная программа «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2011-2015 годы». Утв. постановлением Правительства РФ от 5 октября 2010 года. № 795.
5. Дзодзикова М.Э., Бадтиев Ю.С., Туриев А.В., Бутаева Ф.М. Экологическое состояние воздушного бассейна и заболеваемость и смертность среди населения в «Горном кусте» Алагирского района РСО-А. // Вестник Владикавказского научного центра. – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 48 - 54.
6. Дзодзикова М.Э., Довгалюк С.Т. Фоновые паразитарные микробиоценозы при некоторых видах онкологической патологии. // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2007. – Т. 9. – № 7. – С. 244.
7. Дзодзикова М.Э., Остаева Т.А. Роль изобразительного искусства в формировании экологического мышления учащихся. // Мат. IV междунар. заочную науч.-практ. конф.: «Образование, охрана труда и здоровье», Владикавказ. – 2014. – С. 136 - 146.
8. Дзодзикова М.Э., Туриев А.В. Роль саногенной осведомленности молодежи в формировании навыков здорового образа жизни. // Мат. IV междунар. заочную науч.-практ. конф.: «Образование, охрана труда и здоровье», Владикавказ. – 2014. – С. 225 - 233.
9. Епхиева М.К., Дзодзикова М.Э. Экологические проблемы современного общества и возможные пути их решения (на материале экологического состояния воздушного бассейна и заболеваемости детей в «горном кусте» Алагирского района РСО-А). – Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2015. – № 6-2. – С. 33 - 36.
10. Красная книга Республики Северная Осетия - Алания. – Владикавказ, 1999. – 248 с.
11. Масленникова О.М., Филиппенко, А.А. Экологические проекты в детском саду. – Волгоград: Учитель, 2008. – 232 с.

12. Маханева М.Д. Нравственно – патриотическое воспитание дошкольников. Методические рекомендации. - М.: ТЦ Сфера, 2009. – 96 с.
13. Николаева С.Н. Экологическое воспитание младших дошкольников. Книга для воспитателей детского сада. – М.: Мозаика-Синтез, 2006. – 96 с.
14. От рождения до школы. Примерная основная образовательная программа дошкольного образования. / Под ред. Н.Е. Вераксы, Т.С. Комаровой, М.А. Васильевой. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МОЗАИКА – СИНТЕЗ, 2015. – 368 с.
15. Русак О.Н., Бадтиев Ю.С., Дзодзикова М.Э., Бадтиева Ф.К. Насущная проблема - качество атмосферы. // Безопасность жизнедеятельности. – 2015. – № 3 (171). – С. 31 - 36.
16. Султанова А.В., Бобылева Л.А. Мой край – моя святыня. Программа по экологическому образованию дошкольников и методические рекомендации к проведению занятий. – Владикавказ: СОГУ. – 2000. – 54с.
17. Тезиева М.С. Ознакомление с окружающим миром. Методическое пособие (конспекты занятий). – Владикавказ: СОГПИ, 2013. – 128 с.
18. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования: Приказы и письма Минобрнауки РФ. – М.: ТЦ Сфера, 2015. – 96 с.
19. Шашлова В.Ю. Ознакомление с окружающим миром. Методическое пособие.- Владикавказ: СОГПИ. – 2011. – 114с.

УДК 355.01; 81-119

## УГРОЗЫ ДЛЯ РУССКОГО ЯЗЫКА – МНИМЫЕ И ЯВНЫЕ

**Халидов А. И.** Чеченский государственный педагогический университет, Чеченский государственный университет, г. Грозный, Россия, email: halidov\_aisa@mail.ru

**Аннотация.** Русский язык в последние два десятилетия находится в состоянии, близком к утере такого важного своего качества, как нормированность. Раньше нормы русского языка складывались под влиянием классической русской литературы и речи высокообразованных людей, в наше время складываются «ненормы» – под влиянием пользователей *Internet* и, ориентирующихся на него средств массовой информации. Именно это и иные проявления языкового бескультурья, а также экспансия английского языка в его американском варианте и многое другое, представляет собой реальную угрозу для русского языка, а не языки и культуры других народов России.

**Ключевые слова:** русский язык, нормированность, классическая литература, средства массовой информации, английский язык, экспансия, народы России.

**THE THREAT TO THE RUSSIAN LANGUAGE – EXPLICIT AND IMAGINARY****Khalidov A.I.**

**Abstract.** Russian language in the past two decades, is in a State of near loss of such an important quality as normalization. Before the rules of Russian language evolved under the influence of classic Russian literature and speech of educated people in our time to fold "nenorma" is influenced by the users of the Internet and it-oriented media. It is this and other manifestations of the lack of language culture, as well as the expansion of the English language in its American form, and much more is a real threat to the Russian language, not the languages and cultures of other peoples of Russia.

**Key words:** Russian language, normalization, classical literature, media, English language, expansion of the peoples of Russia.

В контексте *экологии языков* в последнее время все чаще встречается высказываемая в околонуучной и даже научной форме тревога за судьбу русского языка, находящегося в «иноязычном окружении» не только за пределами РФ, но и в самой стране – в ее республиках.

Сотни, если не тысячи, «предупреждений» в пространстве *Internet* доступны каждому, кто обратится к его ресурсам. Может быть, они заслуживают внимания, но, поскольку имеют явно эмоциональное происхождение и нередко диктуются не искренней заботой о судьбе русского языка, русской культуры и самого русского народа, а желанием представиться (в федеративном по устройству государстве) радетелем за один народ, попутно очерняя другие, думаю, что нет необходимости к ним обращаться.

В большей степени волнует то, что не так уж редко такую позицию занимают и пытаются ее обосновать с научных позиций языковеды или близкие к языковедению гуманитарии. Одно дело, когда коллеги пишут о «внешней русофобии» (о ней см., напр., [1, с. 216], позиция которого близка, многим), и совсем другое, когда бьют тревогу, преувеличивая угрозу внутреннюю, но не в том смысле, в каком это принято было говорить, имея в виду самих носителей языка, а в смысле угрозы, исходящей от нерусских народов России. От этого, например, не удержался даже в целом объективно оценивающий языковую ситуацию в стране и явно в большей степени обеспокоенный негативными процессами «внутри» самого русского языка А.В. Кравченко, автор подобных [2] глубоких статей по эколлингвистике, которому, тем не менее, принадлежат и такие слова: «Если общество, в ближайшее время, не осознает настоятельной необходимости вплотную заняться проблемами языковой экологии и выработкой соответствующей языковой политики на государственном уровне - может оказаться поздно: произойдет окончательный отказ от общечеловеческих ценностей, обострится регресс общественного сознания, прогрессирующий экономический упадок закончится сдачей политических позиций, страна перейдет де факто в группу слаборазвитых стран и встанет перед прямой угрозой дезинтеграции и поглощения другими этносами» [3] (курсив мой – А.Х.). Явной озабоченности, возможным поглощением русского языка другими этносами ни в тематике прошедшей недавно конференции в г. Элисте, участником которой я был, ни в содержании докладов и сообщений на ней (см. [4]), я не заметил, но все же мне кажется, что не стоит вводить в научный и общественно-

политический оборот, все чаще употребляемое сочетание - «Русский язык в иноязычном окружении». Убежден, что ни в каком «иноязычном окружении» русский язык в нашей стране не находится и явного негативного влияния на русский язык и русскую речевую культуру другие народы и их отдельные представители не оказывают и вряд ли могли бы оказывать даже при желании это сделать. Интерференция в их русской речи для русского языка не представляет никакой опасности, поскольку интерференция – взаимодействие не двух языков, а языка (родного языка говорящих на русском, в данном случае, языке) и речи (их русской речи), на самой системе русского языка, это взаимодействие никоим образом не отражается. Именно поэтому, как мне представляется, необходимо договориться о том, чтобы четко различать мнимые и явные угрозы для русского языка.

*Мнимой* угрозой, которой страшат самих русских и очень многих представителей других национальностей, не с меньшим уважением относящихся к русскому языку и культуре, является, несомненно, «угроза» со стороны иных языков и культур. В этой связи бесполезно было бы перечитать работы В.И. Ленина по национальному вопросу, особенно статью «Нужен ли обязательный государственный язык?». Понятно, что языковая политика в стране выстраивалась не «по Ленину», но даже Сталин не решился на то, чтобы узаконить статус государственного для русского языка, видимо, поняв главную, хотя и не высказанную прямо мысль В.И. Ленина, что без всякой «принудилки» реально эту функцию в стране будет выполнять русский язык. С распадом СССР ситуация в России, конечно, сильно изменилась, введение в ее Конституцию статьи об общегосударственном языке – русском – было, наверное, обусловлено этими изменившимися условиями, хотя, убежден, что и без этого статуса позиции русского языка вряд ли могли пошатнуться. Нет в стране и, вряд ли будет какой-либо язык, к которому полностью перейдут такие функции, как язык делопроизводства, язык официальной переписки, язык судопроизводства, язык общего и профессионального образования. В какой-то мере, эти языки на соответствующих ограниченных территориях национально-государственных образований, частично могут разделять и уже разделяют с русским языком эти функции, скажем, используя наряду с русским языком иной язык в переписке между местными органами власти, введя обучение на родном языке в начальной школе, используя в судопроизводстве переводы на родной язык обвиняемых, свидетелей и т.д. Но и в республиках русский язык занимает, и будет занимать, достаточно сильные позиции впредь на долгие времена. Именно поэтому русский язык, даже при наличии «внешних угроз», занимает устойчивое место в верхней строчке («безопасный уровень») в известном «Atlas of the World's Languages in Danger».

Те, кто пытается внедрить в сознание русских и всего российского общества уверенность в том, что существование на обширных пространствах России многих языков, культур, принадлежащих десяткам народов, разными «путями» ставших частью России, представляет какую-то угрозу для государствообразующего русского народа, таким образом, стремятся, «перевести стрелки», притупить бдительность, необходимую для того, чтобы узреть явную угрозу – ту, которая исходит не от какого-то народа или страны, а от отдельных людей или их групп, объединенных не совсем понятными

общими признаками, по которым, скажем, можно было бы говорить о социальных группах. Скорее всего, это некоторое «сообщество» малограмотных и малокультурных людей (и не обязательно не имеющих дипломов и не имеющих отношения к сферам культуры), причем, нередко, агрессивных и иногда психологически неуравновешенных. Эта явная угроза начала проявлять себя давно, заострять на ней внимание стал еще Д.С. Лихачев в 1980-е годы. Но со всей конкретностью вопрос, кажется, стали ставить лишь с начала 2000-х годов.

В числе первых, кто стал на государственном уровне проявлять озабоченность теми процессами, которые происходят в языковой жизни страны «внутри самого русского языка», был мой учитель проф. З.К. Тарланов, выступивший с докладом об отношении к русскому языку, сильно изменившемуся с началом (в 1985 г.), так называемой перестройки, на Коллегии Комитета по науке и образованию РФ в 2008 году [5, с. 126 - 130]. На самой Коллегии с таким же беспокойством о судьбе русского языка в России и за ее пределами выступили известные и уважаемые в стране ученые и государственные и общественные деятели и с тех пор проблема достаточно широко обсуждается.

Судя по тому, что попытки «перевести стрелки» не прекратились и после этого, и после многих выступлений авторитетнейших ученых до и после З.К. Тарланова, такая озабоченность оказалась разделенной далеко не всеми и услышанной не многими. Само обсуждение проблемы увели, мне кажется, в сторону от того, что вызывало особую тревогу З.К. Тарланова и его единомышленников. У него и у большинства его коллег речь шла в основном о явных, реальных угрозах для русского языка, исходящих в первую очередь от тех, для кого этот язык по их рождению является родным, но как раз об этом стали все меньше и меньше говорить впоследствии, особенно в виртуальных сетях с их известными этикой и стилистикой: обсуждение серьезной и очень важной для страны проблемы перешло в поиск угроз мнимых, исходящих якобы от тех российских граждан (и вообще нерусских народов страны), которые являются носителями иных языков и культур и (может быть, за некоторыми исключениями) не собираются от них отказываться, хотя бы потому, что для них существует реальная угроза со стороны русского языка, продолжающего вытеснять их даже из того ограниченного круга сфер, в которых их функционирование оправданно и ничем не ущемляет функции русского языка [6, с. 193 - 194].

Те, кому не удастся свой искусственный «русский национализм» внедрить в научные издания, делают это, пользуясь практически неограниченными возможностями, предоставляемыми *Internet* с его более широкой читательской аудиторией. Эта читательская аудитория почти или совсем не знакома с другой литературой – строго выверенными в научно-методологическом плане работами отечественных ученых, уже давно бьющих тревогу в связи с тем, что русский язык подвергается опасности, прежде всего «изнутри», выделяя такие проявления этой опасности, как чрезмерное увлечение англо-американизмами, злоупотребление жаргонной и обценной лексикой, проникшей в речь даже деятелей литературы и культуры, размывание норм литературного языка, в том числе и усилиями Министерства образования и науки, рекомендующего для

использования в образовательных учреждениях справочники и словари сомнительного качества с их «вариантами» произношения, правописания, форм слов...

Особенно опасным для русского языка, для сохранения его собственно русской основы, представляет безудержно хлынувший в него поток заимствований, во многих случаях, обусловленных не теми причинами, которые перечислялись почти полвека назад Л.П. Крысиным [7, с. 58]: примеров замены собственной лексики англицизмами, употребляемыми к месту и не к месту без какой-либо из этих причин, более чем достаточно, и они приводились многими.

Не менее опасна для русского языка «речевая практика» пользователей *Internet*, многие из которых, вряд ли сами понимают, на каком языке они говорят (пишут). Если бы речь шла только об этом, но дело в том, что, как об этом пишет не в первый раз О.И. Сиротинина, на эту практику ориентируются наши СМИ: «Пользователи – это как раз та самая речь масс, на которую в 90-е годы стали ориентироваться российские СМИ, а на них, как на эталон хорошей речи – речь масс. Вот и получился «заколдованный» круг», очень опасный для судьбы языка» [8, с. 152].

И делают это не американцы, англичане или какие-либо другие «внешние силы», говорящие на английском как родном, и не другие российские этносы, а сами русские, которые при таком развитии событий скоро перестанут понимать друг друга. Думаю, что если бы и мои коллеги-языковеды, и вообще все те, кого действительно заботит проблема сохранения русской речевой культуры, а следовательно – и русского языка в целом и русской культуры, читали не околонуточные и вообще не имеющие к науке статейки в *Internet*, а, например, ознакомились хотя бы с несколькими статьями в издающемся в Красноярске журнале «Экология языка и коммуникативная практика» (таких авторов, как А.П. Сковородников, Л.П. Крысин, В.М. Дементьев, С.В. ИONOVA, О.И. Сиротинина, И.В. Евсеева и др.), они без труда смогли бы различать мнимые и явные угрозы для русского языка. Здесь не могу не обратить внимание на важное для представления об уровне этого журнала его достоинство: в нем во всех публикациях речь идет о явных угрозах для русского языка, особенно о падении культуры русской речи тех, для кого он является родным, и практически нет даже скрытых попыток говорить о том, что какую-то опасность для русского языка представляют языки и культуры других народов Российской Федерации.

Таким образом, завершим словами И.В. Евсеевой, само название статьи которой красноречиво говорит о том, что она видит угрозу для русского языка в первую очередь «Использование русского языка против самих же русских представляет довольно серьезную опасность... Самым неприятным является то, что эта опасность исходит изнутри российского общества, а также, как показывают исследования, со стороны бывших соотечественников, тех, кто, находясь за границей, средствами русского языка расплачивается с Россией за утраченную Родину» [9, с. 235].

### Библиография

1. Сковородников А.П. О предмете эколлингвистики, применительно к состоянию современного русского языка // Экология языка и коммуникативная практика. – 2013. – № 1. – С. 205 - 233.

2. Кравченко А.В. Два взгляда на экологию языка и экологическую лингвистику. // Экология языка и коммуникативная практика. – 2014. – № 2. – С. 90 - 99.
3. Кравченко А.В. Экология языка и языковая политика. Электронный ресурс: URL: <http://isea.academia.edu/AlexanderKravchenko>.
4. Русский язык в иноязычном окружении: современное состояние, перспективы развития, культурно-речевые проблемы. – Материалы Российской конференции с международным участием (г. Элиста, 24-26 октября 2016 г.). – Элиста, 2016. – 566 с.
5. Тарланов З.К. Об отношении к русскому языку в годы перестройки. (Выступление на Коллегии Комитета по науке и образованию РФ в июле 1994 г.). // З.К. Тарланов.
6. Динамика в развитии и функционировании языка. – Петрозаводск, изд-во: ПетрГУ, 2008. – С. 126 - 130.
7. Халидов А.И. Экология языков Кавказа. Статья первая: Введение. Чеченский язык // Вестник Академии наук ЧР. – 2012. – № 2 (17). – С. 191 - 210.
8. Крысин Л. П. Иноязычные слова в современном русском языке. – М.: Наука, 1968.
9. Сиротинина О.И. К чему может привести стремление к экономии речевых усилий в коммуникации на русском языке? // Экология языка и коммуникативная практика. – 2016.-№ 1. – С. 150 - 164.
10. Евсеева И.В. По-русски против русского языка и русской нации (о «радетелях» русского языка и тех, кто с ними) // «Экология языка и

## ИНФОРМАЦИЯ

### РЕДАКЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК МАНЭБ»

«Вестник МАНЭБ» является теоретическим и научно-практическим журналом Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).

Цель журнала заключается в содействии развитию инновационных, фундаментальных и прикладных исследований, продвижению их результатов в национальное и международное научное, образовательное и экономическое пространство; повышению качества подготовки специалистов в соответствии с российской государственной стратегией и мировыми тенденциями развития науки.

Формат публикуемых материалов:

- теоретические, научно-практические, научно-технические и учебно-методические статьи;
- аналитические обзоры научной и технической литературы;
- критические и дискуссионные статьи, аннотации и рецензии на новые монографии и учебные материалы;
- краткие сообщения о научных достижениях, имеющих цель закрепление приоритета результатов исследования;
- отклики на актуальные проблемы страны и мира;
- сообщения о работе секций, региональных отделений и проблемных советов МАНЭБ, научных и технических обществ, съездов, конгрессов, конференций, симпозиумов, семинаров и выставок;
- сообщения о юбилейных датах и юбилеях членов МАНЭБ, выдающихся ученых и специалистах в области безопасности;

Отдельные номера журнала могут представлять собой тематические сборники, содержащие статьи, подготовленные руководителями секций, региональных отделений и проблемных советов МАНЭБ, или организаторами конференций, семинаров, конгрессов.

Журнал проводит рецензирование и принимает к публикации научные материалы в виде статей, коротких сообщений, обзоров по следующим:

- научным специальностям:
  - 03.02.08 - Экология (по отраслям)
  - 05.26.00 - Безопасность деятельности человека
    - 05.26.01 - Охрана труда (по отраслям)
    - 05.26.02 - Безопасность в чрезвычайных ситуациях (по отраслям)
    - 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность
  - 25.00.36 - Геоэкология
- рубрикам Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ):

810000 Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук и отраслей народного хозяйства

860000 Охрана труда

870000 Охрана окружающей среды. Экология человека

760000 Медицина и здравоохранение

Основные разделы журнала:

Экологическая безопасность

Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

Промышленная безопасность

Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Здоровье населения

Образование

Юбилеи

Журнал выходит в печатном и электронном видах.

Статьи рецензируются.

Периодичность издания – 4 раза в год.

**Учредитель и издатель журнала:**

**Международная академия наук экологии безопасности жизнедеятельности  
(МАНЭБ)**

**Издательство «БЕЗОПАСНОСТЬ»**

**Адрес редакции:**

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, Академия,  
тел./факс: (812) 670-93-76, e-mail: [vestnik\\_maneb@mail.ru](mailto:vestnik_maneb@mail.ru).

Технический редактор *Н.Г. Занько*

Корректор *Н.Ю. Родина*

**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 25.12.2019. Подписано в печать 27.12.2019

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»

Формат обрезной 205x290. Усл.изд.л.-8,350. Усл.печ.л.-7,810

Заказ 33/14. Тираж 500 экз.

Цена договорная