

# ВЕСТНИК

## МАНЭБ

---

---

(Лицензия серия ЛР № 090176 от 12 мая 1997 г.)

Том 21, №3

2016 г.

*Периодический теоретический и научно-практический журнал*

---

**Учредитель журнала:**

Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).  
Журнал основан в 1995 году в Санкт-Петербурге.

**Главный редактор:** д.т.н., профессор Аполлонский С.М.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

**Алборов И.Д.**, д.т.н., проф. (РФ), **Балтренас П.**, д.т.н., проф. (Литва), **Воронов Е.С.**, д.т.н., проф. (РФ), **Йосифов Д.**, д.т.н., проф. (Болгария), **Мурахтанов Е.С.**, д.с/х.н., проф. (РФ), **Хадарцев А.А.**, д.мед.н., проф. (РФ), **Яхонтов В.И.**, к.т.н., проф. (РФ), **Шлыков В.Н.**, д.т.н., проф. (РФ), **Цзян Миндзюнь** (КНР)

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Гуменюк И.**, д.т.н., проф. (РФ), **Есипов А.Б.** (РФ), **Зубаков В.А.**, д.г.-м.н., проф. (РФ), **Котельников В.С.**, д.т.н., проф. (РФ), **Малаян К.Р.**, к.т.н., доц. (РФ), **Масленникова И.С.**, д.т.н., проф. (РФ), **Полушкин В.И.** д.т.н., проф. (РФ), **Попадейкин В.В.**, к.т.н., с.н.с. (РФ)

Адрес редакции: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5  
Телефон/факс: (812)670-93-76  
e-mail: nataliya\_zanko@mail.ru

Заведующая редакцией **Занько Н.Г.**

# WESTNIK IAELPS

*Volume 21, Number 3*

*2016 Year*

**Scientific & Technological  
Magazine**

**Magazine is founded** in 1995 in Saint-Petersburg

**License:** LP № 090176 from 12 May 1997

**Certificate on registration:**

№ 1774 from 29.12.95 and

№ 015716 from 12.02.97

---

**Constitutor of Magazine:**

International Academy of Ecology and Life Protection Sciences (IAELPS)

**Research Manager and Coordinator:** Rusak O.N.

**Editor-in-Chief:** Apollonskii S.M.

**Editorial Board:**

Alborov I.D. (Russia), Baltrenas P. (Vilnius), Voronov E.T. (Russia), Iosifov D. (Bulgary), Mura-khtanov E.S. (Russia), Khadarcev A.A. (Russia), Yakhontov V.I. (Russia), Shlikov V.N. (Russia), Czian Minziun (China)

**Editorial Council:**

Gumenyuk I. (Russia), Esipov A.B. (Russia), Zubakov V.A. (Russia), Kotelnikov B.C (Russia), Malayan K.R.(Russia), Maslenikov I.S. (Russia), Polushkin V.I. (Russia), Popadeykin V.V. (Russia),

Address of editorial: 5, Institutsky per., Sankt-Petersburg, 194021, RF

Tel/ Fax: (812)670-93-76

E-mail: nataliya\_zanko@mail.ru

Heard of ditorial: Zanko N.G.

# **Вестник МАНЭБ - WESTNIK IAELPS**

---

**Выпуск подготовлен Северо-Кавказским отделением МАНЭБ**

**Научный редактор выпуска:** проф., д.т.н., акад. МАНЭБ Алборов И.Д.

**Редактор номера:** Кириллова А.А.

**Изготовление оригинал-макета:** Черная А.В.

**Реквизиты Северо-Кавказского отделения МАНЭБ:**

Телефон/факс: (8672)74-93-36 e-mail: [ekoskgmi@rambler.ru](mailto:ekoskgmi@rambler.ru)

**Адрес:** 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.



## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Алборов И.Д., Тедеева Ф.Г., Елканов А.Б., Глазов А.П.** ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ РУД В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА.....9
- Сергеев В. В.** ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЗ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ..... 13
- Сергеев В. В.** ПРИРОДООХРАННАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ СВЕРХМОЩНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЗ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ С ФОРМИРОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЗАМЕН ПРИРОДНОГО..... 17
- Масков Ю.П., Чумбуридзе Д.С.** ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ПОДВЕРЖЕННЫЕ ВЛИЯНИЮ ОБЪЕКТЫ ..... 21

### АГРОНОМИЯ

- Сокаев К. Е., Хубаева Г.П.** ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ г. ВЛАДИКАВКАЗ И ЕГО ПРИГОРОДА.....25
- Осикина Р. В.** СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ ..... 31
- Бекузарова С.А., Бекмурзов А.Д., Царикаева М.И.** СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ.....34
- Кумахов В.И., Беспанеев С.М.** МНОГООБРАЗИЕ ПОЧВ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В УСЛОВИЯХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ ПЛОДОРОДИЯ .....39

### МЕДИЦИНА

- Чшиева Ф. Т., Чсиев О.Л.** МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СПОНТАННОГО МУТАГЕНЕЗА В КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА.....45
- Кодзаев Ю.В., Фидарова И.Р., Фидарова Н. Г.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В ЛЕЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ ..... 51
- Макоева Л.М., Галачиев С.М., Джиоев Ф.К., Хаева Л.Х.** ТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СВИНЦА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОРРЕКЦИИ .....54

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Хадиков М. К.** ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ..... 64
- Хадиков М. К.** СПЕЦИФИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ .....67

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бадтиева Ю.С., Гуриева Л.М., Алагов А.А., Кокаева Е.А.** ВЫХЛОПНЫЕ ГАЗЫ – ОБЩАЯ БЕДА XXI ВЕКА.....70

**Дзугцев Т. М., Бигулаев А. А., Басиев К. Д., Алборов А. Д., Етдзаев М. В.**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ АВАРИЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ .....74

### ЭНЕРГЕТИКА

**Петров Ю. С., Рогачев Л. В., Соин А. М.** ВЛИЯНИЕ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ, ИМЕЮЩУЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНТАКТ С ЗЕМЛЕЙ..... 80

**Петров Ю. С., Зорина И. Ю., Берко И. А.** ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ С ИСТОЧНИКАМИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ..... 85

**Зорина И. Ю., Хадиков М. К., Дзгоев А. М.** РАСЧЕТ МОЩНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОНОМНОЙ УСТАНОВКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ..... 89

**Литвиненко А. А., Зорина И. Ю.** СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ..... 92

**Зорина И. Ю., Музаев А. К.** ВЫБОР МЕТОДА АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА..... 96

**Масков Ю. П.** ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЯГОВЫХ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....100

**Петров Ю. С., Федоровский В. В.** НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ГОРНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РСО-АЛАНИЯ) .....103

### НАУКА И РЕЛИГИЯ

**Елканов А. Б.** НАУКА И РЕЛИГИЯ .....107

**Елканов А. Б.** РЕЛИГИЯ И ПОЛИТИКА .....109

**Алборов.И. Д., Елканов А. Б.** ПРИНЦИПЫ УКРЕПЛЕНИЯ МОРАЛЬНО-ПРАВСТВЕННЫХ УСТОЕВ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ ОСЕТИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ..... 113

## CONTENTS

## EARTH SCIENCES

- Alborov I.D., Tedeeva F.G., Elkanov A.B., Glazov A.P.** CHANGING THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE AREA OF ORE MINING IN THE NORTH CAUCASUS.....9
- Sergeev V.V.** THE SYSTEM DESIGN OF HIGH-POWER FIELDS WITHOUT LOSS AND DILUTION AND PRESERVING THE NATURAL LANDSCAPE..... 13
- Sergeev V.V.** DEVELOPMENT SYSTEM IS VERY POWERFUL FIELDS WITHOUT LOSS AND DILUTION AND NO EFFECTS ON THE NATURAL LANDSCAPE WITH THE FORMATION OF TECHNOGENIC DEPOSITS INSTEAD OF NATURAL..... 17
- Maskov Y.P., Chumburidze D.S.** ENERGY PARAMETERS INFLUENCE OF STRAY CURRENTS ON THE SUBJECT TO THE INFLUENCE OBJECTS ..... 21

## AGRONOMY

- Sokaev K.E., Hubaeva G.P.** ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOIL IN VLADIKAVKAZ AND ITS SUBURBS .....25
- Osikina R.V.** WAYS OF FORMATION OF SOIL FERTILITY IN A NATURAL-CLIMATIC ZONES OF NORTH OSSETIA-ALANIA ..... 31
- Bekuzarova S.A., Bekmurza A.D., Tsarikaeva M.I.** CONSERVATION OF BIODIVERSITY OF MOUNTAIN PHYTOCENOSES .....34
- Kumakhov V.I., Beslaneev S.M.** THE DIVERSITY OF SOILS OF THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC IN TERMS OF VERTICAL ZONING AND REPRODUCTION OF FERTILITY PROBLEMS.....39

## MEDICINE

- Chshieva F.T., Chsiev O.L.** LONG-TERM DYNAMICS OF SPONTANEOUS MUTAGENESIS IN THE BLOOD OF THE INHABITANTS OF THE INDUSTRIAL REGION .....45
- Kodzaev Y.V. , Fidarova I.R. Fidarova N.G.** USING MINERAL WATER FOR MEDICINAL PURPOSES..... 51
- Makoyeva L.M., Galachiyev S.M., Dzhioyev F.K., Hayeva L.H.** TOXIC EFFECTS OF LEAD AND POSSIBILITIES OF THEIR CORRECTION .....54

## NEW TECHNOLOGIES

- Hadikov M.K.** FEATURES OF OPERATION OF ROAD TRANSPORT IN THE MOUNTAINS..... 64
- Hadikov M.K.** THE SPECIFICS OF THE ELECTRICAL MODELING OF TRAFFIC FLOWS .67

## EKOLOGICAL SAFETY

- Badtiev Y.S., Guriev L.M., Alagov A.A., EA Kokaeva E.A.** EXHAUST GASES – A COMMON PROBLEM OF THE XXI CENTURY.....70

<b>Dzutsev T.M., Bigulaev A.A., Basiev K.D., Alborov A.D., Etdzaev M.V.</b> EKOLOGIKAL SAFETY OF MAIN GAS PIPELINES AND THE MAIN FACTORS CONTRIBUTING TO THE EMERGENCE OF PIPELINE ACCIDENTS .....	74
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ENERGETICS

<b>Petrov Y.S., Rogachev L.V., Soin A.M.</b> INFLUENCE OF STRAY CURRENTS ON THE MEASURING SYSTEM HAVING ELECTRICAL CONTACT WITH THE GROUND... 80	80
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Petrov Y.S. , Zorina I.Y. Berko I.A.</b> THE POSSIBILITY OF USING EXPONENTIAL FUNCTIONS WITH ELECTRICAL MODELING OF SYSTEMS WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES .....	85
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Zorina I.Y., Hadikov M.K., Dzgoev A.M.</b> CALCULATION OF BATTERY POWER COMPLEX INSTALLATION OF RENEWABLE ENERGY CONVERSION .....	89
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Litvinenko A.A., Zorina I.Y.</b> SOCIO-ECONOMIC AND EKOLOGIKAL ASPECTS OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY IN THE CONDITIONS OF MOUNTAIN TERRITORIES.....	92
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Zorina I.Y., Muzaev A.K.</b> CHOICE OF METHOD OF RENEWABLE ENERGY STORAGE FOR OFFLINE CONVERSION COMPLEX .....	96
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Maskov Y.P.</b> BASIC TECHNIQUES FOR CONTROLLING ELECTRIC TRACTION STRAY CURRENT IN MINING ENTERPRISES .....	100
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<b>Petrov Y.S., Fedorovskii V.V.</b> DIRECTIONS ALTERNATIVE ENERGY DEVELOPMENT OF MINING IN THE REGION (ON THE EXAMPLE OF NORTH OSSETIA-ALANIA).....	103
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## SCIENCE AND RELIGION

<b>Elkanov A.B.</b> SCIENCE AND RELIGION.....	107
-----------------------------------------------	-----

<b>Elkanov A.B.</b> RELIGION AND POLITICS .....	109
-------------------------------------------------	-----

<b>Alborov I.D., Elkanah A.B.</b> PRINTSIPY STRENGTHEN MORAL FOUNDATIONS IN THE YOUTH ENVIRONMENT IN MODERN CONDITIONS OSSETIA.....	113
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



УДК 669:504

Алборов И. Д., *д.т.н., проф., академик МАНЭБ*  
Тедеева Ф. Г., *к.т.н., проф., академик МАНЭБ*  
Елканов А. Б., *д. экол.н., член-корр. МАНЭБ*  
Глазов А. П., *аспирант*

## ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ РУД В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

(Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет), Геофизический институт  
Владикавказского научного центра РАН)

### *Аннотация*

*Приведены результаты выполненных исследований в зоне деятельности горно-перерабатывающих предприятий Садонского рудного поля. В статье дается поэлементная характеристика отходов добычи и переработки руд после процесса обогащения. Показан уровень распределения металлов по почвенным горизонтам и распределение по их подвижности в растительные сообщества. Приведено воздействие компонентов переработки руд цветных металлов, депонированных на полигоне отходов на качество биосферы в зависимости от расстояния и метеорологических факторов. Приведены данные миграционных свойств тяжелых металлов в растительные сообщества, влияние их на качество биологической продукции.*

**Ключевые слова:** *Техногенный ландшафт, подвижные ионы металлов, обогащение руды, хвосты обогащения, тяжелые металлы, биологические пробы, миграция металлов, биологические пробы.*

### *Annotation*

*The results of the research in the area of operations of the mining companies Salonskogo ore field. The article gives a description of item-ore mining and processing of waste from the enrichment process. It shows the level of metal distribution in soil horizons and distribution of their mobility in the plant community. Powered impact components processing non-ferrous metals, deposited on the landfill of waste on the quality of the biosphere, depending on the distance and meteorological factors. The data migration characteristics of heavy metals in plant communities, including perennial barreled, their influence on the quality of biological products.*

**Keywords:** *Man-made terrain mobile metal ions enriched ore tailings, heavy metals, biological samples, metal migration, biological samples.*

Добыче руд из недр подземным или открытым способом сопровождается выходом значительного объема пустых пород, руда перерабатывается с получением концентрата на обогатительном производстве и выдается металл посредством переработки концентрата в плавильных печах разной модификаций.

Во всех трех основных этапах получения товарной продукции образуются твердые, жидкие и газообразные отходы, переходящие в окружающую среду:

при добыче руды — пустые породы, некондиционная руда, рудничная пыль, взрывные газы и шахтные воды;

при получении концентрата — хвосты обогащения, пыль и сточные воды;

при металлургии цветных металлов — клинкер или металлургический шлак, газы, пыль и сточные воды.

Как известно, содержание полезных компонентов при добыче руд цветных металлов в товарной руде практически редко превышает

первых процентов, в то время как, товарная продукция обогатительного производства — концентрат содержит 40-60% металла. Отходы Мизурской обогатительной фабрики при добыче руды в среднем составляют до 0,5 миллиона тонн в год. При коэффициенте извлечения 0,82-0,87 из руды в концентрат за весь период эксплуатации Унальского хвостохранилища с 1967 года накоплено около 3,2 миллиона тонн хвостов обогащения, а отходы обогащения Фиагдонской обогатительной фабрики составляют около 2,3 миллиона тонн [1].

Переработка руды в концентрат в обоих случаях осуществлялась флотацией. Доставка руды на фабрики производилась в вагонетках воздушно канатным транспортом из рудника Верхний Згид, автотранспортом из рудников Архон, Холст, Бурон и Фиагдон и рельсовым транспортом через Мизурскую штольню из рудника Садон. Из-за отсутствия земельных ресурсов, удобных для возведения хвостохранилищ, были использованы террасные участки горных долин рек Ардон для Унальского хвостохранилища и Фиагдон для Фиагдонского хвостохранилища, площадью 20 га и 6 га, соответственно.

Вещественный состав хвостов Фиагдонского хвостохранилища приведен в таблице 1.

Как видно из приведенной таблицы в хвостах содержится полный перечень элементов I-V класса опасности согласно классификационному каталогу отходов. Размещение этих полигонов в опасной зоне речных стоков

создаёт серьезную угрозу безопасности проживающего здесь населения и окружающей природной среде. Размещение депонированных отходов переработки руд в бассейне реки Терек негативно влияет на экологическую обстановку не только речной фауны, но и всего бассейна в связи с оросительной сетью каналов, подключенных к этой основной реке. Вместе с тем, уровень риска прорыва дамбы хвостохранилищ высок из-за размыва защитных и водоупорных сооружений.

В ряде случаев, когда в периоды паводков отдельные сооружения полигона ослабевали под действием речного потока, дамба разрушалась, в результате тело хвостохранилища размывалось и геоматериалы сносились в речной сток [2-3]. Такие случаи имеют место раз в десять лет, а иногда и еще чаще.

Нашими исследованиями установлено наличие геоматериалов полигона отходов обогащения полиметаллических руд в донных отложениях рек Фиагдон и Ардон.

Металлургический завод «Электроцинк» по выплавке цветных металлов расположен в восточной части города Владикавказ в 80 километрах от обогатительной фабрики, санитарно — защитная зона его примыкает к жилой части города. Здесь же размещаются на отвальном поле все виды отходов металлургического производства: жидкие, твердые и в виде шламов на открытом воздухе без соблюдения установленных санитарными нормами нормативов. В пределах отвального поля по данным Минприроды РСО-Алания выделяются отходы клинкера

Таблица 1

### Характеристика Фиагдонского хвостохранилища

Название технологического объекта	Площадь	Объем	Полезные компоненты	Запасы в тыс. тонн	Гранулометрический состав
Хвосты обогатительной Фиагдонской обогатительной фабрики (ФОФ)	5,6 га	2382,3 тыс. т	Pb — 0,13% Zn — 0,15% Au — 0,08% Ag — 3,55% Bi — 0,002% Cd — 0,003% Fe — 3,73% SiO <sub>2</sub> (кремнезем) — 57,92% Ca — 6,25% Mg — 2,15% Al — 10,24% As — 0,06%	Pb-3,069 тыс.тонн Zn-3,573 тыс.тонн Bi-0,047 тыс.тонн Cd- 0,071 тыс.тонн Fe- 88,85 тыс.тонн SiO <sub>2</sub> (кремнезем) — 1379,8 тыс.тонн Ca — 148,89 тыс.тонн Mg- 51,21 тыс.тонн Al- 243,94 тыс.тонн As-1,42 тыс.тонн	0,63-1,5% 0,315 мм — 12,5% 0,16 мм — 45,3% менее 0,16 мм — 40,7%

(площадь 226,56 тыс. м<sup>2</sup>, масса — 3,2 млн. тонн), отстой цинкосодержащих шламов (площадь — 24,5 тыс. м<sup>2</sup>, масса — 47,64 тыс. тонн), шлак нейтрализации промывной серной кислоты (площадь — 28,32 тыс. м<sup>2</sup>, масса 29,6 тыс. тн.) и отстойник ртути — селенового шлама (площадь — 1,28 тыс. м<sup>2</sup>, масса — 70 тн.). В пределах отвального поля находится более 107 тонн ртути, 50 тонн селена, 6200 тонн мышьяка, 240 тонн кадмия, 150 тыс. тонн свинца и других металлов.

Тяжелые металлы, выбрасываемые в атмосферу, вместе с осадками попадают в почву. Исследования показывают, что среднегодовое их поступление в почву в г/га по Республике составляют: свинца — 4604,9, цинка — 928,96 и кадмия — 14,74. Для сравнения эти же показатели в Ставрополье составляют — 51, 410 и 1,6, в Омской области — 6; 30 и 0,46 соответственно. По данным СОГРЭ, Северо-Осетинской агрохимической лаборатории и Северо-Осетинской геологоразведочной партии, почвы в пределах г. Владикавказ загрязнены тяжелыми металлами, характерными для выбросов ОАО «Электроцинк». В среднем километровом радиусе от предприятия суммарный показатель загрязнения по 8-ми видам тяжелых металлов составляет от 400 до 2000 мг/кг, что соответствует категории почв «чрезвычайного опасного загрязнения». Загрязненность почв остальной части городской территории относится к категории высокоопасной.

Однако и в дальних пригородных зонах по некоторым направлениям содержание их в почве остается опасной. Ореол загрязне-

ния пахотного слоя почвы свинцом, цинком и кадмием резко вытянут в сторону сел. Чермен и сел. Сунжа по розе ветров от ОАО «Электроцинк». Расположенные в северо-восточной части завода сельскохозяйственные угодья по данным проф. Сокаева К.Е. загрязнены тяжелыми металлами (Zn, Cu, Pb, Co, Cd, Ni) в концентрациях, превышающих допустимые нормы. Мониторинговыми наблюдениями, проведенными Станцией агрохимической службы «Северо-Осетинская» было установлено повышенное содержание этих металлов в растениеводческой продукции (капуста, томат, картофель) (табл.2).

Подвижные составляющие техногенных элементов мигрируют через корневую систему в растениеводческую продукцию. Такая динамика подвижных ионов в растениеводческой продукции было установлено и учеными из Московского государственного университета им.Ломоносова в зоне деятельности Унальского хвостохранилища. В пробах, взятых в с.Унал, и с. Зинцар (фрукты и овощи –груши, картофель, капуста) содержание подвижной формы цинка достигало 2,5 ПДК [5].

Общее негативное воздействие в зоне деятельности добычных работ выражается в образовании фрагментов техногенных ландшафтов с последующим переходом всей зоны в техногенный. Такая экологическая обстановка на конкретной территории без специальных природоохранительных мероприятий восстанавливается довольно продолжительное время и достигает десятилетий.

Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов в овощах совхоза «Восход» (данные проф. Сокаевой К. Е.)**

Наименование продукции	Кратность превышения ПДК					
	Медь	Цинк	Свинец	Кобальт	Никель	Кадмий
Капуста	0,85	4,3	63	4,4	3,4	1333
Томат	2,3	6,9	77	0,8	6,9	0,7
Картофель	0,06	0,1	18	0,6	0,2	6,7
Кочерыжка капусты	8,0	2,6	153	22	27,6	6,7

Таблица 3

	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Рост, снижение.
РФ	6,8%	9,7%	9,6%	6,8%	-	-	
РСО-А	3	18	17	11	16	30,5	Рост

По материалам специально уполномоченных органов по охране природы Республики Северная Осетия-Алания доля проб почвы не соответствующих гигиеническим показателям по солям тяжелых металлов имеет тенденцию к росту [4] (табл. 3), причем наиболее неблагоприятные зоны отмечаются в г. Владикавказ и Алагирском районе. В указанных зонах проживает около 400 тысяч человек, что составляет 53% всего населения республики.

**Выводы:**

Установлено, что валовое содержание тяжелых металлов в почве распространяется далеко за пределами зоны деятельности горных объектов;

подвижные составляющие тяжелых металлов мигрируют в растительные сообщества, содержание в которых в несколько раз превышает установленные нормы;

уровень проникновения тяжелых металлов (цинк, свинец) в почвенный горизонт в отдельных участках достигает 80 см;

наиболее опасные концентрации выявлены в биопробах капусты и картофеля;

предварительными натурными экспериментами установлено, что при внесении ор-

ганических удобрений в почву подвижные ионы тяжелых металлов резко снижаются.

### Литература

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания в 2008 году, г. Владикавказ. — 211 с.

2. Алборов И.Д., Бадтиев Ю.С., Тедеева Ф.Г. Оценка экологической безопасности в районе Унальского хвостохранилища. Ж. Вестник МАНЭБ, том 16. №2.2011. — С.9-18.

3. Алборов И.Д., Тедеева Ф. Г., Статова Ю.Г. Экологическая опасность хвостохранилища Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината. Ж. Вестник МАНЭБ, том16, №2, 2011. — С. 18-22.

4. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Республики Северная Осетия-Алания в 2009 году, г. Владикавказ. — 214 с.

5. Оценка эколого геохимической обстановки в районе деятельности Садонского свинцово цинкового комбината. Отчет МГУ за 1991-1991 гг. — М., 120 с.

УДК 622.530.1

**Сергеев В. В, д.т.н., проф.,  
академик МАНЭБ**

## **ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЗ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ**

**(Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет))**

### **Аннотация**

*Предложена система разработки мощных месторождений путем разбиения рудного поля на блоки, состоящие из трех последовательно обрабатываемых и закладываемых твердеющей закладкой зон с разгрузкой отбитой скважинами руды с откаточного горизонта самоходным оборудованием. Это позволяет не только увеличить производительность добычи, но и разрабатывать месторождение без потерь и разубоживания и с сохранением природного ландшафта.*

**Ключевые слова:** Система разработки, этажные и подэтажные штреки, твердеющая закладка, самоходное оборудование, взрывные скважины.

### **Annotation**

*The system of powerful deposits development by means of ore field breaking into blocks consisting of 3 worked out and flushed in series zones unloading the broken ore from the haulage horizon using the self-propelled equipment. This process results both in output productivity increase in crease and the deposits development without losses and dilution, preserving natural landscape.*

**Key words:** development system, level and under level drifts, hardening flush, self — propelled equipment, blast hole.

Примером мощного месторождения может служить Худесское месторождение медно-колчеданных руд. На нижних горизонтах этого месторождения применяется сплошная система разработки [1] с возведением бетонных целиков, включающая проведение подготовительных откаточных выработок по породе и нарезных выработок, состоящих из буровых и транспортных ортов, разгрузочных выработок и заездов к ним, с формированием блоков из камер первой и второй очереди, проведение отработки камер первой очереди с использованием буровзрывной отбойки восходящими и нисходящими скважинами, последующее заполнение отработанного пространства камер первой очереди твердеющей закладкой, и проведение после набора прочности отработки камер второй очереди. После этого осуществляют отработку следующего нижнего этажа со смещением камер

по горизонтали наполовину ширины блока, и выемку межэтажного целика бурением скважин из транспортного орта верхнего этажа. В данном способе бурение скважин проводят из верхних и нижних буровых ортов, расположенных выше и ниже откаточных штреков вентиляционного и рабочего горизонтов, а разгрузочные выработки сформированы в виде дучек.

Недостатками такой системы являются, наличие большого количества нарезных выработок, связанных с созданием специальных верхних и нижних буровых ортов, расположенных выше и ниже откаточных штреков, а также со сложностью формирования дучек. Эти работы требуют дополнительных затрат средств и времени, что приводит к повышению себестоимости добычи руды и снижению производительности работ. Кроме того, наличие дучек усложняет погашение

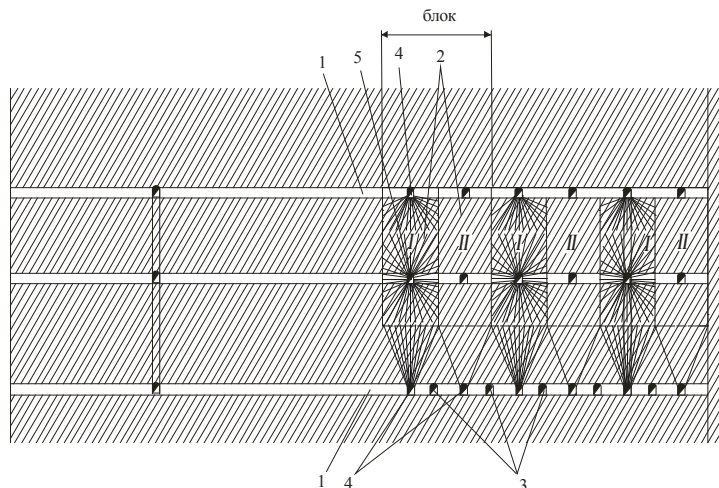


Рис. 1. Фронтальный разрез

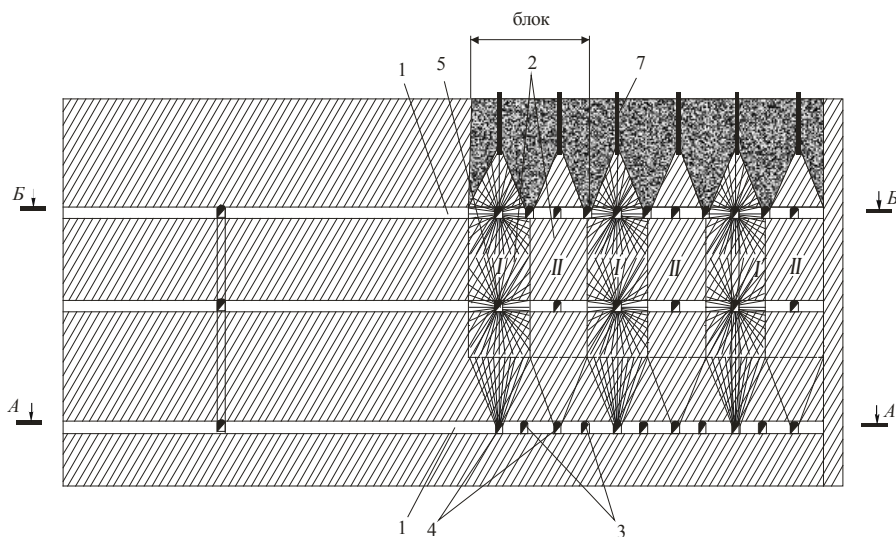


Рис. 2. Фронтальный разрез при переходе на следующий нижний этаж

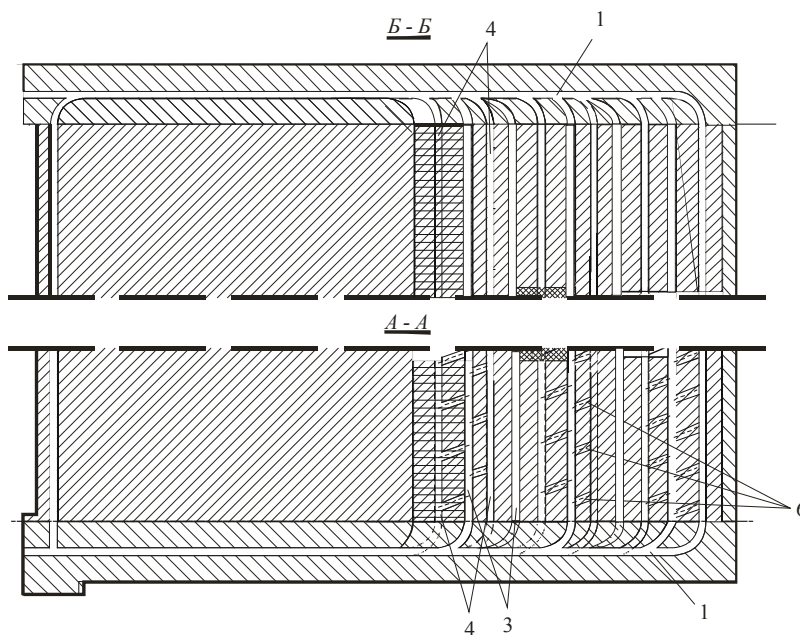


Рис. 3. Планы рабочего (сечение А-А на рис. 2) и вентиляционного (сечение Б-Б на рис. 2) горизонтов

межэтажных целиков. Причем вторичные камеры заполняют обрушенными породами, что приводит к проседанию почвы и нарушению ландшафта.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом [2].

Проходят подготовительные откаточные выработки *I* по породе, формируя полевые штреки в лежачем и висячем боках месторождения одновременно на рабочем и вентиляционном горизонтах. Разделяют рудную площадь на блоки, причем ширину блока определяют равной мощности месторождения, высоту равной высоте этажа, а длину устанавливают в зависимости от прочностных характеристик руды. Блоки разделяют на камеры *2* первой (*I*) и второй (*II*) очереди.

Затем выполняют нарезные работы. При этом проходят на границе камер *2* первой и второй очереди транспортные орты *3* на рабочем горизонте и буровые орты *4* на рабочем и вентиляционном горизонтах в одном уровне с откаточными выработками (см. рис. 1), а также проходят буровые орты *5* посередине высоты камер, формируя подэтаж. Создание подэтажа позволяет существенно увеличить высоту этажа до 80...90 м и тем самым сократить количество нарезных работ и повысить производительность добычи руды.

Отработку камер *2* ведут традиционным способом путём проходки отрезного восстающего, между рабочим и вентиляционным горизонтами, предварительно пройдя заезд *б* между транспортным *3* и буровым ортом *4* на рабочем горизонте (см. рис. 3), разделкой отрезной щели и последовательной отбойкой вееров скважин, пробуренных из буровых ортов *4* рабочего и вентиляционного горизонта, а также бурового орта *5* подэтажа (см. рис. 1). Причем из бурового орта *4* рабочего горизонта скважины бурят таким образом, чтобы после отбойки образовалась разгрузочная выработка в виде траншеи. Выпуск руды из траншеи осуществляют через соответствующие заезды *б* между транспортным *3* и буровыми ортами *4* рабочего горизонта с помощью самоходного оборудования.

Причем отработку камер *2* ведут последовательно. Сначала обрабатывают камеры первой очереди (*I*) и через скважины *7* заполняют отработанное пространство тверде-

ющей закладкой, используя вентиляционный горизонт. После набора прочности обрабатывают камеры второй очереди (*II*) аналогично камерам первой очереди и также заполняют их твердеющей закладкой. После отработки всего этажа и набора прочности твердеющей смеси в камерах переходят к отработке следующего нижнего этажа со смещением камер по горизонтали наполовину ширины блока относительно блоков верхнего этажа (см. рис. 2). Это дает возможность вовлечь в отработку оставшиеся целики между траншеями отработанных блоков на верхних этажах и обеспечить выемку полезного ископаемого из недр практически без потерь. При этом при переходе на следующий нижний этаж транспортный орт *3* рабочего горизонта верхнего этажа становится буровым ортом *4* вентиляционного горизонта нижнего этажа (см. рис. 2) и выемку межэтажного целика осуществляют одновременно с выработкой камер *2* путём отбойки вееров восходящих скважин из бурового орта *4* вентиляционного горизонта.

Данный способ позволяет применить мощное самоходное оборудование для проходки подготовительных и нарезных выработок, погрузки и транспортировки руды, а также позволяет вести отбойку руды глубокими скважинами, применять наиболее производительный безлюковый выпуск руды непосредственно на почву откаточных горизонтов. Увеличенная высота этажа позволяет сократить расходы на подготовку и нарезку блоков, увеличить производительность и снизить себестоимость добычи руды. Закладка камер второй очереди твердеющей смесью позволит исключить проседание поверхности и сохранить естественный природный ландшафт.

Сохранение природного ландшафта в этом случае очень существенный результат, так как Худесское месторождение находится в десяти километрах к северу от горы Эльбрус, которая является уникальным географическим объектом с развитой инфраструктурой. Также район горы Эльбрус имеет важнейшее природное значение, и поддержание стабильного состояния склонов является приоритетным направлением для сохранения ландшафта всего этого района. Сохранение ландшафта любого района при разработке месторождений в

горной местности имеет важное значение для окружающей среды, к тому же предложенный способ приводит к повышению производительности и снижению себестоимости добычи руды, что является наиболее ценным при разработке месторождений.

#### Литература

1. Курбанов А.Ш., Александров Н.Н., Клименко Н.Г., Крюков Е.А., Седашева

Н.Ф., Соболевский Т.Ф., Яковлев Л.И. Отчет по теме № 737 — «Геолого-экономическая и промышленная оценка Худесского медно-колчеданного месторождения Северного Кавказа», М.: Центральный научно-исследовательский горно-разведочный институт цветных, редких и благородных металлов «ЦНИГРИ», 2002. 424 с., фиг. 40)

2. Патент РФ Система разработки // Авт. Сергеев В.В., Гуляров В.. Оpubл.



УДК 622.530.1

Сергеев В. В, д.т.н., проф.,  
академик МАНЭБ

**ПРИРОДООХРАННАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ СВЕРХМОЩНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЗ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ  
С ФОРМИРОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
ВЗАМЕН ПРИРОДНОГО**

(Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет))

*Аннотация*

*Для разработки очень мощных месторождений, например, Коробковского, предложена этажно-камерная система с минимальными подготовительно-нарезными работами, обеспечивающую выемку полезного ископаемого без потерь и разубоживания с последующей закладкой выработанного пространства хвостами обогащения обогатительной фабрики с добавлением вязущего, изготовленного из местного сырья, запасы которого не ограничены, предотвращающей обрушение вышележащих руд и пород, а следовательно нарушение природного ландшафта и формирование подземного техногенного месторождения взамен природного, что так же снижает нагрузку на экологию региона, как если бы отходы обогатительной фабрики складировались в хвостохранилищах, размещаемых на поверхности.*

**Ключевые слова.** Рудное месторождение, этажно-камерная система разработки, подготовительные, нарезные и очистные работы, закладка выработанного пространства, хвосты обогащения, природный ландшафт, техногенное месторождение.

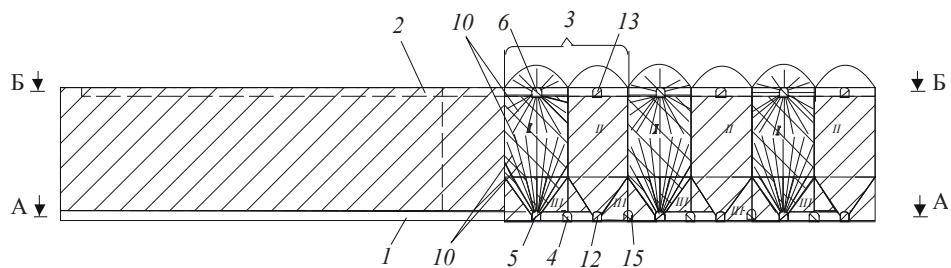
**Annotation**

*The level-chamber system with the minimal preparatory cutting works providing the mineral deposits stopping without losses and impoverishment followed by the worked-out space laying with the ore-dressing plant tails and the viscous materials adding produced from the local raw material was suggested (Korobkovskoe deposit as an example). The system prevents the upper ores caving, and the natural landscape disturbance, forming the underground technogenic deposit instead of the natural one reducing the load on the region ecology.*

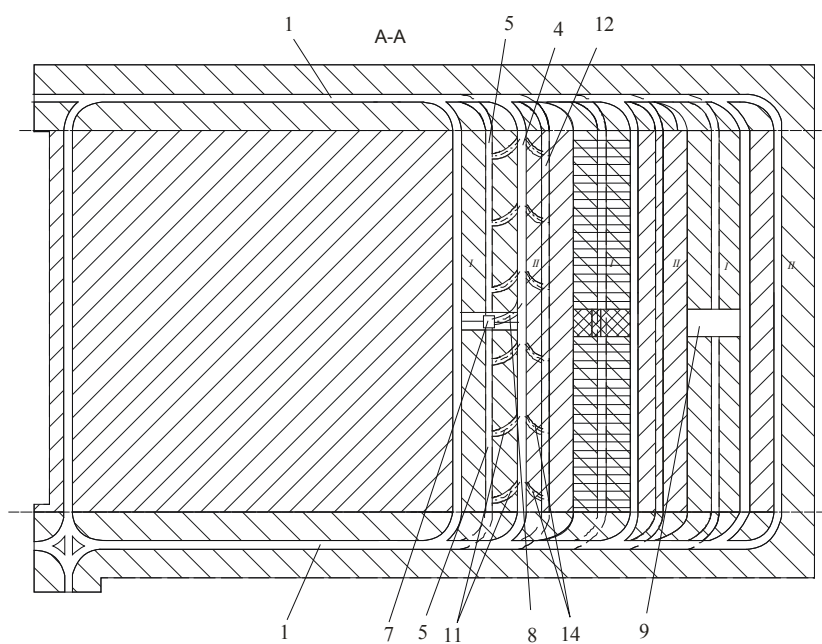
**Key words:** ore deposit, level-chamber system, preparatory, cutting and purifying works, tails, natural landscape, technogenic deposit.

Примером очень мощного месторождения может служить Коробковское месторождение железных руд в Белгородской области. Отработку месторождения ведет подземным способом шахта им. Губкина комбината КМАруда. Работы последние пятьдесят лет ведутся на одном горизонте. В настоящее время [1, 2, 3] начаты работы по вскрытию запасов следующего горизонта. Разработка месторождения ведется тремя вариантами этажно-камерной системы с закладкой выработанного пространства. От-

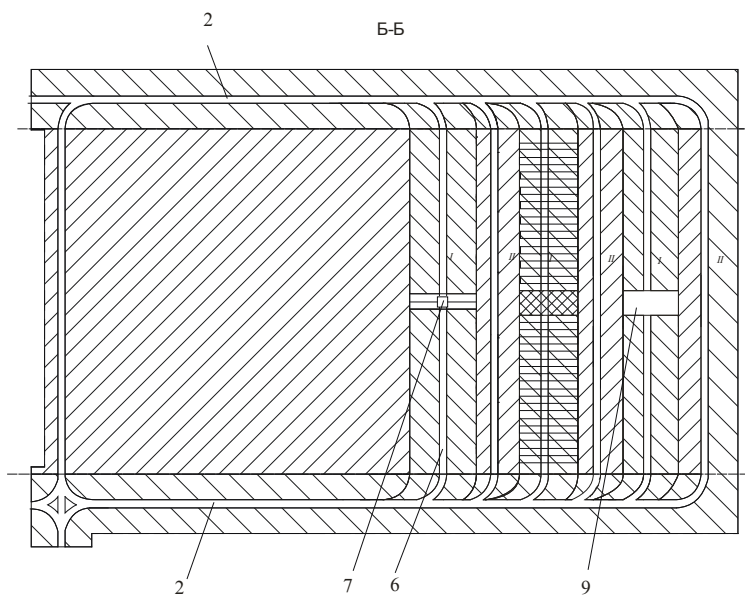
личаются варианты системы длиной блока — 30, 55 и 75 м, шириной — 30 и высотой 60 м. Отбойка руды осуществляется параллельными рядами скважин. Днище блока трехуровневое с размещением на втором уровне виброустановки, транспортирующую руду на первый уровень в вагонетки, подаваемые электровозом по откаточному орту. Между блоками оставляются целики. Из-за этого более 50% запасов теряются. Закладка ведется хвостами обогащения обогатительной фабрики с добавлением в них вязущее-



**Рис. 1. Фронтальный разрез**



**Рис. 2. План рабочего горизонта (разрез А-А на рис. 1)**



**Рис. 3. План вентиляционного горизонта (разрез Б-Б на рис. 1)**

го. Таким образом, формируется подземное техногенное месторождение, вместо складирования хвостов обогащения в хвостохранилищах на поверхности, негативно оказывающие влияние на экологию региона.

Для разработки таких очень мощных месторождений нами разработана этажно-камерная система [4] (см. рис. 1) с минимальными подготовительно-нарезными работами, обеспечивающую выемку полезного ископаемого без потерь и разубоживания с последующей закладкой выработанного пространства хвостами обогащения обогатительной фабрики с добавлением вяжущего, изготовленного из местного сырья, запасы которого не ограничены, предотвращающей обрушение вышележащих руд и пород, а следовательно нарушение природного ландшафта и формирование подземного техногенного месторождения взамен природного, что так же снижает нагрузку на экологию региона, как если бы отходы обогатительной фабрики содержались бы в хвостохранилищах, размещаемых на поверхности.

Работы по предлагаемой системе разработки осуществляют следующим образом.

Проходят подготовительные выработки по породе, формируя полевые штреки 1 и 2 в лежачем и висячем боках месторождения одновременно на рабочем и вентиляционном горизонтах. Разделяют рудную площадь на блоки 3, причем ширину блока определяют равной мощности месторождения в месте размещения блока, высоту равной высоте этажа, а длину, например, 40 м, устанавливают в зависимости от прочностных характеристик руды. Блоки разделяют на камеры первой (I) и второй (II) очереди.

Выполняют нарезные работы. При этом проходят на границе камер первой и второй очереди транспортные орты 4 на рабочем горизонте и буровые орты 5 и 6 по центру камер первой очереди одновременно на рабочем и вентиляционном горизонтах. Между буровыми ортами 5 и 6 на вентиляционном и рабочем горизонтах по центру ширины камеры первой очереди проходят отрезной восстающий 7, предварительно пройдя заезд 8 между буровым 6 и транспортным 4 ортами в месте расположения отрезного восстающего

7 для выгрузки руды от проходки восстающего. Отрезной восстающий может быть пройден секционным взрыванием или с помощью буровой установки Роббинс.

Отрезной восстающий 7 разделяют в отрезную щель 9 на длину камеры с бурением веером скважин 10 из буровых ортов 5 и 6. Затем выполняют очистные работы путем последовательного разбуривания веером скважин 10 из буровых ортов 5 и 6, как рабочего, так и вентиляционного горизонтов на отрезную щель 9.

Одновременно формируют выпускную воронку в виде траншеи. По мере отбойки руды для ее выпуска проходят заезды 11 с бурового орта 6 на транспортный орт 4. По окончании отработки камер первой очереди их закладывают твердеющей смесью, используя вентиляционный горизонт.

После набора прочности из подготовительной выработки проходят буровые орты 12 и 13 по центру камер второй очереди, после чего соединяют его заездами 14 с транспортным ортом 4 и осуществляют отработку камер второй очереди аналогично камерам первой очереди. Закладывают их и после набора прочности проходят орт 15 на границе блоков и производят отработку третьей очереди (III) — оставшихся целиков между камерами и блоками, которые затем закладывают.

При отработке камер второй очереди с целью щадящего воздействия взрывных работ на материал закладки в камерах первой очереди веерное расположение скважин можно ограничить в зоне проведения траншеи на рабочем горизонте, а с вентиляционного горизонта бурить параллельные скважины с уменьшением их диаметра.

С целью повышения устойчивости вмещающих пород (при необходимости) в зоне отрабатываемой камеры в висячем и лежачем боку из полевых откаточных выработок между горизонтами бурят вертикальные или наклонные скважины и бетонируют их, предварительно армируя, например, отработанными канатами шахтного подъема.

В зависимости от применяемого оборудования данный способ позволяет применить любой вид транспорта (рельсовый, самоходный, конвейерный) для транспор-

тирования руды к стволу для последующей выдачи ее на поверхность. Кроме того, формирование днища с выработками в одном уровне позволит значительно снизить количество нарезных работ, а отработка межкамерных и межблочных целиков позволит снизить потери руды практически до полной их ликвидации.

### Литература

1. ОАО «Комбинат КМАруда». Корректировка технического проекта. Вскрытие новых участков месторождения для поддержания мощности шахты им. Губкина до 2012 г. Том 1. Общая пояснительная записка. Санкт-Петербург, 2008 г.
2. ОАО «Комбинат КМАруда». Корректировка технического проекта. Вскрытие новых участков месторождения для поддержания мощности шахты им. Губкина до 2012 г. Том 2. Книга 1: Геолого-промышленная характеристика месторождения. Санкт-Петербург, 2008 г.
3. ОАО «Комбинат КМАруда». Корректировка технического проекта. Вскрытие новых участков месторождения для поддержания мощности шахты им. Губкина до 2012 г. Том 3. Книга 2: Горные работы. Санкт-Петербург, 2008 г.
4. Патент РФ 2560734. Способ разработки сверхмощных месторождений этажно-камерной системой // Авт. Сергеев В. В., Джусоев М., Павлиди Д., Пухаев Г. В. Оpubл.

УДК 622.235.432

Масков Ю.П. к.т.н., доц., член-корр. МАНЭБ,  
Чумбуридзе Д.С. к.т.н., проф.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ПОДВЕРЖЕННЫЕ ВЛИЯНИЮ ОБЪЕКТЫ

(Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет), г. Владикавказ)

### Аннотация

Рассмотрены возможность применения энергетических характеристик для описания процесса воздействия источника блуждающих токов на подверженные влиянию объекты: активной мощности при втекании блуждающих токов в объект из земли; энергии разряда при ёмкостном влиянии и энергии магнитного поля при индуктивном влиянии. Показана необходимость вероятной оценки стороннего энергетического воздействия.

**Ключевые слова:** блуждающие токи, воздействие, энергетические параметры, мощность, ёмкостное влияние, энергия разряда, индуктивное влияние.

### Annotation

The possibility of using the energy characteristics to describe the impact of the source of stray currents influence on the exposed points of the active power at the influent of stray currents in the object from the ground; capacitive discharge energy at impact and the energy of the magnetic field in inductive influence. The necessity of third-party assessment of the likely impact of energy

**Keywords:** stray currents, impact, power parameters, power, capacitive influence, discharge energy, inductive influence.

Постоянно растущее потребление электрической энергии обостряет многие, связанные с этим проблемы. Одной из таких проблем является электромагнитное загрязнение среды и, в частности, проблема блуждающих токов [1; 2; 3; 4]. Интенсивность и зону распространения блуждающих токов обычно оценивают по току и напряжению, которые вызываются источниками блуждающих токов и протекают в подверженные влиянию электрической цепи (электровзрывной, измерительной и т.д.). Однако в ряде случаев наиболее востребованным и информативными являются энергетические характеристики, выражающие мощность или энергию, передаваемую источником блуждающих токов подверженному влиянию объекту. В этом случае следует рассматривать различные типы блуждающих токов отдельно.

Наиболее распространённым типом блуждающих токов являются токи в земле, вызываемые токами утечки из токоведущих рельсовых путей (Рис.1). Интенсивность поля блуждающих токов в этом случае будет определяться величиной вектора напряжённости  $\vec{E}$ , а разность потенциалов между точками «а» и «b» будет определяться интегралом:

$$\varphi_a - \varphi_b = \int_a^b \vec{E} dl \quad (1)$$

Для определения тока, втекающего в подверженный влиянию объект, можно воспользоваться методом эквивалентного генератора, а для определения мощности — произведением  $I^2 \cdot R_{вх}$ , считая подверженный влиянию объект резистивным. Тогда мощность  $P_{вл}$ , передаваемая полем блуждающих токов в подверженный влиянию объект будет равна:

$$P_{\text{бл}} = \frac{(\int_a \vec{E} \cdot d\vec{l})^2}{R_{\text{вн}} + R_{\text{вх}}}, \quad (2)$$

где  $R_{\text{вн}}$  — внутреннее сопротивление системы втекания блуждающих токов в объект,  $\theta_m$ ;

$R_{\text{вх}}$  — входное сопротивление объекта,  $\theta_m$ .

Необходимо отметить случайный характер параметров поля блуждающих токов. Для иллюстрации этого положения на рис.2 приведена гистограмма разности потенциалов между точками «а» и «b» находящимися в поле блуждающих токов. построенная по данным, полученным экспериментально на шахте Наклонная. п/о Ростовуголь. Точка «а» относится к металлическому штырю, который вбивается в грунт в непосредственной близости от токоведущих рельсовых путей, а точка «b» относится к штырю, вбитому на расстоянии более 50 м от токоведущих рельсовых путей (в перпендикулярном рельсовым путям направлении).

Гистограмма строилась по абсолютным значениям данных измерений. Как видно из приведенной гистограммы значение разности потенциалов не превышает 12 В. Однако даже эта величина является достаточной для того, чтобы учитывать влияние блуждающих токов в различных ситуациях (втекание в электровзрывную цепь, в измерительную цепь, воздействия на коррозионные процессы и т.п.)

Наиболее близким законом распределения в этом случае оказался экспоненциальный закон.

Для получения конкретных данных об интенсивности и зоне распространения

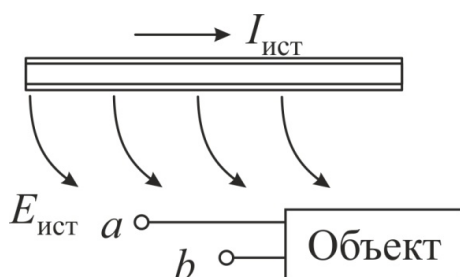


Рис. 1. Схема растекания электротяговых блуждающих токов

блуждающих токов можно воспользоваться формулой (2), теоретически определив  $E$  и вычисляя далее мощность, передаваемую источником блуждающих токов в подверженный влиянию объект, как интегральный параметр воздействия.

На рис.3 схематически показан разряд наэлектризованного тела на подверженный влиянию объект, например на электровзрывную цепь, которая в результате нарушения изоляции имеет контакт с землёй. В этом случае основным критерием степени ёмкостного влияния является сторонняя энергия, передаваемая объекту наэлектризованным телом. В случае полного разряда наэлектризованного тела эта энергия  $W_c$  будет равна:

$$W_c = \frac{C_3 \cdot U^2}{2}, \quad (3)$$

где  $C_3$  и  $U$  — эквивалентная емкости, потенциал наэлектризованного тела соответственно.

Величины  $C_3$  и  $U$  являются случайными, так как зависят от целого ряда случайных факторов. Величина переданной электростатической энергии  $W_c$  также будет случайной. Как показывают расчеты и эксперименты распределение электростатической энергии также наиболее адекватно описывается экспоненциальным законом распределения.

На рис.4 представлена гистограмма распределения энергии разряда, построенная по результатам статистического моделирования с использованием исходных данных, соответствующих реальным параметрам процесса электризации. Как видно из рис.4, энергия разряда в ряде случаев может достичь значений, достаточных, например, для срабатыва-

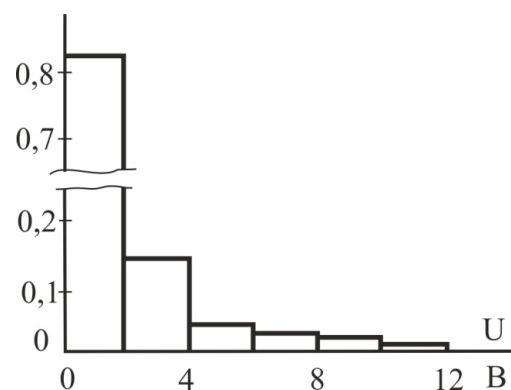


Рис. 2. Гистограмма напряжений «рельс — грунт»

ния электродетонатора нормальной чувствительности [2]. Последнее обстоятельство должно учитываться при выполнении электровзрывных работ в условиях возможной электризации оборудования.

На рис.5 схематически изображено индуктивное влияние на объект источника блуждающих токов, представленного в виде проводника с током (например, провода линии электропередачи).

Энергия  $W_L$ , накопленная в подверженном индуктивному влиянию объекте:

$$W_L = \frac{L_э \cdot I^2}{2}, \quad (4)$$

где  $L_э$  — эквивалентная индуктивность эквивалентного контура;

$I$  — наведенный ток в контуре индуктивного влияния.

Как и в предыдущем случае, процесс стороннего энергетического воздействия на объект зависит от множества случайных факто-

ров и его адекватное описание должно быть увязано с вероятностью возникновения конкретных ситуаций. Для определения вероятностных характеристик процесса стороннего индуктивного влияния на объект авторами также было реализовано статистическое моделирование с использованием соответствующих реальным значениям исходных параметров влияющих величин. По полученным данным была построена гистограмма, представленная на рис. 6.

Энергия магнитного взаимодействия системы распределена в интервале значений от 0-2,5 мДж, т.е. в ряде случаев этой энергии может быть достаточно, как и в прошлом случае, для неуправляемого срабатывания электродетонаторов нормальной чувствительности со всеми вытекающими катастрофическими последствиями.

Адекватная оценка результата воздействия стороннего источника энергии на под-

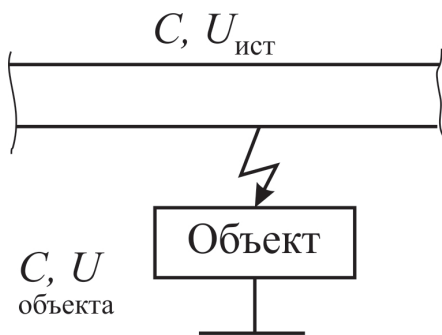


Рис. 3. Схема разряда наэлектризованного тела на подверженный влиянию объект

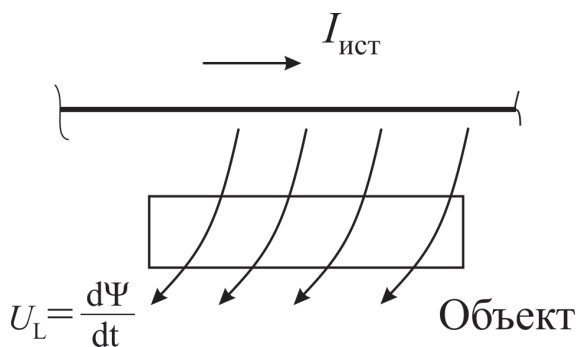


Рис. 5. Схема индуктивного влияния на объект источника блуждающих токов

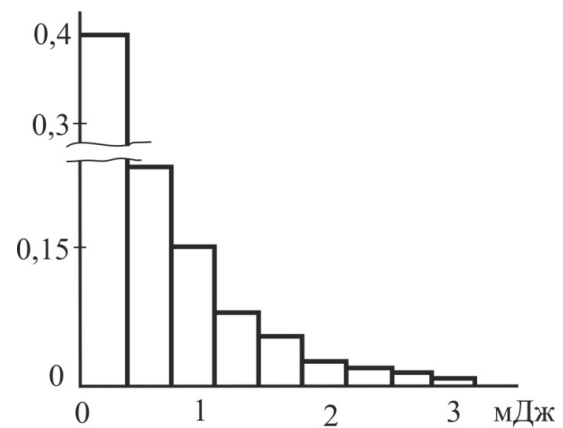


Рис. 4. Гистограмма распределения энергии разряда при ёмкостном влиянии

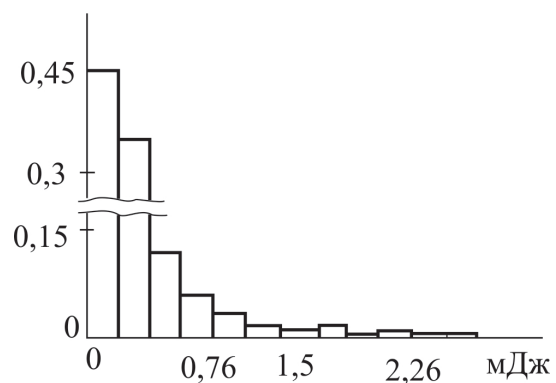


Рис. 6. Гистограмма распределения энергии магнитного влияния

верженный влиянию объект может быть сделана только при условии учёта вероятностных характеристик процесса. При рассмотрении конкретных объектов обычно задаются нормированными величинами (параметрами) стороннего воздействия и допустимой вероятностью превышения этих нормированных значений.

Таким образом, для наиболее достоверной и обоснованной оценки степени стороннего воздействия на подверженные влиянию объекты необходимо и достаточно иметь закон распределения соответствующих энергетических параметров влияния, в частности, как это представлено гистограммами на рис.2, 4, 6. От гистограмм легко перейти к законам распределения и далее использовать их для определения искомой вероятности нахождения анализируемого параметра в заданном интервале.

Применение описанных энергетических параметров (по сравнению с такими величинами как ток или напряжение) позволяет получить более адекватную оценку результата воздействия источника блуждающих токов

на подверженные влиянию объекты, сделать более обоснованные выводы и сформулировать наиболее эффективные рекомендации.

### Литература

1. Стрижевский И.В., Томлянович Д.К. Блуждающие токи и электрические методы защиты от коррозии. — М.: Изд-во коммунального хозяйства, 1987. — 202 с.
2. Защита зарядов взрывчатых веществ от преждевременных взрывов блуждающими токами/Граевский М.М. [и др.]; под ред. М.М. Граевского. — М.: Недра, 1987. — 380 с.
3. Петров Ю.С. Безопасность систем электровзрывания в горной промышленности, «Безопасность в техносфере», №5. г. Москва, Инфере-М., 2012. — С. 37-41.
4. Петров Ю.С., Масков Ю.П., Петрова В.Ю. Анализ электромагнитного влияния высоковольтных линий электропередач на электровзрывные цепи в условиях горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. 2011, №3. — С. 71-77.



---

---

# АГРОНОМИЯ

---

---

УДК 631.46

**Сокаев К. Е., д. с.-х. н.,  
академик МАНЭБ  
Хубаева Г. П., к. т. н., доц.,  
член-корр. МАНЭБ**

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ г. ВЛАДИКАВКАЗ И ЕГО ПРИГОРОДА

### *Аннотация*

*В статье приводятся результаты исследований по определению загрязненности почв г. Владикавказа и его пригорода тяжелыми металлами (ТМ) и источники их накопления*

**Ключевые слова:** почва, тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, кадмий, кобальт, никель.

### *Annotation*

*The article presents the results of studies to determine the contamination of soils in Vladikavkaz and its suburbs with eavy metals (HM) and the sources of their savings*

**Keywords:** soil, heavy metals, copper, zinc, lead, cadmium, cobalt, nickel.

С развитием науки и техники увеличивается техногенный пресс на окружающую природную среду, на среду обитания человека. Окружающая нас природная среда с каждым годом претерпевает все большую техногенную нагрузку. Являясь открытой системой, она становится приемником и накопителем загрязняющих ее отходов хозяйственной деятельности человека. Поэтому основным объектом экологии городской среды является среда обитания человека, рассматриваемая как открытая экосистема, взаимосвязанная с большой системой — окружающей средой города.

Воздействие человека на окружающую природную среду и его негативные последствия приобрели в последние десятилетия такие масштабы, что носят острокризисный характер. Составляющие окружающей нас природной среды: атмосферный воздух, во-

дные ресурсы, почвы, растительность загрязняются различными поллютантами, среди которых особе место занимают тяжелые металлы (ТМ — химические элементы периодической системы Д. И. Менделеева с атомной массой более 50 и их соединения), поскольку, в отличие от других неустойчивых и быстро трансформирующихся загрязнителей, соединения тяжелых металлов довольно устойчивы и сохраняют свои токсические свойства в течение длительного времени.

Из объектов природной среды в наиболее уязвимом, беззащитном состоянии находится почва. Являясь сопредельной средой с атмосферой и водоисточниками, пахотный слой почвенного покрова в наибольшей степени принимает на себя негативную нагрузку от выбросов промышленности, тепловой энергии и транспорта (рис. 1), а из пахотного, наиболее богатого органическими вещества-

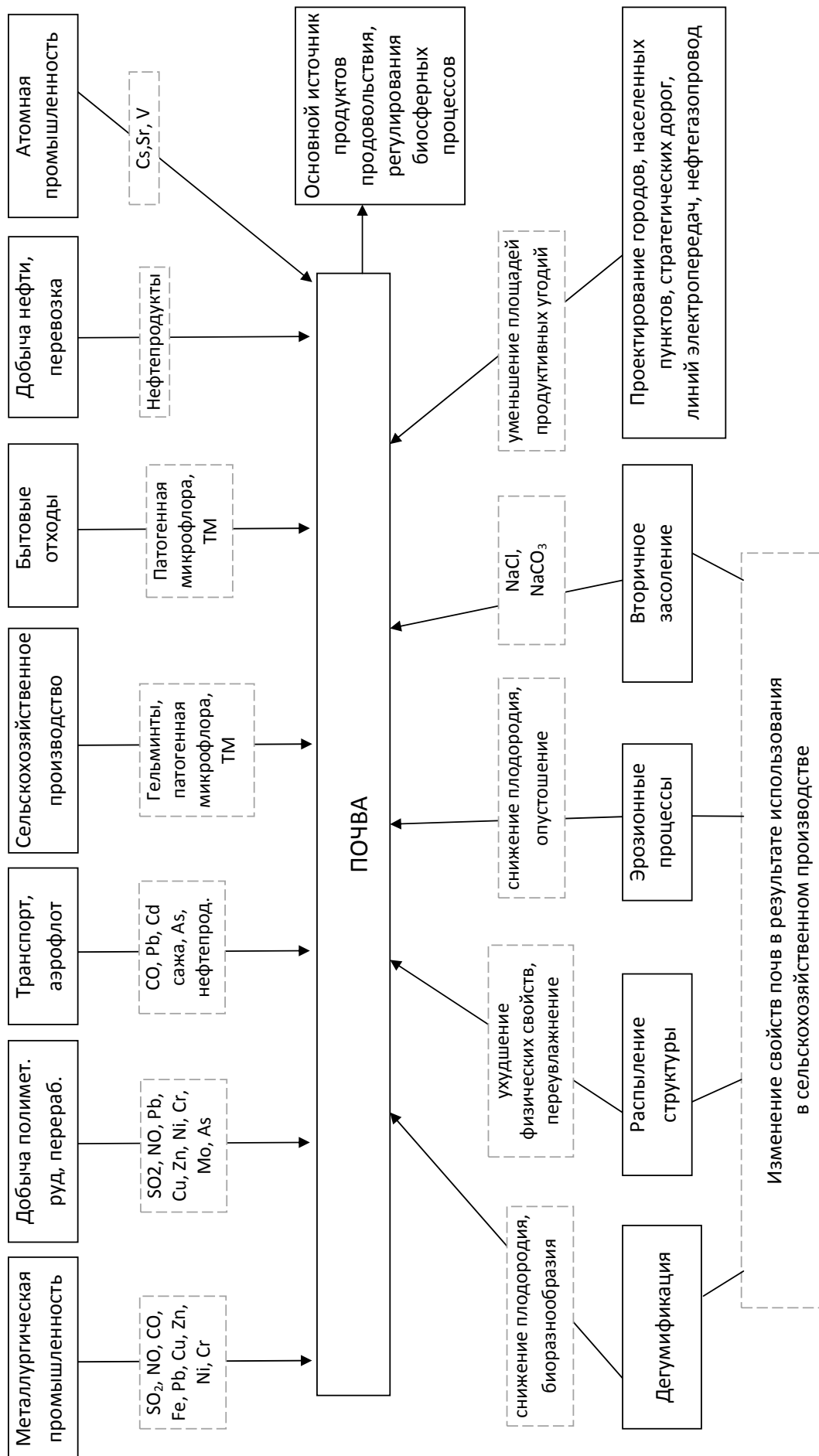


Рис. 1. Источники поступления загрязнителей в почву в начале третьего тысячелетия

ми слоя, ТМ с растениеводческой продукцией попадают в организм человека и животных, вызывая в них различные заболевания, опасные для жизни.

В связи с этим необходимо осуществлять контроль за степенью загрязнения почв тяжелыми металлами и при выращивании сельскохозяйственных культур использовать приемы, препятствующие поступлению их в растения, выше предельно допустимых концентраций. К таким приемам можно отнести агрохимические работы: внесение органических удобрений, известкование кислых почв, применение цеолитов и другие способствующие переводу соединений ТМ в малорастворимые (малоподвижные) формы и тем самым снижающие поступление их в растительную продукцию, и далее по пищевой цепи в организм человека.

Исследования, проведенные ФГУ Станция Агрохимической Службы «Северо-Осетинская» [1, 2, 3] показали, что основными загрязнителями почв РСО-Алания являются кислоторастворимые металлы: свинец, цинк, кадмий, медь. Максимальное количество первых трех элементов обнаружено в черте города Владикавказа и вокруг города в радиусе до 5 км. Однако и в дальних пригородных зонах по некоторым направлениям содержание их оставалось опасным (рис. 2).

Ореол загрязнения пахотного слоя почвы свинцом, цинком и кадмием резко вытянут в сторону сел Чермен и Сунжа, на что видимо, оказывают влияние выбросы металлургических предприятий г. Владикавказ (заводы «Электроцинк», «Победит») сносимых южными ветрами флюидами в этом направлении. Достаточно высокое содержание свинца обнаружено и в направлении Владикавказ —

Чми. Значительное содержание кадмия, превышающее ПДК в 2,4-3,2 раза, обнаружено в ближней пригородной зоне по направлению г. Ардон.

Почвы города особо подвержены сильному загрязнению ТМ. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды РСО-Алания» за 2007 г., [4] в период с 1991 по 2007 гг. произошли значительные увеличения площади Владикавказского техногенного ореола загрязнения (в 2,4 раза). При этом наблюдается существенное снижение коэффициентов концентраций большинства токсичных элементов, то есть происходит активная миграция загрязняющих веществ из центральной части ореола к периферии.

За пределами Владикавказского техногенного ореола, в непосредственной близости от главных автодорог, отмечен рост концентрации в почве свинца и цинка. На территории г. Владикавказа выделяют техногенный ореол рассеивания ТМ, имеющий площадь 40 км<sup>2</sup> и занимающий правобережную часть города (рис. 3).

Результаты проведенных исследований по определению кислоторастворимых форм ТМ в исследуемых почвах приведены в таблицах — 1 и 2 [5]. Анализ полученных данных говорит о том, что на обследованных территориях г. Владикавказ и его пригорода почвы сильно загрязнены тяжелыми металлами. Так, в урбанизированном выщелоченном черноземе на территории завода «Электроцинк» (табл. 1) содержание ТМ превышает ПДК по меди — 180 раз, цинка — 140, свинца — 67, кадмия — 40,5, кобальта — 3,5 и никеля — 2,9 раз.

Таблица 1

**Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов в урбанизированном выщелоченном черноземе на галечнике**

Глубина взятия образца, см	Химический элемент, мг/кг почвы					
	Cu	n	Pb	Co	Ni	Cd
	ПДК-3,0	ПДК-23,0	ПДК-6,0	ПДК-5,0	ПДК-4,0	ПДК — 0,1-0,5
0-12	550,0	3224	403,3	17,7	11,8	20,3
12-21	380,2	3122	337,3	13,5	12,4	13,9
30-40	188,3	3036	362,7	12,0	10,1	10,4
70-80	120,3	1891	241,0	8,5	8,5	6,8

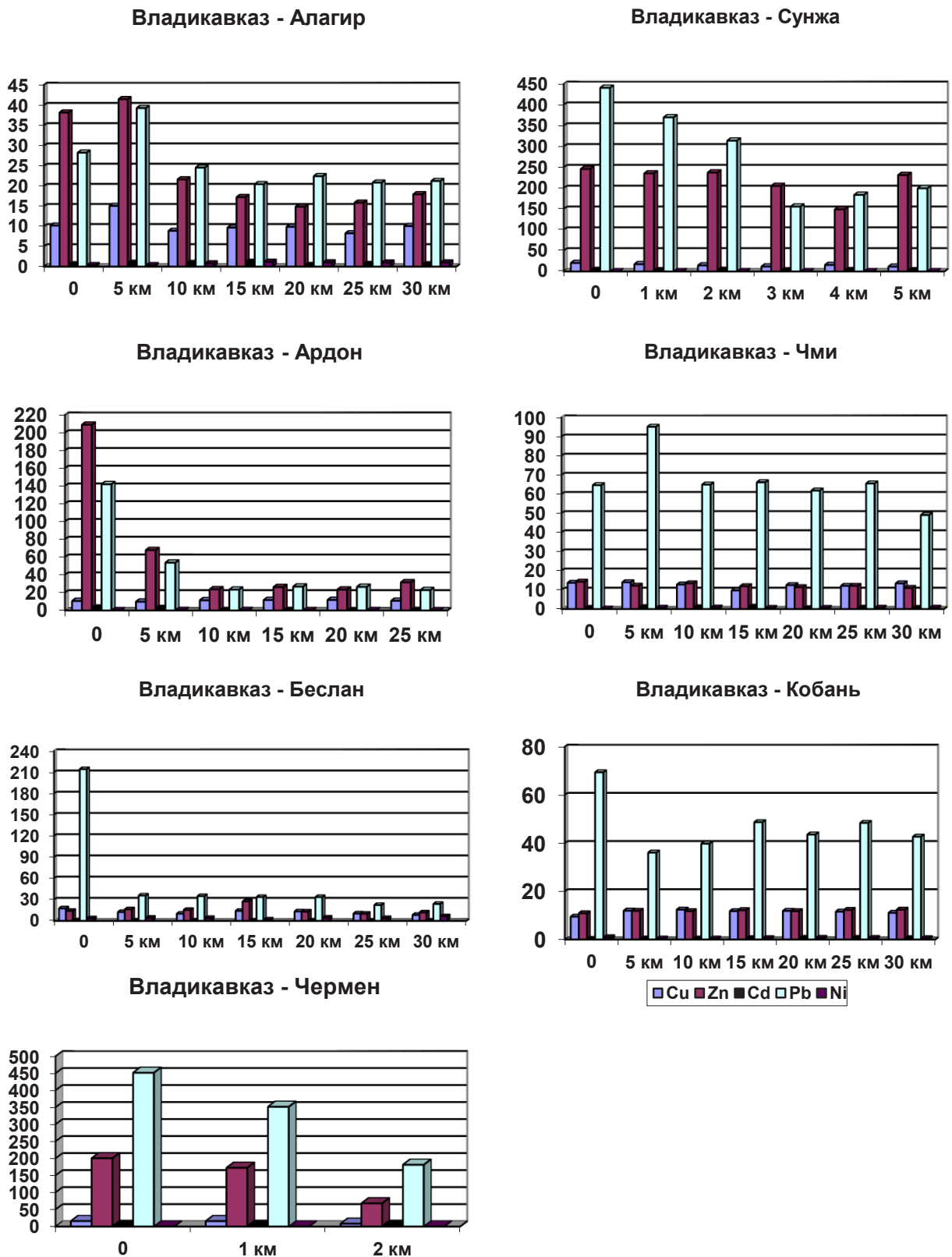


Рис 2. Содержание тяжелых металлов в пахотном слое почвы в ближней (5 км) и дальней (30 км) пригородных зонах г. Владикавказ, мг/кг

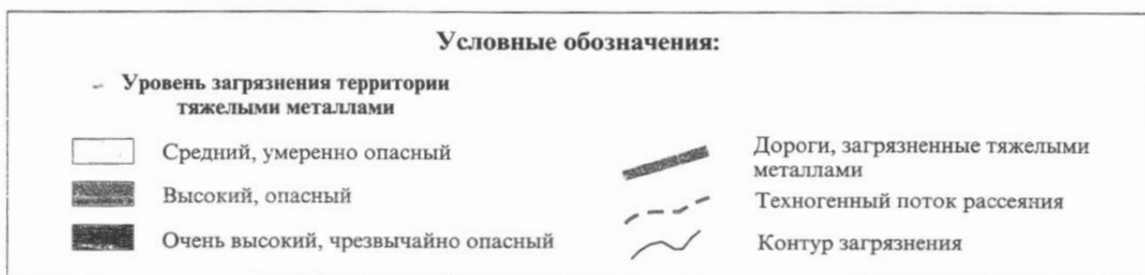
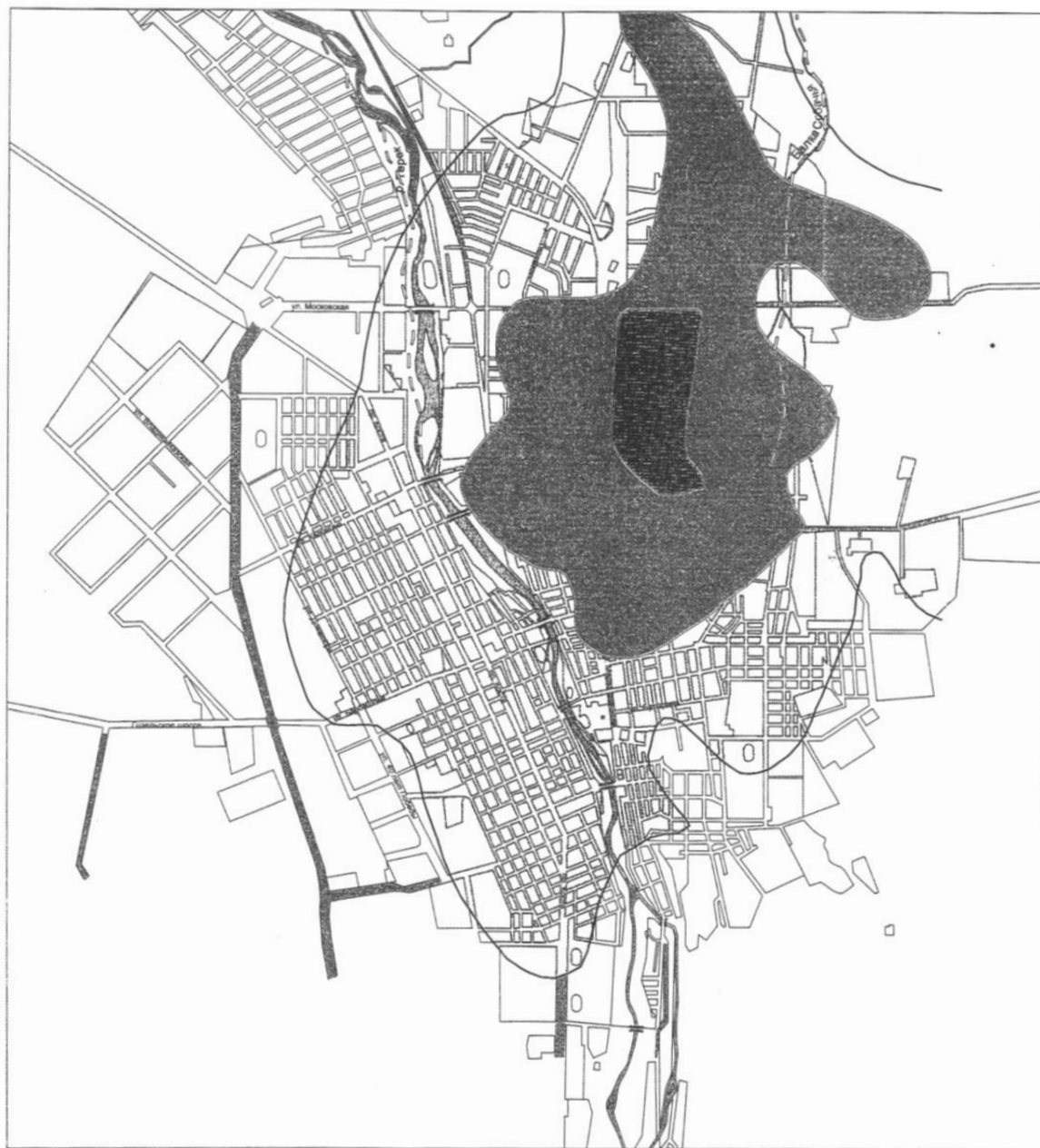


Рис. 3. Загрязнение почв г. Владикавказа тяжелыми металлами

ОАО «Электроцинк» в результате своей деятельности загрязняет не только свою территорию, но и территорию всего Владикавказа и почвы близлежащего бывшего совхоза «Восход». На выщелоченных черноземах территории совхоза (5 км зона от источника загрязнения) превышение норм ПДК кислоторастворимых форм наблюдается по меди — в 25 раз, свинцу — 24,5, цинку — 8,5, кадмию — 3,8, никелю — 1,4, кобальту — 1,4 раза (табл. 2).

Таким образом, основной причиной повышенного загрязнения почв рассматриваемых территорий тяжелыми металлами являются выбросы свинцово-цинкового производства завода «Электроцинк», о прекращении которого принято решение, что может стать исходной точкой оздоровления окружающей природной среды г. Владикавказа и его пригорода.

## Литература

1. Сокаев К.Е. Содержание тяжелых металлов в почвах Северной Осетии // Вестник МАНЭБ, №2. Владикавказ, 2002. — С. 95-100.
2. Сокаев К.Е. Агроэкологический мониторинг почв и эффективность удобрений в Предгорьях Центрального Кавказа/г. Владикавказ, 2009. — 287 с.
3. Сокаев К.Е., К.Е. Сокаева Р.М. Мониторинг тяжелых металлов в почвах Северной Осетии //Агрохимический вестник. №5. — 2003. — С. 12-13.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов РСО-Алания». — Владикавказ, 2007. — 119 с.
5. Зангилиди В.В. Влияние техногенного загрязнения на состояние почв г. Владикавказа/Автореферат канд. диссертации Ростов-на Дону, 2009. — 23 с.

Таблица 2

### Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов в выщелоченных черноземах на галечнике

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Химический элемент, мг/кг почвы					
		Cu	Zn	Pb	Co	Ni	Cd
		ПДК-3,0	ПДК-23,0	ПДК-6,0	ПДК-5,0	ПДК-4,0	ПДК-0,1-0,5
Ап	0-20	75,7	197,4	147,5	7,4	6,5	1,9
Апп	20-30	21,4	34,9	49,5	5,8	5,7	1,8
B <sub>1</sub>	40-50	21,2	28,4	47,5	5,7	5,1	0,6
B <sub>2</sub>	70-80	18,3	25,4	45,9	3,2	4,3	0,4
BC	80-90	15,0	18,8	37,7	3,0	4,0	0,3

УДК.502; 581.5; 631

Осикина Р.В., д. с.-х.н., профессор, академик МАНЭБ

## СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ

### *Аннотация*

*Статья посвящена биологическим способам формирования почвенного плодородия в условиях климатической зоны РСО-Алания, а также факторам создания оптимальных условий для развития и продуктивного действия почвенной макро- и микробиоты.*

**Ключевые слова:** гумус, почвы,, буферность, сидераты, макробиоты, микробиоты.

### *Annotation*

*The article is devoted to biological processes for the formation of soil fertility in a climate zone of North Ossetia-Alania, as well as factors to create optimal conditions for the development of productive activities and soil macro- and microbiota.*

**Keywords:** humus, soil, buffering, green manure, makrobioty, microbiota

Здоровье и жизнь человечества напрямую зависят от качества окружающей среды и качества, употребляемых им продуктов питания, которые в свою очередь, связаны с производством и потреблением растениеводческой и животноводческой продукции.

В последние десятилетия, в связи с интенсивным техногенным воздействием человека на окружающую среду значительно снизилось плодородие почв, как основного фактора производства сельскохозяйственной продукции и благосостояния народа [1, 2, 3].

Широко распространенная в нашей стране интенсивная система земледелия характеризуется высоким уровнем применения средств химизации, ростом площадей пропашных культур, частыми механическими воздействиями на почву во время различных обработок.

Простое потребительство, без учета основных законов земледелия и агрохимии, таких как: закон возврата, закон незаменимости факторов и др., а равно и нарушение научно обоснованных требований агротехники и земледелия, организации территории и размещению посевов, чередованию культур, система обработки почвы, сбалансированное использование средств химизации,

неизбежно приводит к потере плодородия и даже прямым разрушениям почвы. Одно внесения органического удобрения недостаточно. В почве происходят минерализация органического вещества, деструкция гумуса, увеличивается подвижность гуматов, усиливается водная и ветровая эрозия. Эти явления особенно выражены и характерны для предгорной зоны РСО-Алания, хотя, почти во всех почвенно-климатических зонах республики отмечен отрицательный баланс гумуса. Наряду с этим произошли коренные изменения в структуре микробных ассоциаций, их функциональной деятельности, резко уменьшилась биологическая активность почв. Снижение их плодородия не удастся компенсировать наращиванием поставок минеральных удобрений [4, 5].

Реальным выходом из создавшегося положения представляется биологизация существующей системы земледелия, которая должна предусматривать стабилизацию современного уровня использования минеральных удобрений на фоне возрастающего количества органических. Основным правилом применения органических удобрений в земледелии должна стать сбалансированность биологического круговорота органического

вещества в сельскохозяйственном предприятии.

Оптимальный уровень плодородия той или иной почвы определяется таким сочетанием ее основных свойств и показателей, при котором могут быть наиболее полно использованы все жизненно важные для растений факторы и реализованы возможности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Плодородие почвы различают: потенциальное (естественное и искусственное) и эффективное (экономическое). Потенциальное плодородие определяется запасом в почве гумуса, питательных веществ и другими условиями жизни, являясь основным средством производства. Проявление потенциального плодородия в производственной деятельности, характеризующееся возможностью использования растениями элементов питания для создания урожаев, находит свое выражение в эффективном плодородии почв.

Разнообразие природных условий нашей страны обуславливает и многообразие почв с различным уровнем плодородия. Поэтому задачей современного интенсивного земледелия является планомерное проведение мероприятий, направленных на усиление накопления органического вещества в почве, предупреждение эрозионных процессов, внедрение рациональных приемов обработки почвы. Это является гарантией поддержания и увеличения плодородия почв с получением высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В формировании почвенного плодородия важнейшая роль принадлежит гумусу, содержание, запасы и состав которого практически определяют все агрономически ценные свойства и продуктивность почвы [6].

Основными источниками пополнения гумуса в почвах являются органические удобрения и растительные остатки сельскохозяйственных культур. Однако, наши расчеты показывают, что даже при максимальном использовании традиционных органических удобрений (навоз, торфонавозные компосты) баланс гумуса в условиях предгорной зоны (на примере хозяйств Алагирского района) будет составлять минус от 0,2 до 0,3 ц/га [7].

В связи с этим необходимо включать в сельскохозяйственный оборот другие органические источники, одним из которых является солома. Солому необходимо использовать для приготовления компостов, в т.ч. с бесподстилочным навозом.

В своих исследованиях мы апробировали также технологию непосредственного использования соломы на удобрение, минуя скотный двор и площадку компостирования. При этом солому перед внесением предварительно измельчали, обрабатывали биопрепаратом и запахивали в период осенней вспашки.

Хорошие результаты получены нами в опытах по использованию компоста, приготовленного из соломы и сапропеля — донного отложения пресноводного водоема озера Бекан, состоящего из отмерших организмов животного и растительного происхождения с дополнительным внесением биопрепарата (подана заявка на изобретение). В опытах на арендованных землях совхоза «Ардон» мы получили повышение урожайности кукурузы не менее 0,5 зерн. ед. на 1т такого компоста. Преимущество сапропелей состоит в том, что они не содержат жизнеспособных семян сорняков, они экологически безвредны, более того, при их добыче решается важная природоохранная задача — восстанавливаются заиленные водоемы.

Проблему сохранения гумуса в почве надо решать также совершенствованием структуры посевных площадей и введением научно обоснованных севооборотов.

Включение в севообороты посевов многолетних трав, обладающих мощной корневой системой и большим количеством пожнивных остатков является существенным резервом обогащения почвы, органическим веществом. Нашими исследованиями установлено, что только многолетние травы в условиях предгорной зоны накапливают до 1,5-2 т/га органического вещества в год.

Не менее важным источником органического вещества могут быть зеленые удобрения — сидераты, которые не требуют выделения специальных площадей для их выращивания. Наиболее эффективное использование сидератов — комбинированное, т.е. основной урожай зеленой массы сидера-



тов используют на корм скоту, а для зеленого удобрения применяют корни и отаву.

В результате нарушения севооборотов в почвах предгорной зоны нами выявлены скопления фитопатогенных грибов, корневых гнилей, вилта и прочее, а также сокращение количества бактерий, усваивающих минеральные формы азота; при этом бурно развиваются олиготрофы.

Заделкой в почву зеленой массы сидератов можно в значительной степени снизить или даже полностью устранить микробиологическое утомление. При этом стимулируется развитие бактерий и других гетеротрофных микроорганизмов. Зеленая масса бобовых сидератов (люпин, донник, сераделла, чина), а так же капустные (сурепица, рапс, масличная редька) не только обогащают почву органическим веществом, но и оказывают фунгистатическое, а при некоторых условиях фунгицидное действие.

Эффективность 1 т сидератов в среднем за ротацию севооборота в условиях предгорной зоны эквивалентна применению 1 т подстилочного навоза.

Зеленые удобрения улучшают структуру малогумусных почв, повышают их поглощательную способность, буферность, влагоемкость и водопроницаемость. После заделки сидератов усиливается жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

Использование сидератов не сопровождается процессами, которые могут нанести ущерб окружающей среде и снизить качество производимой сельскохозяйственной продукции.

### Литература

1. Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Горнова И. Б., Гусарова Н. А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. — М.: Делта-Липринт, 2001. — 130 с.
2. Красноштанова А. А., Крылов И. А., Бабусенко Е. С. Основы биотехнологии. — М.: 2001. — 84 с.
3. Мюллер И. Деградация природы/Экологические очерки о природе и человеке/Под. ред. Б. Грасименка. — М.: Прогресс, 1988.
4. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: в 4 кн: Пер. с англ. — М.: Мир, 1994.
5. Романова Э. П., Куракова Л. И., Ермаков Ю. Г. Природные ресурсы мира. — М.: Изд-во МГУ, 1998.
6. Скиннер Б. Хватит ли человечеству земных ресурсов. Пер. с англ. — М.: Мир, 1989.
7. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? Учеб. пособие/Под ред. проф. В. И. Данилова — Данильяна. — М.: Изд-во МНЭПУ, 1997.

УДК.504.54.056

Бекузарова С. А., д.с.-х.н, проф, академик МАНЭБ,  
Бекмурзов А. Д., канд.б.н., доцент,  
Царикаева М. И., аспирант

## СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

(Горский Государственный Аграрный Университет,  
Северо-Осетинский Государственный Университет)

### *Аннотация*

*Изучен травостой горных фитоценозов. Установлено, что при отсутствии бобовых компонентов происходит деградация и кормовая ценность пастбищного травостоя. Разработаны агроприемы, позволяющие сохранить растительность и плодородие горных земель.*

**Ключевые слова:** биоразнообразие, антропогенное и зоогенное воздействие популяций, флора и фауна.

### *Annotation*

*Studied herbage mountain phytocenoses. It was established that in the absence of degradation of the components of legumes and fodder value of pasture grasses. Agricultural methods have been developed, allowing to preserve the vegetation and fertility of mountainous land.*

**Keywords:** diversity, anthropogenic and biogenic effects of population, flora and fauna.

**Введение.** Среди современных проблем охраны природы биоразнообразие занимает одно из ведущих мест. Общеизвестно, что воздействие человека на природу приобрело глобальный характер, а его масштабы и темп продолжают возрастать. В результате как прямого, так и косвенного антропогенного и зоогенного воздействия многие биологические виды, в частности ценные травы, исчезают, или их популяции находятся на критическом пределе численности, ставящем под угрозу возможность производства вида. Воздействие человека на луговые сообщества живых организмов стало настолько мощным, что они уже не в состоянии противостоять процессам антропогенной трансформации и утрачивают важнейшее свойство природных сообществ — способность к самовосстановлению. В связи с этим сокращается площадь ценных популяций, что приводит к распаду природной системы [1,2].

Значимость Кавказа в охране биологического разнообразия планеты общеизвестна. Определяемое стыком флоры и фауны различного происхождения и различными типами вы-

сотной зональности, биоразнообразие этого региона чрезвычайно велико и отличается высокой степенью эндемизма и большим количеством видов, занесенных в Международную и национальные Красные книги. Следует особо отметить, что этот регион является одним из мировых центров видообразования и прародиной многих растений, введенных в культуру [3,4].

Признанием общемировой значимости биологического разнообразия Кавказа является включение его в список «200 глобальных экорегионов мира», подготовленный всемирным фондом дикой природы. В то же время современный социально-экономический кризис, перестройка существовавшей системы контроля охраны и использования природных ресурсов, наряду с чрезвычайно высокой уязвимостью горных экосистем, обуславливают необходимость принятия срочных мер по сохранению биологического разнообразия региона [5].

Горные районы республики являются одним из центров биологического разнообразия, который в последние годы имеет су-

ществленные изменения и постоянно подвергается разрушению и исчезновению многих ценных видов растений. Особенно подвергаются воздействию ценные кормовые травы горных фитоценозов. Сохранившиеся же виды малопродуктивны. Восстановление деградированных пастбищ, возможно известным приемом подсевом трав. Однако осуществление этого метода затруднено в связи с отсутствием семян, адаптивных к горным условиям видов и сортов многолетних трав.

**Цель работы** заключается в исследовании сокращения видов биоразнообразия на территории РСО-Алания. Поставленная цель предопределила решение следующих **задач**:

- изучить современное состояние растительности горных лугов;
- дать оценку горным фитоценозам;
- исследовать проблемы и разработать методы сохранения биоразнообразия в РСО-Алания.

В настоящее время для территории РСО-Алания, по данным справочника «Растительный мир РСО-Алания» (2000), насчитывается 4000 видов «высших растений». Таким образом, современное соотношение типов ареалов этих видов, по-видимому, несколько иное (6).

В настоящее время для территории РСО-Алания, по данным справочника «Растительный мир РСО-Алания» [7], насчитывается 4000 видов «высших растений».

Для изучения биоразнообразия выбраны территории на высотах в диапазоне 1000-1850 м над уровнем моря с различным характером эксплуатации. В качестве контроля служили луга, в меньшей степени подверженные антропогенному воздействию вблизи Санибанского перевала (к Суаргомскому ущелью). Здесь исследован участок на высоте 1820-1850 м. над уровнем моря, на склоне юго-западной экспозиции крутизной 30-35°.

В разнотравно-луговой ассоциации наблюдались микрогруппировки с доминированием эспарцета скального, костра безостого, подмаренника настоящего, василька беловатого, буквицы крупноцветной и других.

Для сравнения с исходным участком (вблизи перевала) исследовали также сенокос в границах села Горная Саниба, огражденный, недоступный для стравливания ско-

том. Участок находился на склоне восточной экспозиции, крутизной около 40°. Площадь опытного участка 700 м<sup>2</sup>. Фоновый вид с покрытием 50-60% — котовник крупноцветковый, отдельные группировки с доминированием люцерны серповидной, пырея стройного, тысячелистника обыкновенного, вязеля пестрого и других.

Исследован также участок пастбища вдоль профиля, пересекающего склон северо-западной экспозиции. Здесь проложена трансекта перпендикулярно пойме р. Геналдон, от берега (высота над уровнем моря 1000 м) до точки склона на высоте 1350 м над у.м. Состояние растительности отличается высокой степенью угнетения, что связано с отсутствием контроля над выпасом. Крутизна склона 35-45°, сильно выражена тропиноподобная сеть.

При изучении растительности установлен систематический состав, как в пробных площадках, так и на остальной территории вдоль правого борта Геналдонского ущелья и приводится по времени на вторую половину июля. Определялась высота травостоя в пробных площадках, площадью 1 м<sup>2</sup>, в 5-кратной повторности, а на трансекте по правому борту Геналдонского ущелья — в 10-12-кратной.

Учеты проведены в 2 фазы: июньская (ранняя вегетация в начале выпаса скота) и июльская, при полном развитии растений (цветение и начало плодоношения). Проводился укос на высоте 5 см над уровнем почвы и определение надземной массы с последующим разделением и взвешиванием по качественному составу: а) бобовые, б) злаки, в) разнотравье. Для каждого вида затем были указаны обилие и фенологическая фаза. По трансекте было заложено 12 пробных площадок на расстоянии 20-25 м. друг от друга. Перепад высот вдоль трансекты составил 350 м.

Геоботаническое описание исследованных участков, проводилось в соответствии с общепринятыми методиками [8].

1. Описаны площадки в следующих количествах:

а) на территории сенокоса (выс. 1820-1850 м н.у.м.) — 5 в различных микрогруппировках.

б) на территории сенокоса в границах с.

Горная Саниба (выс. 1350 м н.у.м.) — 5 в различных микрогруппировках;

в) вдоль трансекты, проложенной на пастбище по правому борту Геналдонского ущелья (от 1000 до 1350 м н.у.м.) — 12 на расстоянии 20-25 м друг от друга.

2. собран гербарий и определены растения каждой площадки, составлены списки, материал этикетирован.

3. высота травостоя определялась в пределах: от корневых шеек до верхушек растений в основной массе, затем — до верхушек самых высоких стеблей (например, 20-30 см, 45-60 см).

4. среди хозяйственно-ценных групп растений выделены бобовые, злаки и разнотравье. Осоки в период исследования по генеративным органам не могли быть определены из-за их отсутствия, вегетативных выявлено очень мало, поэтому при проведении укосов осоки попадали и суммировались со злаками.

5. масса укосов определялась с помощью торсионных весов, с

точностью до десятков граммов.

6. обилие видов в границах изученных территорий определялось визуально с применением общепринятой шкалы: soc — сплошной покров, spars — обильно, sol — рассеянно, un — единично.

7. регистрация фенологических фаз видов проводилась по преобладанию в их популяциях соответствующих каждой фазе особей. Во второй и третьей декадах июля в фазе плодоношения зафиксированы злаки, некоторые гвоздичные, норичниковые, мареновые, подорожниковые и другие. Подавляющее большинство летних трав наблюдались в фазе цветения. Ранневесенние растения практически в травостое не просматривались.

Продуктивность травянистой растительности сравнивали с данными исследований Розгипрозема.

Одновременно с определением продуктивности фитомассы подвергали отобранные образцы химическому анализу по содержанию протеина, клетчатки, жира, золы, фосфора, кальция.

В отличие от известного метода, оценку фитоценозов проводили по пятибалльной шкале трехкратно: в период отрастания травостоя весной по плотности дернины, в фазу

бутонизации и цветения основной массы лугопастбищной растительности, где процентное соотношение бобовых в удовлетворительном состоянии должно быть не менее 5%, и перед уходом в зиму по наличию видов трав с корневищно-рыхло-кустовым типом кущения (9).

Способ осуществляется следующим образом. В период отрастания трав весной отмечали целостность связанной дернины. Нарушение дернины в 5-10% оценивается в 3 балла, то есть относительно удовлетворительная ситуация. Нарушение дернины в 15-25% оценивали как чрезвычайную экологическую ситуацию, а более 30% определяли как экологическое бедствие.

Степень плотности дернины в полной мере зависит от развития трав. Чем лучше развиваются растения лугов и пастбищ, тем плотнее дернина и устойчивее экосистема. Наличие плотной дернины — это не только заслон от ветровой и водной эрозии, но и показатель важного регулятора тепла. Благодаря дернине почва медленнее оттаивает весной, а осенью позднее замерзает. Поэтому в травосмесях растения лучше противостоят низким температурам в зимний период и держатся дольше по сравнению с некоторыми одновидовыми посевами. Изменение проектного покрытия происходит в результате природного и антропогенного воздействия на растительность различных типов, главным из которых является механическое нарушение фитоценоза (выпас, рекреация и т.д.) и химическое воздействие, приводящее к изменению жизненного состояния видовых популяций через изменение процессов метаболизма и водного баланса. В период бутонизации и цветения массы луговых трав проводится глазомерная оценка видового состава. При наличии 5-10% бобовых трав (клевер, люцерна, лядвенец, эспарцет, козлятник, вика и др.) в зависимости от горных поясов пастбища оценивали как удовлетворительные. Бобовые травы в большинстве разновидностей хорошо приживаются на слабокислых почвах. Имея мощную корневую систему (1,5-2 м), многие виды бобовых хорошо переносят недостаток влаги, улучшают почвенную структуру и обеспечивают азотом

другие виды трав за счет азотфиксирующих клубеньковых бактерий на корнях.

Комплексная оценка в три периода вегетации по состоянию растительности как индикатора сохранности пастбищ дает возможность определить экологическую ситуацию, более эффективно и упрощенно дать характеристику луговой и пастбищной экосистемы.

Для улучшения деградированных пастбищ с оценкой в 2-3 балла осуществляли подсев бобово-злаковых травосмесей с различным содержанием бобовых компонентов: 75, 50 и 25%.

В наших опытах выявлено, что подсеваемые бобовые травы (с 75% содержанием) уже в первый год жизни превышали злаковые высоты на 8-20 см и урожай их кормовой массы составил 17,4 ц/га, что выше варианта с 25%-ным содержанием бобовых на 6,5 ц/га.

Ко второму году жизни этот показатель возрос до 41 ц/га и превысил другие варианты с меньшим составом бобовых (25 и 50%) в пределах 10-20 ц/га.

Исследования подтвердили, что увеличение роли бобовых в травосмеси повышает эффективность подсева. Плотность травостоя при 75%-ном содержании бобовых увеличилась в сравнении с 25% — составом на 249 шт. побегов на 1 м<sup>2</sup>.

Наличие бобовых трав в травостое улучшает и кормовую массу. При максимальном соотношении их ценность корма возрастает, увеличивается сырой протеин на 5,6%, сырой жир — на 0,9%.

Увеличение содержания бобовых в травостое улучшает агрофизические свойства почвы и ценных в ней структурных агрегатов. Так, если при 25% высева бобовых содержалось агрегатов размером больше 0,25 мм — 92,5%, а при увеличении бобовых в травосмеси до 75% — 93,7%, причем доля наиболее водопрочных агрегатов составила 66,5%. Содержание агрегатов в почвенной структуре размером более 10 мм было на 1,8-2,7% меньше в варианте с минимальным количеством бобовых растений. При этом количество пылеватой фракции возросло до 7-8%.

Следовательно, повышение нормы высева бобовых трав при улучшении лугопастбищных угодий способствует воспроизводству плодородия почвы, устойчиво-

сти к эрозии, росту кормовой массы и ее качества.

Одновременно с определением продуктивности фитомассы подвергали отобранные образцы химическому анализу по содержанию протеина, клетчатки, жира, золы, фосфора, кальция.

На склонах разных экспозиций отбирали наиболее развитые, продуктивные кормовые растения из семейства бобовых с целью их изучения и размножения для селекционной работы. В зависимости от вертикальной зональности определяли репродуктивные особенности бобовых трав (клевера, люцерны, эспарцета).

Степень плотности дернины в полной мере зависит от развития трав. Чем лучше развиваются растения лугов и пастбищ, тем плотнее дернина и устойчивее экосистема. Наличие плотной дернины — это не только заслон от ветровой и водной эрозии, но и показатель важного регулятора тепла. Благодаря дернине, почва медленнее оттаивает весной, а осенью позднее замерзает. Поэтому в травосмесях растения лучше противостоят низким температурам в зимний период и держатся дольше по сравнению с некоторыми одновидовыми посевами. Изменение проектного покрытия происходит в результате природного и антропогенного воздействия на растительность различных типов, главным из которых является механическое нарушение фитоценоза (выпас, рекреация и т.д.) и химическое воздействие, приводящее к изменению жизненного состояния видовых популяций через изменение процессов метаболизма и водного баланса. В период бутонизации и цветения массы луговых трав проводится глазомерная оценка видового состава.

Следовательно, комплексная оценка в три периода вегетации по состоянию растительности как индикатора сохранности пастбищ дает возможность определить экологическую ситуацию, более эффективно и упрощенно дать характеристику луговой и пастбищной экосистемы.

Для улучшения деградированных пастбищ с оценкой в 2-3 балла осуществляли подсев бобово-злаковых травосмесей с различным содержанием бобовых компонентов: 75, 50 и 25%.

Результаты исследований показали, что вариант с 75%-ным содержанием бобовых компонентов превысил контроль (без подсева) на 21,4% по участию в ботаническом составе травостоя.

В наших опытах выявлено, что подсеваемые бобовые травы (с 75% содержанием) уже в первый год жизни превышали злаковые высоте на 8-20 см и урожай их кормовой массы составил 17,4 ц/га, что выше варианта с 25%-ным содержанием бобовых на 6,5 ц/га.

Ко второму году жизни этот показатель возрос до 41 ц/га и превысил другие вариан-

ты с меньшим составом бобовых (25 и 50%) в пределах 10-20 ц/га.

Исследования подтвердили, что увеличение роли бобовых в травосмеси повышает эффективность подсева. Плотность травостоя при 75% -ном содержании бобовых увеличилась в сравнении с 25%-ным на 249 шт. побегов на 1 м<sup>2</sup>.

Следовательно, повышение нормы посева бобовых трав при улучшении лугопастбищных угодий способствует воспроизводству плодородия почвы, устойчивости к эрозии, росту кормовой массы и ее качества.

УДК 631.452. (470.64)

Кумахов В. И., д. с.-х. наук, профессор, академик МАНЭБ  
Бесланев С. М., к. с.-х., директор ФГУ  
станция агрохимической  
службы «Кабардино-Балкария»

## МНОГООБРАЗИЕ ПОЧВ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В УСЛОВИЯХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ ПЛОДОРОДИЯ

(Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик)

### Аннотация

*Таксономические единицы (таксоны) — это классификационные или систематические единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень деятельности, точность их определения. В почвоведении таксономические — это последовательно соподчиненные категории, отражающие в природе группы почв.*

**Ключевые слова:** почва, классификация, тип, подтип, воспроизводство, гумус, баланс, чернозем, луговые почвы

### Annotation

*Taxonomic units are classification and systematic units showing the class, rank of place in the system of any objects that provide a degree of activity. In the soil science taxonomic units is a consistently superordinate category reflecting the nature of the soils in the group.*

**Keywords:** soil, classification, type, subtype, reproduction, black soil, humus, meadow soils.

При системном описании и изучении почв, как и любых других природных объектов, необходимо наперед задаться той степенью точности, с какой желательно определить тот или иной объект, зависящий от масштаба исследования. Само слово «почва» уже дает объекту какое-то определение, показывает его отличие от других естественно-исторических тел, скажем, от горной породы дерева, леса, луга и т.п., конечно, в случае, если в термин «почва» предварительно вложено вполне определенное понятие. Если необходимо быть более точным, надо к слову «почва» добавить что-то еще, какое-то определение, показывающее, какая именно почва имеется в виду в данном случае. Эта задача систематики почв решается с помощью системы **таксономических единиц**, или уровней рассмотрения.

Слово «таксономия» происходит от греч. Taxis — строй, порядок, либо от лат. takso

— оцениваю и nomos — закон. Таксономические единицы (таксоны) — это классификационные, или систематические единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень деятельности, точность их определения. В почвоведении таксономические единицы — это последовательно соподчиненные систематические категории, отражающие в природе группы почв.

В основе современной почвенной таксономии лежит докучаевское учение о почвенном типе, развитое впоследствии в учение о типах почв и типах почвообразования. Современное понимание типа почвы сложилось постепенно по мере развития науки, а объемы тех или иных конкретных типов почв довольно существенно менялись в разные периоды.

Таким образом, полное наименование любой конкретной почвы, согласно суще-

ствующим представлениям, складывается из названий всех таксонов, начиная с типа и кончая тем уровнем, который допускается масштабом нашего исследования, что особенно важно учитывать при почвенно-картографических работах. Пример полного наименования почвы с учетом всех таксономических уровней: чернозем (тип) подтип выщелоченный, остаточно-луговатый (род),

мощный (вид), тяжелосуглинистый (разновидность), на лессе (разряд) [табл. 1].

**Система таксономических единиц** действующей классификации почв в России была установлена Межведомственной комиссией по номенклатуре, систематике и классификации почв при Академии наук СССР в 1958 году.

Основной таксономической единицей

**Таблица 1. Классификация почв Кабардино-Балкарской республики**

<b>Почвы высокогорья</b>				
<i>Тип</i>	<i>Подтип</i>	<i>Род</i>	<i>Вид</i>	<i>Разновидность</i>
Горно-луговые почвы	1. Альпийские (торфянисто-дерновые и дерновые). 2. Субальпийские (дерновые)	1. Обычные, 2. Темноцветные, 3. Неполноразвитые	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	Глинистые Тяжело суглинистые Ср.суглинистые Легкосуглинистые Супесчаные
Горные лугово-степные	Субальпийские	1. Обычные 2. Темноцветные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	– // –
Горно-степные	Субальпийские	1. Обычные 2. Слабокарбонатные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	– // –
Горно-торфянистые	1. Типичные. 2. Одернованные	1. Темноцветные 2. Обычные	1. Слаборазвитые 2. Среднеразвитые 3. Развитые	– // –
Горные лугово-болотные	1. Перегнойные. 2. Иловатые	1. Обычные. 2. Темноцветные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	– // –
<b>Почвы горной степи</b>				
Горно-луговые черноземные	1. Выщелоченные 2. Типичные 3. Карбонатные	1. Обычные 2. Мергельные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные 4. Сверхмощные	Глинистые Тяжело суглинистые Среднесуглинистые
Горные лесолуговые	1. Типичные 2. Остаточно-оподзоленные	1. Темноцветные 2. Обычные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные 4. Сверхмощные	– // –
Горные лугово-лесные (под березовым криволесьем)		1. Обычные 2. Темноцветные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	– // –
Горно-лесные бурые	1. Неполноразвитые 2. Оподзоленные			– // –
Горные рендзины	1. Выщелоченные 2. Типичные	1. Обычные (на известняках). 2. Глинисто-мергельные	1. Маломощные 2. Среднемощные 3. Мощные	– // –
<b>Почвы горной и предгорной зоны КБР</b>				
Горные серые лесные	Светло-серые Темно-серые	Глубоковскипающие грунтово-глееватые остаточно-карбонатные высоковскипаемые	Малогумусные среднемощные мощные	Глинистые тяжело суглинистые среднесуглинистые легкоглинистые
Горные бурые лесные	Обычные оподзоленные	Грунтово-глееватые остаточно-карбонатные	Малогумусные	Глинистые тяжело суглинистые среднесуглинистые



<i>Тип</i>	<i>Подтип</i>	<i>Род</i>	<i>Вид</i>	<i>Разновидность</i>
<b>Черноземы горные и серые лесные почвы</b>				
Горные черноземы	Выщелоченные типичные обыкновенные	Остаточно-карбонатные	Малогумусные среднегумусные маломощные мощные среднемощные мощные	Глинистые тяжело суглинистые среднесуглинистые легкоглинистые
Серые лесные	Серые лесные, темно-серые	Остаточно-карбонатные глееватые	Малогумусные Слабогумусные Маломощные сред- немощные	Глинистые тяжело суглинистые среднесуглинистые
<b>Черноземы лесостепной и степной зоны</b>				
Черноземы	Оподзоленные выщелоченные типичные Обыкновенные южные	1. Обычные 2. На галечнике с 30-100 см. 3. Остат. луговатые	Малогумусные слабогумусные среднегумусные тучные, маломощные среднемощные и мощные	Глинистые тяжело суглинистые среднесуглинистые супесчаные
<b>Почвы сухих степей</b>				
Каштановые	Темно-каштановые лугово-каштановые	Остаточно-луговатые карбонатные солонча- коватые солончаковые	Маломощные сред- немощные мощные слабогумусные	Глинистые тяже- лосуглинистые среднесуглинистые супесчаные
<b>Полугидроморфные и гидроморфные</b>				
Лугово-черноземные	Поверхностно-луговатые, луговато-черноземные Лугово-черноземные	Выщелоченные карбонатные остаточно-карбонатные солонцевато-засоленные засоленные	Слабогумусные малогумусные среднегумусные маломощные сред- немощные мощные, сверхмощные	Тяжело суглинистые среднесуглинистые супесчаные
Луговые	Луговые Влажно-луговые	Выщелоченные (обычные карб. засоленные омергелованные солон- цеватые слитые) Осолоделые	Среднегумусные многогумусные среднемощные мощные Среднегумусные многогумусные среднемощные мощные	Среднесуглинистые тяжелосуглинистые легкосуглинистые Среднесуглинистые тяжелосуглинистые легкосуглинистые
Лугово-болотные	Лугово-болотные пере- регнойные	Промытые карбонатные засоленные	Маломощные сред- немощные	Легкосуглинистые тяжелосуглинистые
Аллювиальные Дерновые насыщенные	Аллювиальные дерновые насыщенные Слоистые Примитивные Аллювиальные дерновые насыщенные слоистые собственно-аллювиальные дерново-насыщенные- аллювиальные дерновые насыщенные остепняющиеся	Промытые карбонатные засоленные Обычные Галечниковые засоленные солонцеватые Слитые	Маломощные Среднемощные Маломощные Среднемощные Слабогумусные малогумусные	Супесчаные легкосуглинистые Среднесуглинистые тяжелосуглинистые

<i>Тип</i>	<i>Подтип</i>	<i>Род</i>	<i>Вид</i>	<i>Разновидность</i>
Аллювиальные луговые насыщенные	Аллювиальные лугово-насыщенные слоистые примитивные аллювиальные луговые насыщенные слоистые собственно- аллювиальные луговые насыщенные аллювиальные луговые насыщенные темноцветные	Обычные солонцеватые засоленные слитые	Маломощные среднеспособные слабогумусные мало-гумусные	Супесчаные легкосуглинистые среднесуглинистые тяжелосуглинистые
Солончаки автоморфные	Солончаки автоморфные типичные солончаки автоморфные оттакрынные	Сульфатные хлоридные хлоридно-сульфатные	Поверхностные глыбокопрофильные	Легкосуглинистые тяжелосуглинистые
Солончаки	Солончаки типичные Луговые Болотные содовые	По источникам засоления: Литогенные Древнегидроморфные биогенные	Поверхностные Глыбокопрофильные	— // —

классификации является генетический тип почв, установленный ещё В. В. Докучаевым.

**Тип почв** — это группа почв, которая развивается «в однотипно сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами».

Характерные черты почвенного типа определяются: 1) однотипностью поступления органических веществ, их превращения и разложения; 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органоминеральных новообразований; 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; 4) однотипным строением почвенного профиля; 5) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв.

**Подтип почв** — это группа почв в пределах типа, качественно отличающаяся по проявлению основного и налагающегося процесса почвообразования и являющаяся переходной между типами. При выделении подтипов учитывают процессы, связанные как с подзональной, так и с фациальной сменой природных условий.

**Роды почв** — группы почв в пределах подтипа, особенности которых определяются комплексом местных условий (состав почвообразующих пород, химизм грунтовых вод,

вертикальная и латеральная миграция, аккумуляция веществ и др.).

**Виды почв** — группы почв в пределах рода, различающиеся свойствами, обусловленными степенью развития почвообразовательных процессов (уровень гумусированности, мощность гумусовых и элювиальных горизонтов и др.).

**Разновидности почв** — группы почв в пределах вида, различающиеся по гранулометрическому составу поверхностных горизонтов.

**Разряды** — группы почв в пределах разновидности, различающиеся генезисом и свойствами почвообразующих пород.

**Номенклатура почв.** В основу научной номенклатуры почв В. В. Докучаев и Н. М. Сибирцев положили русские, в основном цветные народные названия (черноземы, подзолы и др.) или экологические и ландшафтные (тундровые, луговые). При выделении фациальных подтипов были использованы термины, характеризующие различия в тепловом режиме (теплые, холодные); названия родов характеризуют определенные свойства почв (солонцеватые, карбонатные и др.); названия видов — степень проявления определенных свойств (малогумусированные, среднеспособные и др.). Разновидности называют в соответствии с классификацией почв по гранулометрическому составу (песчаные, суглинистые и т.д.); разряды — по свойствам и генезису почвообразующей по-

роды (моренный суглинок, лессовидный суглинок и др.).

Полное название почв производится с учетом их таксономических уровней, начиная с типа. При этом если таксоны более низкого уровня характеризуются свойствами вышестоящего, то их названия опускаются. Например: чернозем (тип) типичный (подтип) обычный (род из названия опускается), а если карбонатный (род в названии остается), среднегумусный (вид), среднесуглинистый (разновидность) на тяжелом лессовидном суглинке (разряд).

**Диагностика почв.** В качестве диагностических показателей используются морфологические признаки, гранулометрический, химический и минералогический составы почв, содержание и состав органического вещества, физико-химические свойства, содержание и состав водорастворимых солей, степень эродированности, показатели гидротермического режима. Описание почв проведено в соответствии с действующим руководством «Классификация почв СССР (1977)» (Ганжара Н. Ф., М., 2001) [1].

Площади основных типов и подтипов почв приводятся по почвенной карте Кабардино-Балкарии, подготовленной институтом Росгипрозем под общей редакцией Молчанова Э. Н.

Основоположник генетического почвоведения профессор В. В. Докучаев установил закон вертикальных почвенных зон, который лег в основу всех представлений о географии почв горных областей и республик. Горно-луговые почвы, впервые выявленные им на Кавказе под названием «эйлажные», были подробно и с большой детальностью охарактеризованы С. А. Захаровым (1954) [2]. Большую роль в развитии географии почв сыграла монография С. А. Захарова (1914), посвященная почвам горно-луговой зоны Кавказа. В связи с этим профессор В. М. Фридланд (1966) отмечает: «Книгу С. А. Захарова можно рассматривать как вторую после «Русского чернозема» монографию в русской и мировой литературе, посвященную одному генетическому типу почв». В этой работе С. А. Захаров пришел к выводу о том, что «в виду оригинальности морфологических признаков, особенностей почвообразования и

своеобразности почвообразователей, горно-луговые почвы, как наиболее характерные из высокогорных образований, заслуживают выделения в отдельный почвенный тип». Исследования С. А. Захарова, А. М. Панкова (1926), Ю. А. Ливеровского (1949), В. М. Фридланда (1950, 1970) выявили фациальные провинциальные различия почв высокогорий Большого Кавказа [1]. Он же на основе рассмотрения собственного [6, 7, 8]. (1966), имеющегося в литературе материала, считает целесообразным различать среди почв высокогорий Кавказа следующие шесть типов: горно-луговые (торфянистые и типичные), горные луго-степные (рыхло и плотнодернистые), горно-кустарниковые серые, горно-луговые черноземовидные (выщелоченные и карбонатные), горные лесо-луговые и горно-торфянистые (типичные, одернованные и оподзоленные). Перечисленные типы и подтипы делятся на роды по почвообразующим породам, «определяющим их отчетливое своеобразие». В подтипах горно-луговых, горных луго-степных, горно-кустарниковых серых, горных лесо-луговых и горно-торфянистых почв выделены по три рода: 1) песчаниковые гранитные, характеризующиеся легким механическим составом, пониженной обменной способностью и низкой гумусностью; 2) темноцветные, формирующиеся на богатых основаниями породах и имеющие более темную окраску, более высокую обменную способность, насыщенность и структурность; 3) обычные, объединяющие основную массу почв указанных типов, формирующихся на всех остальных породах.

В монографии Б. Х. Фиапшева (1966) «Высокогорные почвы центральной части Северного Кавказа» на высоком уровне охарактеризованы (Классификация, генезис, химические свойства почв) [6].

Почвы Кабардино-Балкарской Республики рассматриваются в монографии Кумахова В. И. (2015) [3].

Наряду с приведенными выше источниками имеется еще ряд работ, в которых рассматриваются высокогорные почвы (Э. Н. Молчанов 1970, 1971, 1972, 1973; Л. Г. Горчарук с соавторами, 1970 и др.). [4].

Острейшей проблемой в настоящее время является воспроизводство почвенного

плодородия. В научной литературе ясно прослеживается, что в нашей стране не достигается простого воспроизводства почвенного плодородия. При проведении прямого учета урожайности сельскохозяйственных культур и контроля за изменением плодородия почв в КБР было выявлено, что во всех производственных севооборотах наблюдается отрицательный баланс гумуса.

Многочисленные исследования подтверждают потерю гумуса в процессе сельскохозяйственного использования почв. Почти во всех экономических районах наблюдается отрицательный баланс гумуса. Изменение содержания гумуса происходит не одинаково в различных почвах, но во всех почвах процесс минерализации гумуса преобладает над синтезом.

Почвы, находящиеся в сельскохозяйственном использовании, при современных системах земледелия длительные периоды в году остаются без растительного покрова или с еще недостаточно развитым для эффективной защиты от эрозии. Около половины почв в регионе в различной степени эродировано. Большие массивы пашни, даже в степной зоне, где рельеф более спокойный, слабо подвержены эрозии.

В числе главных причин, вызывающих отрицательный баланс гумуса в почвах, можно назвать: усиленную минерализацию органических компонентов почвы вследствие интенсивной обработки и применения минеральных удобрений; недостаточное поступление в обрабатываемые почвы корневых пожнивных остатков, а также органических удобрений; быструю минерализацию вносимых в почву традиционных органических удобрений, включая сидераты; ускоренную минерализацию органического вещества в результате использования недостаточно научно обоснованных приемов гидротехнических и химических мелиораций; потерю гумуса в результате развития эрозийных процессов и дефляции; отчуждение обогащенного гумусом пахотного слоя при проведении сельскохозяйственных мероприятий и особенно при уборке урожая.

Антропогенное воздействие, как правило, способствует активному развитию негативных явлений, таких как смыв, дефляция,

переувлажнение, заболачивание, засоление, дегумификация почв, техногенное загрязнение, которые во многих случаях приводят к необратимым негативным изменениям качественного состава земель, снижению их почвенного плодородия, сокращению площадей лучших сельскохозяйственных земель.

Для владельца, пользователя сельскохозяйственного назначения ее ценность определяется, прежде всего, реальной возможностью приносить определенный доход. Поэтому существующие причины и подходы к оценке таких земель неизбежно основываются на возможной прибыли, которую дает использование этих земель за сравнительно короткий срок и в конкретных социально-экономических условиях.

### Литература

1. Ганжара Н. Ф. Классификация почв СССР. — М., 2001.
2. Захаров С. А. Опыт классификации почв Кавказа на историко-генетическом принципе // Юбилейный сб., посвященный 70-летию проф. С. А. Захарова. — Харьков, 1954. — С. 3-29.
3. Кумахов В. И. Почвы Кабардино-Балкарской Республики (генезис, классификация, оценка). Нальчик: Изд-во М. В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2015. — 214 с.
4. Молчанов Э. Н. Почвенный покров Кабардино-Балкарской АССР. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. — 1990.
5. Панков А. М. Почвы Большой Кабарды. — Воронеж, 1926.
6. Фианшиев Б. Х. высокогорные почвы Центральной части Северного Кавказа (Кабардино-Балкария и сопредельные территории). — Нальчик: КБГСХА, 1966. — 135 с.
7. Фридланд В. М. Почвы высокогорий Кавказа [Текст] // Генезис и география почв. — М.: Наука, 1966. — С. 43-82.
8. Фридланд В. М. Опыт изучения вертикальной зональности почв Большого Кавказа: дисс. ... канд. наук. Фонд Центральной библиотеки им. Ленина, 1949.

УДК 575.224.4

Чшиева Ф.Т., к.б.н.,  
Чсиев О.Л., к.б.н.,  
акад. МАНЭБ

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СПОНТАННОГО МУТАГЕНЕЗА В КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

### *Аннотация*

*Представлены результаты 10-летнего изучения частоты хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов периферической крови жителей Северной Осетии.*

*Ключевые слова:* хромосомные aberrации, мутагенез, антропогенные факторы, экология.

### *Annotation*

*The results of 10-year studying of the frequency of chromosomal aberrations in the culture of lymphocytes in the peripheral blood Human Population of North Ossetia.*

*Keywords:* chromosomal aberrations, mutagenesis, anthropogenic factors and ecology.

### *Введение*

При многолетнем цитогенетическом исследовании крови здоровых жителей Северной Осетии выявлен рост средних частот aberrантных метафаз с  $2,07 \pm 0,37$  до  $3,04 \pm 0,16$  в группах взрослых и с  $0,5 \pm 0,25$  до  $1,9 \pm 0,2$  в группах детей. Во всех исследованных группах в спектре хромосомных нарушений преобладали ацентрические фрагменты, однако, с течением времени наблюдалось увеличение доли aberrаций хромосомного типа (у взрослых — парных фрагментов с  $0,20 \pm 0,11$  до  $0,60 \pm 0,15$  и хромосомных обменов с  $0,27 \pm 0,15$  до  $0,64 \pm 0,13$ , у детей — с  $0,13 \pm 0,13$  до  $0,26 \pm 0,12$  и с 0 до  $0,26 \pm 0,20$  соответственно). Наиболее значимое повышение всех изучаемых показателей зафиксировано в 2009 году. Анализ динамики цитогенетических нарушений за 10-ти летний период

наблюдений свидетельствует об интенсификации мутагенных воздействий на организм обследованных жителей республики. Результаты цитогенетических исследований позволяют предположить наличие мутагенного воздействия химической и радиоактивной природы.

Для некоторых регионов горнодобывающая и металлургическая промышленности являются одними из основных источников экономического развития, несмотря на то, что относятся к опасным видам деятельности, как для работников, так и для окружающей среды. Жители столицы Республики Северная Осетия-Алания г. Владикавказ, в центре которого расположены действующие предприятия цветной металлургии, более 100 лет подвергаются влиянию неблагоприятных факторов и экологический эффект этой дея-

тельности является источником большой озабоченности. Экологические исследования, проведенные в нашем регионе, определили формирование комплексных аномалий с концентрациями основных рудных элементов и примесных компонентов руд, в десятки и сотни раз превышающими нормативные показатели соответствующих сред: аномальные поля свинца и цинка, высокие концентрации меди, серебра, ртути, мышьяка, вольфрама, кадмия, марганца, индия, висмута, сурьмы и др. Установлено, что в атмосфере Владикавказа содержится более 100 различных химических ингредиентов. К наиболее опасным из них и распространенным относятся диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, хлористый водород, аммиак и ряд тяжелых металлов. Большую тревогу вызывает многолетнее складирование отходов производства, в том числе торированного вольфрама на заводских площадях в центре Владикавказа [1, 2].

К настоящему времени накоплено значительное количество фактов, свидетельствующих о негативном влиянии экополлютантов на геном и необходимость изучения популяционно-генетических процессов в зонах промышленного загрязнения [3-5]. Разнообразие антропогенных факторов изменяющих структуру генофондов и понимание этиопатогенетической роли генотоксических поражений генома вышло за границы наследственной и онкологической патологий [6, 7]. Генотоксические поражения рассматривают как наиболее общий фактор, играющий важную роль в развитии сердечнососудистых, нейродегенеративных заболеваний и старения в целом [8].

Целью данной работы было определение динамики частот клеток с хромосомными aberrациями в культуре лейкоцитов крови здоровых жителей Северной Осетии за 10 летний период.

#### **Материалы и методы**

Цитогенетическое исследование проводили в крови здоровых жителей Северной Осетии: 285 взрослых (средний возраст  $30 \pm 0,62$ ) и 106 детей (средний возраст  $13,9 \pm 0,27$ ), не болевших в течение 3 месяцев вирусными заболеваниями, не проходивших в течение 6 месяцев рентгеновского обследования и не

контактировавших профессионально с вредным производством.

Анализировали метафазные хромосомы лимфоцитов периферической крови, культивируемые в условиях *in vitro*, в соответствии со стандартной процедурой [9]. Цельную кровь (1 мл) культивировали макрометодом в культуральной смеси, состоящей из 7,5 мл среды RPMI 1640 («Sigma») и 1,5 мл эмбриональной сыворотки («BioClot») в пробирках объемом 15 мл. Для стимуляции деления клеток в пробирки добавляли по 0,01 мг фитогемагглютинина («ПанЭко»). За 2 часа до фиксации в культуры добавляли колхицин (50 мкл), по окончании культивирования клетки обрабатывали гипотоническим раствором 0,55% KCl при 37° в течение 15 мин. Фиксацию клеточного материала проводили в трех сменах охлажденного этанол-уксусного фиксатора (3:1, общее время — 50 минут). Клеточную суспензию раскапывали на охлажденные предметные стекла, высушивали, шифровали и окрашивали 2% раствором красителя Гимза. На каждого донора анализировали от 100 до 300 метафаз, на которых учитывали процент клеток с aberrациями хромосом, число одиночных фрагментов, хроматидных обменов, парных фрагментов и хромосомных обменов. Ахроматические пробелы в число aberrаций не включали и учитывали отдельно [9]. Всего проанализировано 48900 метафазных пластинок.

Статистическую обработку фактического материала проводили с помощью программ «Microsoft Office Excel 2007» и «Statistica 10». Сравнение осуществлялось с помощью непараметрического рангового U-теста Манна-Уитни.

#### **Результаты и обсуждение**

Средняя частота клеток с aberrациями и средняя частота типов aberrаций в культуре лимфоцитов жителей Северной Осетии представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2. При сравнении частот клеток с хромосомными aberrациями для различных годов наблюдения обнаружены статистически достоверные различия. Анализ динамики цитогенетических эффектов в крови обследованных взрослых и детей, проживающих в Северной Осетии, показал увеличение частот метафаз с aberrациями с течением времени. Из ри-

сунка 2 следует, что наблюдались минимальные показатели частот aberrантных метафаз в крови взрослых жителей в 2005, 2006 и 2007 годах, при максимуме в 2009 году, когда данный показатель превысил верхнюю границу принятой популяционной нормы. Цитогенетический анализ детского населения показал подобную динамику — минимальные показатели в период до 2009 года и увеличение частот aberrантных клеток в 2010 и 2011 гг. При анализе частот отдельных типов aberrаций установлено, что в обеих группах обследованных частота хроматидных и хромосомных aberrаций также изменялась периодически с тем же положением максимумов и минимумов. Однако наиболее выраженное повышение с течением времени наблюдалось для aberrаций хромосомного типа (табл. 1, 2).

В целом за весь период наблюдений средняя частота aberrантных метафаз в крови взрослых жителей была равна  $2,75 \pm 0,09$ , в группе детей —  $1,2 \pm 0,09$  на 100 клеток.

Результаты обследования показали отсутствие выраженного влияния пола на изучаемые цитогенетические характеристики. Наблюдалась тенденция к увеличению средних частот хромосомных aberrаций в группах мужчин, однако отличия были достоверны лишь при включении в анализ всех взрослых за весь 10-ти летний период изучения (рис. 1; по критерию Манна-Уитни  $p=0,013$ ). В группе детского населения достоверных отличий влияния пола на частоту хромосомных aberrаций не обнаружено. Оценка влияния полового фактора на образование и/или накопление различных типов хромосомных aberrаций показало отсутствие выраженных отличий. Наблюдалась тенденция к увеличению лишь средних частот aberrаций хромосомного типа в крови мужчин по сравнению с женщинами (рис. 2;  $p=0,0012$ ). В группе обследованных детей влияния пола на формирование различных типов aberrаций не обнаружено.

Сравнение средних частот хромосомных aberrаций в группах взрослых и детей по годам показало отсутствие выраженных отклонений, однако включение в анализ всех данных за весь период изучения зафиксировало достоверные отличия (табл. 1,  $p<0,001$ ). Ис-

следование частот отдельных типов хромосомных aberrаций также выявило достоверные отличия лишь при включении в анализ всех обследованных за весь период наблюдений (табл. 2).

Анализ курения как модифицирующего фактора показал отсутствие выраженного влияния на изучаемые цитогенетические показатели.

Полученные результаты подтверждают данные других авторов о том, что спонтанный уровень хромосомных aberrаций в лимфоцитах человека не является жестко фиксированной величиной и зависит от воздействия внешних факторов [10].

Сопоставление частот хромосомных aberrаций в крови обследованных жителей Северной Осетии и литературных сведений показывает, что общая частота aberrантных метафаз в нашем регионе несколько выше аналогичных показателей других авторов [11-13]. По данным [14] средние значения частоты aberrантных метафаз в группе базисного контроля из числа жителей европейской части России и стран СНГ составляет  $2,13 \pm 0,09\%$ , что ниже, чем в нашем регионе —  $2,75 \pm 0,09$ . Полученные в ходе нашей работы результаты сопоставимы с результатами исследований в промышленных регионах [4]. Проведенные нами исследования показали, что наибольшая разность достигается за счет aberrаций хромосомного типа: парных фрагментов и хромосомных обменов. Это особенно важно так как, с одной стороны данный тип aberrаций является маркером радиоактивного влияния, с другой стороны есть данные о зависимости риска онкопатологий и частотой aberrаций хромосомного типа.

Определенные различия в общих частотах и типах хромосомных aberrаций приведенных в работе результатов и данных других авторов могут быть связаны с наличием специфики климато-географических условий в конкретных регионах. На наблюдаемые цитогенетические эффекты могут оказывать влияние также общепланетарные экологические изменения.

Однако анализ многолетней динамики спонтанного мутагенеза в крови жителей Северной Осетии с пиком в 2009 году свидетельствует о существенном влиянии факто-

ров антропогенного характера и увеличении давления мутагенных факторов химической и лучевой природы.

Отсутствие статистически значимого влияния курения на цитогенетические показатели крови обследованных нами жителей может быть связано с тем, что в условиях антропогенного пресса курение является слабым фактором модификации.

Таким образом, проведенные цитогенетические исследования в крови жителей Северной Осетии свидетельствуют об интенсификации мутагенеза в данной популяции и по-

зволяют предположить увеличение давления антропогенных факторов на геном обследованных жителей за период изучения. Результаты исследований позволяют сделать предположение о существовании региональной специфики фонового уровня хромосомных мутаций. Полученные данные показывают необходимость усиления мер профилактики заболеваемости в данном регионе, в связи с возможным пролонгированным эффектом мутагенных факторов окружающей среды и сведениями о возможности накопления со временем aberrаций хромосомного типа.

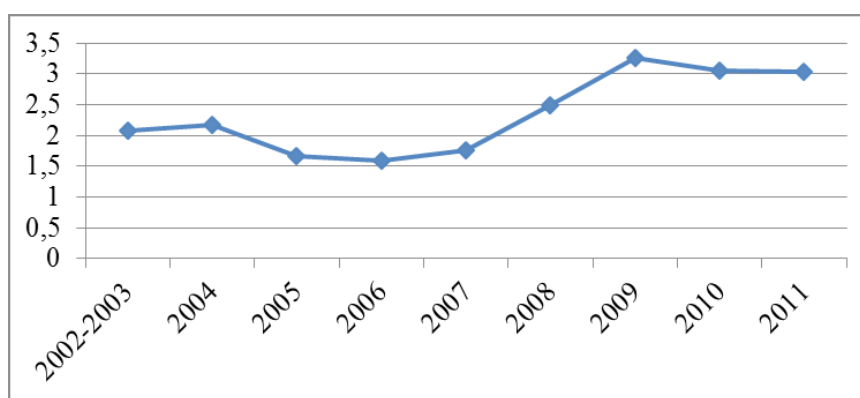


Рис. 1. Динамика частот хромосомных aberrаций в крови взрослых жителей Северной Осетии (метафаз с aberrациями ( $M \pm m$ ), %)

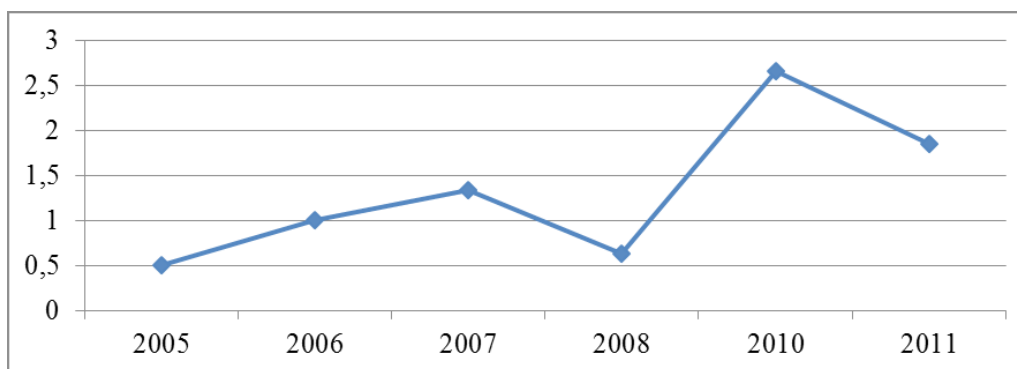


Рис. 2. Динамика частот хромосомных aberrаций в крови детей из Северной Осетии (метафаз с aberrациями ( $M \pm m$ ), %)



Таблица 1.

**Динамика типов хромосомных aberrаций в клетках крови взрослых жителей Северной Осетии**

Год	частота aberrаций (%)															
	Одиночные фрагменты				Хроматидные обмены				Парные фрагменты				Хромосомные обмены			
	всего	♂	♀	всего	♂	♀	всего	♂	♀	всего	♂	♀	всего	♂	♀	
2002-2003	1,60±0,21	2,25±0,25	1,36±0,24	0	0	0	0,20±0,11	0,25±0,25	0,18±0,12	0,27±0,15	0,25±0,25	0,18±0,12	0,27±0,15	0,25±0,25	0,27±0,20	
2004	1,22±0,22	1,89±0,23	0,93±0,27	0,14±0,07	0,33±0,18	0,05±0,06	0,54±0,16	0,44±0,27	0,59±0,19	0,31±0,14	0,67±0,31	0,59±0,19	0,31±0,14	0,67±0,31	0,15±0,12	
2005	1,00±0,47	0	1,00±0,47	0,22±0,15	0	0,22±0,15	0,22±0,15	0	0,22±0,15	0,22±0,15	0	0,22±0,15	0,22±0,15	0	0,22±0,24	
2006	0,82±0,20	0,75±0,48	0,83±0,21	0	0	0	0,64±0,19	0,75±0,48	0,61±0,20	0,14±0,10	0	0,61±0,20	0,14±0,10	0	0,17±0,10	
2007	0,75±0,31	0	0,75±0,31	0,25±0,25	0	0,25±0,25	0,63±0,42	0	0,63±0,42	0,13±0,13	0	0,63±0,42	0,13±0,13	0	0,13±0,13	
2008	1,63±0,57	1,25±0,48	2,00±1,08	0	0	0	0,50±0,19	0,75±0,25	0,25±0,25	0,38±0,18	0,50±0,29	0,25±0,25	0,38±0,18	0,50±0,29	0,25±0,25	
2009	1,53±0,15	1,25±0,63	1,55±0,15	0,26±0,08	0,75±0,48	0,21±0,07	0,80±0,13	0,25±0,25	0,84±0,14	0,86±0,17	1,25±0,48	0,84±0,14	0,86±0,17	1,25±0,48	0,83±0,18	
2010	1,67±0,24	1,54±0,52	1,72±0,27	0,09±0,05	0,12±0,11	0,08±0,05	0,74±0,17	0,95±0,36	0,66±0,18	0,84±0,20	1,14±0,35	0,66±0,18	0,84±0,20	1,14±0,35	0,72±0,24	
2011	1,85±0,24	1,41±0,82	1,67±0,17	0,36±0,10	0,57±0,31	0,28±0,08	0,60±0,15	0,75±0,48	0,54±0,12	0,64±0,13	0,66±0,19	0,54±0,12	0,64±0,13	0,66±0,19	0,63±0,16	
2002-2011	1,58±0,11	1,85±0,34	1,49±0,10	0,21±0,04	0,34±0,13	0,17±0,03	0,63±0,07	0,73±0,20	0,60±0,07	0,62±0,07	0,78±0,14*	0,60±0,07	0,62±0,07	0,78±0,14*	0,57±0,08	

Примечание. Сравнение по критерию Манна-Уитни с женщинами \* p=0,0012

Таблица 2

**Динамика типов хромосомных aberrаций в клетках крови детей из Северной Осетии**

год	частота aberrаций (%)															
	Одиночные фрагменты				Хроматидные обмены				Парные фрагменты				Хромосомные обмены			
	всего	Мальчики	Девочки	всего	Мальчики	Девочки	всего	Мальчики	Девочки	всего	Мальчики	Девочки	всего	Мальчики	Девочки	
2005	0,25±0,25	0	0,5±0,50	0,13±0,13	0,25±0,25	0	0,13±0,13	0,25±0,25	0,5±0,5	0	0	0	0	0	0	
2006	0,5±0,27	0,17±0,17	1,0±0,58	0	0	0	0,4±0,27	0,33±0,33	0,5±0,5	0,1±0,11	0,17±0,17	0,5±0,5	0,1±0,11	0,17±0,17	0	
2007	0,56±0,17	0,36±0,15	0,86±0,34	0	0	0	0,39±0,12	0,36±0,15	0,43±0,20	0,39±0,18	0,27±0,20	0,43±0,20	0,39±0,18	0,27±0,20	0,57±0,37	
2008	0,34±0,10	0,41±0,17	0,29±0,12	0	0	0	0,24±0,09	0,29±0,17	0,19±0,09	0,05±0,04	0	0,19±0,09	0,05±0,04	0	0,10±0,07	
2005-2011	0,84±0,15*	0,68±0,22*	0,95±0,21*	0,06±0,03	0,05±0,05***	0,06±0,04	0,31±0,07**	0,34±0,13**	0,29±0,08	0,23±0,08*	0,25±0,13*	0,29±0,08	0,23±0,08*	0,25±0,13*	0,22±0,10***	

Примечание. Сравнение со взрослыми по критерию Манна-Уитни \* p<0,001; \*\* p≤0,01 и \*\*\*p≤0,05

### Литература

1. Менчинская О.В. Эколого-геохимические аспекты техногенного загрязнения металлургических центров (на примере Владикавказа): Дисс...канд. геол.-минерал. наук. — М.: Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, 2004. — 135 с.
2. Скупневский С.В. Анализ состояния биоресурсов в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды с использованием крыс в качестве тест-системы: Автореф. дисс... канд. биол. наук. — Владикавказ: ГГАУ, 2006. — 25 с.
3. Бочков Н.П. Экологическая генетика человека // Экологическая генетика. 2003. Т. 1. № 5. — С. 16-21.
4. Дружинин В.Г. Количественные характеристики частоты хромосомных aberrаций в группе жителей крупного промышленного региона Западной Сибири // Генетика. 2003. Т. 39. № 10. — С. 1373-1380.
5. Sram R.J., Rossner P., Smerhovsky Z. Cytogenetic analysis and occupational health in the Czech Republic // Mutation Research. 2004. V. 566. — P. 21-48.
6. Mateuca R., Lombaert N., Aka P.V. et al. Chromosomal changes: induction, detection methods and applicability in human biomonitoring // Biochimie. 2006. — V. 88. — № 11. — P. 1515-1531.
7. Norppa H. Cytogenetic biomarkers // IARC Sci Publ. 2004. № 157. — P. 179-205.
8. Дурнев А.Д., Жанатаев А.К., Шредер О.В., Середенина В.С. Генотоксические поражения и болезни // Молекулярная медицина. — 2013. — № 3. — С. 3-19.
9. Бочков Н.П. Метод учета хромосомных повреждений как биологический индикатор влияния факторов внешней среды на человека. — М.: Наука, 1974. — 34 с.
10. Чеботарев А.Н., Бочков Н.П., Катосова Л.Д., Платонова В.И. Временные колебания спонтанного уровня хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов периферической крови человека // Генетика. 2001. — Т. 37. — № 6. — С. 848-853.
11. Болтина И.В. Использование показателя «частота aberrаций хромосом» при формировании групп риска относительно онкологических заболеваний // Цитология и генетика. 2007. Т. 41. № 1. С. 66-74.
12. Любимова Н.Е. Влияние низкодозового радиационного воздействия на возрастную динамику частоты спонтанных и индуцированных *in vitro* хромосомных aberrаций в лимфоцитах человека: Автореф. дисс. к.б.н. М.: МГУ, 2007. 21 с.
13. Sram R.J., Rössner P., Beskid O. et al. Chromosomal aberration frequencies determined by conventional methods: Parallel increases over time in the region of a petrochemical industry and throughout the Czech Republic // Chem Biol Interact. 2007. — V. 166. № 1-3. — P. 239-44.
14. Bochkov N.P., Chebotarev A.N., Katosova L.D., Platonova V.I. The database for analysis of quantitative characteristics of chromosome aberration frequencies in the culture of human peripheral blood lymphocytes // Rus.J. Genetics. 2001. — V. 37. — № 4. — P. 549-557.

УДК 553.7 (470.65)

**Кодзаев Ю. В. проф. СКГМИ (ГТУ)**  
**Фидарова И. Р. асс. СОГУ им. К. Л. Хетагурова**  
**Фидарова Н. Г. ст. преп. СКГМИ (ГТУ), магистр МАНЭБ**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В ЛЕЧЕБНЫХ ЦЕЛЯХ

### *Аннотация*

*В статье рассмотрены типы минеральных и лечебных вод и их распространение, химический состав, действие на организм человека и применение при различных заболеваниях. Считаем что, статья может быть полезной для больных, страдающих ожирением, проблемами желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системой и др. заболеваниями.*

**Ключевые слова:** минеральные воды, лечебные воды, минеральный источник, эффект

### *Abstract.*

*The article describes the various types of mineral and healing waters and their distribution in nature. The authors also describe the chemical composition and the effects of such waters on the human organism in various diseases.*

*The article can be useful for those who study obesity problems and diseases related to the gastrointestinal tract, urogenital system, etc.*

**Key words:** mineral waters, healing waters, mineral spring, diseases, effect.

20 марта 1919 года был издан декрет за подписью В. И. Ленина о лечебных местностях общегосударственного значения.

К этим местностям, указанным в декрете, относится и территория республики — Северная Осетия-Алания.

На небольшой площади сосредоточены самые разнообразные природные ландшафты с различными климатическими условиями, где особо важное значение приобретают лечебные минеральные воды, выходящие на поверхность горячими и холодными струями.

На территории республики насчитывается более 300 минеральных источников, имеющие по своим бальнеологическим лечебным свойствам, химический состав воды и газа аналогичный составу известным во всем мире минеральным водам, как Мацеста, Ессентуки, Боржоми, Нафтуса и др.

С давних времен в республике и за ее пределами известны целебные воды Тамиска, Зарамага, Тиба, Кармадона, Танадона, Кора и др.

Особое значение имеют лечебные минеральные воды при лечении заболеваний органов пищеварения и нарушений обмена веществ.

К минеральным питьевым лечебным водам относят воды с общей минерализацией от 8 до 12 г/л. При повышенном содержании в водах мышьяка, бора и некоторых микрокомпонентов с общей минерализацией менее 8 г/л они могут быть использованы в качестве лечебных минеральных вод.

В минеральных водах для лечебного питья содержание компонентов не должно быть более (мг/л): аммония — 2, 0; нитратов — 2,0; нитратов — 50,0; ванадия — 0,4; ртути

— 0,02; свинца — 0,3; селена — 0,05; хрома — 0,5; фенолов — 0,001; урана — 0,5; радия —  $5 \cdot 10^{-10}$ .

Содержание мышьяка в лечебных водах допускается до 3,0 мг/л, в лечебно-столовых до 1,5 мг/л.

Содержание фтора в лечебных водах допускается до 8 мг/л, в лечебно-столовых — до 5 мг/л. Суммарное содержание органических веществ в лечебных водах не должно быть более 30 мг/л, в лечебно-столовых — 10 мг/л [1].

Органические вещества (углеводороды, органические кислоты, фенолы и др.) поступают в подземные воды в результате биохимических процессов, выщелачивания из почв горных пород и взаимодействия с нефтяными залежами.

Лечебный эффект минеральных вод во многом обязан газовому и химическому составу.

К числу бальнеологических активных агентов, прежде всего относятся углекислый газ и сероводород. Из растворенных элементов огромную роль играют йод, фтор, бор, железо, алюминий, стронций, барий, марганец, мышьяк, радиоактивные элементы.

Минеральная вода оказывает на организм человека различное действие.

При наружном применении углекислых минеральных вод углекислота поступает в организм через кожу. Высокая терапевтическая активность сероводородных вод обусловлена действием сероводорода, проникающего в организм через кожу и дыхательные пути.

При внутреннем применении она, прежде всего, раздражает окончания чувствительных нервов, расположенных в слизистой оболочке верхних отделов желудочно-кишечного тракта (полость рта, желудок, двенадцатиперстной кишки и верхние отделы тонкого кишечника) и оказывает влияние на ряд физиологических процессов.

Содержание большого количества хлористого натрия используют при заболеваниях, связанных с отсутствием или снижением содержания соляной кислоты в желудочном соке.

Углекислые гидрокарбонатные натриевые воды, содержащие большое количество

ионов гидрокарбонатов натрия и кальция могут стимулировать желудочную секрецию, а ионы сульфата не стимулируют, тормозят желудочную секрецию, поэтому чисто сульфатные минеральные воды не следует употреблять при заболеваниях, сопровождающихся снижением секреции желудочного сока.

Ионы кальция обладают противовоспалительным действием, снижают сокращение мышц, способствуют дегидратации, но в то же время как накопление в организме ионов натрия ведет к задержке в нем воды. Поэтому минеральные воды, содержащие повышенное количество ионов кальция показаны при лечении воспалительных заболеваниях склонным к образованию спазмов.

Огромное значение имеет химический состав воды при лечении заболеваний желчевыводящих путей, желчного пузыря и печени. В этом случае надо применять воды, преимущественно содержащие сернокислые соли (сульфаты магния и натрия) и гидрокарбонатные воды, усиливающие выработку желчи клетками, улучшают ее состав и делают более жидкой, что способствует ликвидации застоя в желчном пузыре и желчевыводящих путях, улучшает выведение из них продуктов воспаления, предохраняет от выпадения осадков из желчи, которые могут оказаться причиной образования желчных камней.

Питьевое лечение минеральными водами применяют при хронических заболеваниях кишечника (энтероколиты, колиты и др.). Минеральная вода устраняет причину, вызывающую заболевание кишечника и создает условия для его ликвидации.

Минеральные воды также применяются при хронических воспалительных заболеваниях почечных лоханок (пиелиты) и мочевого пузыря (циститы), а также мочекаменной болезни. При таком диагнозе назначают воды малой минерализации, обладающие наибольшим мочегонным эффектом, в основном с повышенным содержанием кальция.

Иногда лечение минеральными водами приносит пользу при некоторых заболеваниях обмена веществ (при мочекаменной диатезе и диабете). В этих случаях лечение минеральными водами способствует выведение этих продуктов из организма.

Наблюдения показывают, периодический прием сульфатных вод способствуют снижению веса у больных ожирением.

Необходимо отметить, что минеральные воды содержат микроэлементы, особенно углекислые, в состав которых входит железо (более 10 мг/л), что благоприятно влияет на процессы кроветворения [3].

В составе многих минеральных вод содержится значительное количество йода (5 мг/л), содержание которого недостаточно в питьевой воде. Очень полезно употреблять эти воды при атеросклерозе и при зубной болезни. А вот нервы лечатся бромными водами (кстати, нежелательно их назначать тучным людям, т.к. снижают интенсивность окислительных процессов), а при истощении назначаются минеральные воды, содержащие мышьяк.

Важно также знать, как правильно принимать минеральные воды, при какой температуре, количество, характер приема (залпом, медленно, глотками) и содержание углекислоты.

Выводы по статье:

- неправильный выбор минеральной воды может вместо пользы принести вред;
- не вовремя выпитая минеральная вода вместо пользы может принести вред.
- желающий провести лечение минеральными водами должен обязательно посоветоваться с врачом т.к. минеральная вода — лекарство.

### Литература

1. Цогоев В. Б. Гидроминеральные ресурсы Северной Осетии. Орджоникидзе: Изд-во «ИР», 1969.
2. Природные ресурсы республики Северная Осетия-Алания. Водные ресурсы. Владикавказ: Изд-во Проект-Пресс, 2001.
3. Алборов И. Д., Заалишвили В. Б., Тедеева Ф. Г. Экологический риск, принципы оценки окружающей природной среды и здоровья населения (учебное пособие). Владикавказ, 2013. — 343 с.

УДК 615.916-546.815.819

Макоева Л. М., аспирант  
Галачиев С. М., к. мед.н., врач-хирург  
Джигоев Ф. К., д. мед.н., профессор,  
Хаева Л. Х. к.хим.н., доцент, профессор РАЕ

## ТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СВИНЦА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОРРЕКЦИИ

(Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России)

### Аннотация:

Свинец не является биологически необходимым элементом, но в силу своих химических свойств обладает способностью проникать в организм и накапливаться в нем. Химизм вредного воздействия свинца на человека сложен, что затрудняет поиск веществ ослабляющих его токсическое действие на организм. В данном литературном обзоре рассмотрены исследования по токсикокинетике свинца и обобщены сведения о методах снижения его токсического действия. Важным направлением в разработке способов ослабления токсического действия свинца на организм является изучение модифицирующей активности эссенциальных микроэлементов, обладающих антиоксидантной активностью. Например, актуальным являются исследования защитных свойств селена и цинка в отношении токсического действия свинца. Одним из перспективных способов коррекции является направление с использованием нанокристаллического минерального сорбента (НУМЕ) [72], а также цитогенетический эффект свинца и возможность его коррекции БАВ (настоя клевера лугового) [73]. Население в различных регионах России страдает от избытка свинца. По современным токсикологическим оценкам этот элемент причисляется к первому классу чрезвычайно опасных веществ. Следовательно, данный обзор необходим для создания эффективных методов профилактики и коррекции.

**Ключевые слова:** свинец, свинцовая интоксикация, экология, тяжелые металлы, свинцовое отравление.

### Abstract:

Lead is not biologically essential element but because of its chemical properties has the ability to penetrate into the body and to accumulate in it. The chemistry of the harmful effects of lead on human is complex, therefore it is difficult to find substances that can reduce the toxic effects of lead. This literature review examines researches on the toxicokinetics of lead and summarizes information on how to reduce its toxic effects. An important trend in the development of methods for protecting from lead toxicity is the study of modifying activity of essential elements with antioxidant activity. For example, the study of protective properties of selenium and zinc on the toxic action of lead. One of the promising methods is a correction direction using nanocarbon mineral sorbent (NYME) [72], as well as lead cytogenetic effect and the possibility of correction of it by BAS (red clover infusion) [73]. The population in different regions of Russia suffers from an excess of lead. According to current toxicological assessment of this element ranked among the first class of extremely hazardous substances. Therefore, this review supports the need to create effective methods of prevention and correction of lead toxicity.

**Key words:** lead, lead intoxication, ecology, heavy metals, lead poisoning

Известно, как широко используется свинец в промышленности, особенно на автотранспорте (в качестве спецдобавки к бензину) из-за чего загрязнение окружающей среды опасными для здоровья соединениями

свинца неуклонно растет. И хотя свинец не является биологически необходимым для организма элементом, в силу своих физико-химических свойств обладает способностью глубоко проникать и накапливаться в нем.

Химизм вредного воздействия свинца на человека весьма очевиден и сложен, следовательно, необходим поиск веществ ослабляющих его токсическое действие.

В литературном обзоре рассмотрены исследования по токсикокинетике свинца и обобщены известные технологии снижающие токсическое действие свинца

Свинец, как примесный элемент (В. В. Ковальский), постоянно содержится в организме животных и человека. Поступление, распределение в организме, метаболизм и выведение свинца достаточно широко исследовались как у человека, так и на животных. В то же время, многие фармакокинетические механизмы, участвующих в этих процессах, остаются неизвестными.

Среднее содержание химического элемента свинца в живом веществе (по В. И. Вернадскому)  $10^{-4}$ - $10^{-3}\%$  — массовая доля ( $\omega$ ). Массовая доля ( $\omega$ ) свинца в организме человека  $10^{-6}\%$ .

Пути поступления свинца в организм человека разнообразны- это с пищей, с водой, атмосферным воздухом ежедневно поглощает до 100 мкг. Свинец накапливается в основном в скелете (до 90%) в форме труднорастворимого фосфата  $Pb_3(PO_4)_2$ . Считается, что свинец накапливается в большей степени в тех участках костей, где наиболее активно на момент экспозиции протекают процессы минерализации и репарации [1].

Общее количество свинца в организме мужчин, не подвергавшихся профессиональному воздействию свинца, составило в среднем 165 мкг, а у женщин 103 мкг, т.е. уровень свинца в среднем в 1,5 раза выше у мужчин чем у женщин [2, 3].

Основными путями поступления свинца в организм человека являются всасывание в желудочно-кишечном тракте и абсорбция в органах дыхания. Основными источниками свинца являются продукты питания, в том числе консервы, продукты, хранящиеся в керамической посуде, покрытой свинецсодержащей глазурью, вода, атмосферный воздух. К дополнительным источникам относится курение табака. Выкуривание 20 сигарет в день добавляет 1-5 мкг свинца в сутки. В работе [4] показано, что курение и употребление алкоголя матерями во время беремен-

ности существенно увеличивает концентрацию свинца в крови новорожденных. Для детей грудного возраста важным источником свинца является молоко [5]. Так же необходимо отметить как источник свинца для детей младшего возраста привычку лизать, жевать и грызть предметы, не предназначенные для питания свинецсодержащие краски, штукатурку, пыль, почву [6].

Скорость всасывания в желудочно-кишечном тракте зависит от состояния организма, дозы и химических свойств соединений свинца. Экспериментально было подтверждено, что коэффициент всасывания свинца в желудочно-кишечном тракте у детей значительно выше, чем у взрослых [7,8]. Экспериментальные работы были проведены на крысиных детенышах и всасываемость при однократном приеме составила 52%, а у взрослых крыс всего 0,4%, всасывание меченного  $^{212}Pb$  в желудочно-кишечном тракте с возрастом снижалось [9,10]. В исследованиях на молодых обезьянах они поглощали 64,5% от основной дозы свинца, а взрослые обезьяны — 3,2% [11]. В работе [12] коэффициент всасывания  $^{210}Pb$  0,23±0,02

Всасываемость свинца повышается после голодания, такой эффект насыщения отмечен в работе [13] на крысах.

Распределение свинца при пероральном пути поступления зависит и от других факторов, к которым относятся химические свойства соединений свинца и особенности питания.

В желудочно-кишечном тракте у крыс в 12 раз превосходило всасывание металлического свинца [14]. В работе [15] концентрация свинца в крови превышала в 5-10 раз у крыс, получавших эквивалентное количество сульфида свинца или свинцовую руду. Введение свинца в ионной форме в дозе 200 мкг/кг оказывает более выраженное токсическое действие, нежели эквивалентное количество в составе пищевого продукта [16].

На всасывание свинца существенное влияние оказывают некоторые особенности питания. Было обнаружено, что у детей с низким содержанием кальция в диете концентрация свинца в крови выше, чем у детей с адекватным потреблением кальция [17]. В исследованиях на добровольцах абсорбция свинца на

фоне кальция снижалась [18, 19, 20]. Подобные эффекты, кальция на всасывание свинца наблюдались и в опытах на животных [21]. Имеются сообщения в литературе о влиянии на процесс всасывания фосфора, марганца и железа [22, 23]. Поступление свинца в организм продуктами питания в Российской Федерации составляет 160 мкг в сутки [24].

**Свинец в организм человека может поступать через органы дыхания и зависит от таких факторов как концентрация свинца в воздухе, размеров и формы частиц и их физико-химических свойств, дыхательного объема [25,26].**

Высокие концентрации свинца в атмосферном воздухе выявлены в плотно населенных центрах, вблизи от предприятий свинцовой промышленности [27]. Из всех видов производственных процессов, связанных со свинцом наиболее опасны те, в которых свинец или свинцовые сплавы нагреваются до высоких температур, что вызывает испарение свинца, при этом образуются частицы диаметром менее 5 мкм, которые легко попадают в дыхательные пути [28].

Количество свинца задерживающегося в легких при поступлении его с воздухом, составляет 30-60%, и он почти полностью абсорбируется. Коэффициент абсорбции свинца в органах дыхания выше, чем в желудочно-кишечном тракте. 30-60% свинца, задержавшегося в верхних отделах респираторного тракта, в дальнейшем, транспортируется в желудочно-кишечный тракт [28].

Значительный вклад в загрязнение воздуха вносят выбросы свинца автотранспортом [29,30]. Ограничение содержания свинца в бензине привело к значительному снижению его уровня в воздушной среде, и, как следствие, в биосредах организма.

В крови норма концентрации свинца составляет 1,45-1,93 мкмоль/л, что соответствует 30-40 мкг/100 мл [31]. Для лиц в возрасте от 20 до 50 лет, не имеющих профессионального контакта со свинцом и проживающих в средней полосе Европейской части бывшего СССР, концентрация свинца крови колебалась от 10 мкг/100 мл до 57 мкг/100 мл.

В исследованиях с использованием метода гельхроматографии обнаружено, что большая часть (90%)  $^{203}\text{Pb}$  в гемолизатах эри-

троцитов была связана с гемоглобином, при этом свинец проявлял большее сходство к фетальному гемоглобину. Таким образом, в эритроцитах свинец в основном связан с гемоглобином, а в плазме крови с альбуминами [32,33].

Содержание свинца в крови является одним из наиболее информативных показателей контакта со свинцом и более точно отражает недавнее воздействие [34].

Большая часть свинца в организме человека содержится в костях, при этом его концентрация меняется с возрастом. В детском возрасте доля свинца, содержащегося в скелете, составляет около 70%, у взрослых старше 70 лет в костях содержится более 95% свинца. Свинец в кости вытесняет кальций, образует нерастворимые комплексы с фосфором и включается в костную ткань в результате минерализации в процессе роста, а также в результате репаративных процессов [35]. При беременности, климактерическом периоде, а также заболеваниях, сопровождающихся деминерализацией скелета (остеопороз, остеомиелит, переломы и т.д.), способствуют выходу свинца из недоступных в норме депо, что может быть причиной повышения его уровня в крови [36].

Переход свинца от матери к плоду во время беременности изучался в опытах со стабильными изотопами свинца на животных. Наблюдается повышение концентрации свинца в период вынашивания, что обусловлено не только повышенной мобилизацией его из депо, но также усилением всасывания [37].

Повышение концентрации свинца в крови матери в поздние сроки беременности обусловлено выходом этого элемента из скелета матери, а также повышением абсорбции в желудочно-кишечном тракте [38].

Внутриклеточное распределение свинца методами фракционирования клеток выявило, что основная часть свинца в клетках содержится в митохондриях [39]. Основным путем выхода свинца является выделение с мочой. Показано, что у человека 75-80% свинца выводится с мочой, 15% с калом и 5-10% с потом, волосами и ногтями [40].

#### **Токсикодинамика свинца.**

Свинец является политропным ядом, так как оказывает действие на политропные



химические процессы в организме Токсический эффект неорганического свинца заключается в том, что может образовывать прочные связи с белками [41,42]. Свинец образует прочные связи с сульфгидрильными, карбоксильными, амино-, фосфатными группами белковых структур клеток, что приводит к изменению третичной и четвертичной структуры белковых молекул, в результате чего нарушается их нормальное функционирование и при связывании с ферментами он способен подавлять их каталитическую активность [43].

Цитотоксические эффекты свинца обусловлены его высоким сродством с кальцием, благодаря чему свинец изменяет нормальные  $Ca^{2+}$  — зависимые биологические процессы, проявляя при этом эффект конкурентного замещения или антагонизма [44,45].

В клеточной структуре свинец нарушает эффекторные механизмы  $Ca^{2+}$ , что показано на примере Са-связывающих белков в частности, кальмодулина, протекиназы С, кальциймединов, тропонина С [46]. Мембранотоксическое действие свинца проявляется в изменении проницаемости мембраны, повышении ее хрупкости [47]. Показано угнетающее влияние свинца на  $Na^+$ ,  $K^+$ , АТФ-азу что оказывает существенное воздействие на ионный ток имембранный потенциал клетки [48, 49].

#### **Влияние свинца на активность свободно-радикальных процессов и систему антиоксидантной защиты.**

По имеющимся литературным данным, свинец оказывает влияние как на процессы образования свободных радикалов, так и на противостоящую имантиоксидантную систему [50,51]. Практически на всех уровнях системы свободно- радикального окисления и антиоксидантной защиты клетки проявляется прооксидантные действия свинца [52].

Свинец, накапливаясь в мембранных структурах клетки, потенцирует процесс пероксидации липидов с участием двухвалентного железа [53]. При свинцовой интоксикации в результате нарушения биосинтеза гема, в частности угнетения активности фермента дегидратазы дельта-аминолевуленовой кислоты, происходит накопление дельта-аминолевуленовой кислоты. Ее аутоокисление, в

свою очередь, приводит к повышению образования свободных радикалов [54].

Свинец также оказывает влияние на систему антиоксидантной защиты, причем под его воздействием происходят нарушения в функционировании как ферментативных, так и неферментативных механизмов контроля за содержанием активных форм кислорода, свободных радикалов и молекулярных продуктов перекисного окисления липидов.

Известно, что основными ферментами антиоксидантной защиты являются супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза. В ряде исследований у лиц, подвергавшихся воздействию свинца на производстве, отмечено повышение накопления конечных продуктов перекисного окисления липидов в крови, что является признаком активации свободно-радикальных процессов, и существенное изменение показателей активности ферментативного звена антиоксидантной системы [55,56].

При обследовании японских рабочих, контактирующих со свинцом на производстве, выявлено повышение средней концентрации свинца в крови, а также наблюдалось накопление продуктов липопероксидазы и снижение активности супероксиддисмутазы и каталазы в эритроцитах, а также повышение гемолиза эритроцитов [57]. В опытах на крысах наблюдали активацию процессов перекисного окисления липидов в ткани печени при интоксикации свинцом. Одновременно с этим происходило угнетение активности антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы, а также уменьшение количества восстановленного глутатиона [58].

Реакция ферментов антиоксидантной системы при свинцовом отравлении носит дозозависимый характер. Так в исследованиях, через семь дней от начала воздействия свинцом отмечалось повышение активности супероксиддисмутазы, каталазы, и глутатионпероксидазы. При дальнейшей экспозиции наблюдалось достоверное угнетение активности данных ферментов.

Токсические эффекты свинца в значительной степени обусловлены его пероксидантными свойствами. При этом свинец оказывает разностороннее влияние на состояние

окисленного гомеостаза. Во-первых, он, как металл с переменной валентностью, способен выступать в качестве инициатора свободно-радикальных реакций [59]. Во-вторых, в присутствии свинца происходит значительная активация свободно-радикальных реакций, инициируемых ионами двухвалентного железа [53]. Кроме того, в результате воздействия свинца происходит повышение концентрации дельта-аминолевуленовой кислоты, которая может служить источником свободных радикалов в результате процессов аутоокисления [54]. Другой стороной воздействия свинца на окислительный гомеостаз является его угнетающее влияние на состояние антиоксидантной системы, в частности, угнетение антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы. Свинец оказывает влияние и на неферментативное звено антиоксидантной системы. Так, под воздействием свинца происходит снижение количества тиоловых групп, запасов восстановленного глутатиона, который необходим для функционирования антипероксидазной системы защиты.

#### **Действие свинца на кровь.**

Проявлением свинцовой интоксикации являются изменения системы крови. Свинец нарушает биосинтез гема за счет изменения активности трех ферментов: синтетазы дегидратазы дельта-аминолевуленовой кислоты, феррохелатазы.

Наблюдается повышение активности под воздействием свинца митохондриального фермента синтетазы дельта-аминолевуленовой кислоты, которая катализирует реакцию конденсации глицина с сукцинил-коэнзимом А с образованием дельта-аминолевуленовой кислоты [60,61]. Важным ферментом, участвующим в порфириновом обмене, является дегидратаза дельта-аминолевуленовой кислоты. Этот фермент является цинк-зависимым, который катализирует реакцию образования порфобилиногена из двух молекул дельта-аминолевуленовой кислоты. Свинец ингибирует активность фермента дегидратазы, что приводит к снижению синтеза порфобилиногена и накоплению в крови и костном мозге дельта-аминолевуленовой кислоты [62].

Уменьшение активности дегидратазы дельта-аминолевуленовой кислоты считается самым чувствительным признаком воздействия свинца на организм. Отмечена тесная зависимость — между активностью данного фермента и концентрацией свинца в крови [63]. Порог угнетения активности дегидратазы дельта-аминолевуленовой кислоты, по данным разных авторов, колеблется при концентрации свинца в крови 5-20 мкг/100 мл [64].

В период созревания эритроцитов в костном мозге свинец нарушает механизм включения железа в молекулу протопорфирина, в результате ингибирующего влияния свинца на активность феррохелатазы. В этом процессе происходит накопление протопорфирина, что связано с включением цинка в молекулу протопорфирина вместо железа [65].

Имеются данные о нарушении синтеза гема и глобина при свинцовой интоксикации, приводящий к снижению концентрации гемоглобина в крови.

**Свинцовая интоксикация приводит к преобразованию клеток костного мозга, изменяются количественные, качественные и морфологические характеристики элементов крови, изменяются физико-химические свойства мембраны эритроцитов, осмотическая резистентность, кислотная и механическая стойкость эритроцитов. На фоне свинцового отравления происходит перестройка в показателях энергетического обмена эритроцитов, и, следовательно, сокращение продолжительности жизни красных кровяных клеток [66, 67].**

Воздействие свинца дает увеличение числа ретикулоцитов и базофильнозернистых эритроцитов. Основываясь на данных большого количества авторов при интоксикации легкой и средней тяжести наблюдается активация кроветворения, о чем свидетельствует увеличение числа молодых форм эритроцитов и лейкоцитов (ретикулоцитов, полихроматофильных и базофильнозернистых эритроцитов, юных и палочкоядерных нейтрофилов, сдвиг ретикулоцитарной формулы влево) и нарастание содержания поступивших в периферическую кровь эритроцитов за сутки [68].

При нарушении путей биосинтеза гема токсическими дозами свинца приводит к на-

коплению в крови и костном мозге промежуточных продуктов его метаболизма, в первую очередь дельта-аминолевуленовой кислоты-копропорфирина.

#### **Новые технологии в снижении токсического действия свинца.**

Важным направлением современной медицины является поиск средств, способных ослаблять токсическое действие свинца на организм. Особый интерес представляет изучение влияния: эссенциальных микроэлементов с которыми свинец вступает в конкурентные взаимоотношения. В работе [69] экспериментально показано протекторное влияние селенита натрия на токсичные эффекты свинца. В этом числе активирующее влияние на фермент антиоксидантной защиты, что уменьшало активность свободно радикальных процессов. Полученные результаты позволяют рекомендовать дальнейшее лечение протекторных свойств селена у лиц, подвергающихся воздействию свинца. Использование селенита натрия препятствовало снижению содержания тиоловых групп крови при свинцовой интоксикации. Результатом благотворного влияния на ферменты антиоксидантной защиты явилось снижение выраженности анемии под воздействием свинца. Известно, что цинк является физиологическим антагонистом свинца, способным ослаблять токсическое действие после него, оказывая влияние на всасывание и распределение свинца в организме [32,40,70]. Цинк также способен инициировать синтез металлотионеина, способны связывать свинец за счет большого содержания Sh-ионов. Включение окиси цинка в рацион крысам ослабляло токсическое действие свинца, что проявилось в повышении показателя выживаемости крыс [71]. Кроме того цинк оказывал благотворное влияние на показатели периферической крови. Дополнительное включение цинка оказывало протектор-

ное влияние на ряд токсических эффектов свинца, что проявилось в более высоком показателе выживаемости, меньшей выраженности анемии, а также стабилизируют влияние на процессы ПОЛ, активность фермента СОД и содержание этиловых групп. В то же время отмечено, что цинк усугублял ингибирующее влияние свинца на активность ферментов ГП.

Авторы в работе [72] при эксперименте на крысах моделировали свинцовую интоксикацию.

Изучена динамика распределения макро- и микроэлементов в сыворотке крови и лимфе животных в условиях хронической интоксикации солями свинца на фоне сорбционной коррекции. В проведенном исследовании показано, что лимфатическая система в целом играет существенную роль в перераспределении и транспорте макро- и микроэлементов в жидкостях организма. Энтерогенное применение нанокремниевых минеральных сорбентов (НУМЕ) способствует снижению концентрации свинца в исследуемых биосубстратах, но не оказывает избирательного действия по отношению к эссенциальным макро- и микроэлементам.

Данное направление с использованием нанокремниевых минеральных сорбентов (НУМЕ) в биоэлементной медицине является одним из перспективных способов коррекции.

В работе [73] изучен цитогенетический эффект свинца и возможность его коррекции БАВ (настоя клевера лугового). Настой клевера проявляет высокий коэффициент в терапевтической дозе как антимуtagen в условиях загрязнения среды свинцом.

Проведенный обзор доказывает необходимость расширения исследований в области изучения токсического действия свинца на организм человека с целью создания эффективных методов его профилактики и коррекции.

## Литература

1. Aufderheide A.C., Wittmers L.E. Jr Selected aspects aspects of the spatial distribution of lead in bone // *Neurotoxicology*. — 1992. — Vol. 13. — №4. — P. 809-819.
2. Павловская Н.А., Кирьяков В.А., Погибало А.В. Поведение свинца в организме человека особенности ранней диагностики свинцовых интоксикаций. — М.: Лад. — 1998. — С.98.
3. Barry P.S. A comparison of concentrations of lead in human tissues // *Br J Ind Med*. — 1975. — Vol. 32. — №2. — P. 119-139.
4. Rhainds M., Levallois P. Effects of maternal cigarette smoking and alcohol consumption on blood lead levels of newborns // *Am.J. Epidemiol.* — 1997. — Vol. 145. — P. 250-257.
5. Oskarsson A., Palminger Hallen I., Sundberg J. Exposure to toxic elements via breast milk // *Analyst*. — 1995. — Vol. 120. — №3. — P. 765-770.
6. Sachs H.K. Effect of screening program on changing patterns of lead poisoning // *Environ. Health. Perspect.* — 1974. — Vol. 7. — P. 41-47.
7. Alexander F.W. The uptake of lead by children in differing environments// *Environ Health Perspect.*—1974. — Vol. 7. — P. 155-159.
8. Ziegler E.E., Edwards B.B., Jensen R.L., Mahaffey K.R., Fomon S.J. Absorption and retention of lead by infants // *Pediatr Res.* — 1978. — Vol. 12. — №1. — P. 29-34.
9. Kostial K., Kello D., Judo S., Rabar I., Maljkovic T. Influence of age on metal metabolism and toxicity // *Environ Health Perspect.* — 1978. — Vol. 25. — P.81-86.
10. Forbes G.B., Reina J.C. Effect of age on gastrointestinal absorption (Fe, Sr,Pb) in the rat// *J. Nutr.* — 1972. — Vol. 102. — №5. — P. 647-652.
11. Willes R.F., Lok E., Truelove J.F., Sundaram A. Retention and tissue distribution of <sup>210</sup>Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> administered orally to infant and adult monkeys // *J. Toxicol. Environ. Health.* — 1977. — Vol. 3. — №3. — P. 395-406.
12. Ермолаева-Маковская А.П., Литвер Б.Я. Свинец-210 и полоний-210 в биосфере. — М.: Автомиздат, 1978. — 160 с.
13. Aungst B.J., Dolce J.A., Fung H.L. The effect of dose on the disposition of lead in rats after intravenous and oral administration // *Toxicol Appl Pharmacol.* — 1981. — Vol. 61. — №1. — P. 48-57.
14. Barltop, D.& Meek, F. Absorption of different lead compounds // *Postgrad. Med. J.* — 1975. — Vol. 5. — P. 805-809.
15. Dieter M.P., Matthews H.B., Jeffcoat R.A., Moseman R.F. Comparison of Lead Bioavailability in F344 Rats Fed Lead Acetate, Lead Oxide, Lead Sulfide, or Lead Ore Concentrate from Skagway, Alaska // *Journal of Toxicology and Environmental Health.* 1993. — Vol. 392. — №1. — P. 79-93.
16. Иваницкий А.М., Стасенкова К.П., Соколов А.Б., Клышнев В.А., Маганова Н.Б., Газдарова И.Н., Рысина Т.З., Пискун Л.М. Исследование особенностей токсического действия свинца при поступлении его с пищей в модельном эксперименте// *Вопросы питания.* — 1985. — №2. — С. 63-66.
17. Mahaffey K.R., Gartside P.S., Glueck C.J. Blood lead levels and dietary calcium intake in 1-to 11-year-old children: the Second National Health and Nutrition Examinations Survey, 1976 to 1980// *Pediatrics.* — 1986. — Vol. 78. — №2. — P. 257-62.
18. Heard M.J., Chamberlain A.C. Effect of minerals and food on uptake of lead from the gastrointestinal tract in humans // *Hum Toxicol.* — 1982. — Vol. 1. — №4. — P. 411-415.
19. Barton J.C., Conrad M.E., Nuby S., Harrison L. Effects of iron on the absorption and retention of lead // *J Lab Clin Med.* — 1978. — Vol. 92. — №4. — P. 536-547.
20. Aungst B.J., Fung H.L. The effects of dietary calcium on lead absorption, distribution, and elimination kinetics in rats // *J Toxicol Environ Health.* — 1985. — Vol. 16. — №1. — P. 147-159.
21. Barton J.C., Conrad M.E., Nuby S., Harrison L. Effects of iron on the absorption and retention of lead // *J Lab Clin Med.* — 1978. — Vol. 91. — №3. — P. 366-376.
22. Marcus A.H., Schwartz J. Dose-response curves for erythrocyte protoporphyrinvs blood lead: effects of iron status // *Environ Res.* — 1978. — Vol. 44. — №2. — P. 221-227.
23. Hettiarachchi G.M., Pierzynski G.M., Oehme F.W., Sonmez O., Ryan J.A. Treatment of Contaminated Soil with Phosphorus and

Manganese Oxide Reduces Lead Absorption by Sprague-Dawley Rats // *J. Environ. Qual.* — 2003. — Vol. 32. — P. 1335-1345.

24. Снакин В.В. Загрязнение биосферы свинцом: масштабы и перспективы развития // *Медицина труда и промышленная экология.* — 1999. — №5. — С. 21-24.

25. Carelli G., Masci O., Altieri A., Castellion N. Occupational exposure to lead granulometric distribution of airborne lead in relation to risk assessment // *IndHealth.* — 1999. — Vol. 37. — №3. — P. 313-321.

26. Свинец Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева: ВОЗ, — 1980. — С.192.

27. Кунцевич И.Е., Дубровская Г.Н., Терещенко О.В. Влияние содержащегося в атмосферном воздухе свинца на накопление его в организме и на некоторые биохимические показатели // *Здравоохранение Белоруссии.* — 1984. — №1. — С.52-35.

28. Morrow P.E., Beiter H., Amato F., Gibb F.R. Pulmonary retention of lead: an experimental study in man // *Environ Res.* — 1980. — Vol. 21. — №2. — P. 373-384.

29. Зайцева Н.В., Тырыкина Т.И., Землянова М.А., Уланова Т.С., Долгих О.В., Шур П.З., Суетина Г.Н., Вогинова И.В. Влияние на здоровье населения выбросов свинца автотранспортом // *Гигиена и санитария.* — 1999. — №3. — С. 3-4.

30. Галачиев С.М., Гудушаури И.Г. Определение содержания свинца и пылевых частиц в выхлопных газах автомобильного транспорта. *Вестник РГМУ №2 (17), 2001, Москва.* — С.128.

31. Семенова Л.С., Елашко Ю.П., Сорокина Н.С. Содержание свинца и некоторых компонентов порфиринового обмена в крови и моче людей, не имеющих производственного контакта со свинцом // *Лабораторное дело.* — 1987. — №2. — С. 11-14.

32. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. — С.496.

33. Simons T.J. Cellular interactions between lead and calcium // *Br Med Bull.* — 1986. — Vol. 42. — №4. — P. 431-434.

34. Graziano J.H. Validity of lead exposure markers in diagnosis and surveillance //

*Clin Chem.* — 1994. — Vol. 40. — №7. — P. 1387-1390.

35. O'Flaherty E.J. Physiologically based models for bone-seeking elements. III. Human skeletal and bone growth // *ToxicolApplPharmacol.* — 1991. — Vol. 111. — P.332-341.

36. GarridoLatorre F., Hernandez — Avila M., Tamayo Orozco J., Albores Medina C.A., Aro A., Palazuelos E., Hu H. Relationship of blood and bone lead to menopause and bone mineral density among middle-age women in Mexico City// *environ Health Perspect.* — 2003. — Vol. 111. — №4. — P. 631-636.

37. Franklin C.A., Inskip M.J., Baccanale C.L., Edwards C.M., Manton W.I., Edwards E., O'flaherty E.J. Use of sequentially administered stable lead isotopes to investigate changes in blood lead during pregnancy in a nonhuman primate (*Macacafascicularis*)// *FundamApplToxicol.* — 1997. — Vol. 39. — №2. — P. 109-119.

38. Manton W.I., Angle C.R., Stanek K.L., Kuntzelman D., Reese Y.R.,Kuehnemann T.J . Release of lead from bone in pregnancy and lactation // *Environ Pes.* 2003. — Vol.92.— №2. — P.139-151.

39. Barltrop D., Barrett A.J., Dingle J.T. Subcellular distribution of lead in the rat // *J Lab Clin Med.* — 1971. — Vol. 77. — №5. — P. 705-712.

40. Измеров Н.Ф., Ермоленко А.Е., Тарасова Л.А., Сорокина Л.С., Кравченко О.К., Молодкина Н.Н., Хелковский-Сергеев Н.А. Свинец и здоровье. Гигиенический и медико-биологический мониторинг. М., 2000. — С.256.

41. Левина Э.Н. Общая токсикология металлов. — Л.: Медицина. — 1972. — С.184.

42. Goering P.L. Lead-protein interactions as a basis for lead toxicity // *Neuro-toxicology.* — 1993. — Vol. 14. 45-60.

43. Ершов Ю.А., Плетнева Т.В., Механизмы токсического действия неорганических соединений М.: Медицина, — 1989. — 272 с.

44. Pounds J.G., Mittelstaedt R.A. Mobilization of cellular calcium-45 and lead-210: effect of physiological stimuli // *Science.* — 1983. — Vol. 220. — №4594. — P. 308-310.

45. Simons T.J. Lead- calcium interactions in cellular lead toxicity // *Neurotoxicologi.* — 1993. — Vol. 14. — №2-3. — P. 77-85.
46. Pounds J.G. Effect of lead intoxication on calcium homeostasis and calcium- mediated cell function: a review // *Neurotoxicology.* — 1984. — Vol. 5. — №3. — P. 295-331.
47. Valentino M., Fiorini R.M., Curatola G., Governa M. Cshanges of membrane fluidity in erythrocytes of lead-exposed workers // *Int Arch Occup Environ Health.* — 1982. — Vol. 51. — №2. — P. 105-112.
48. Hajem S., Moreau T., Hannaert P., Lellouch J., Huel G., Hellier G., Orssaud G., Claude J.R., Juguet B., Festy B. Influence of environmental lead on membrane ion transport in a French urban male population // *Environ Res.* — 1990. — Vol. 53.-№2.-P. 105-118.
49. Grabowska M., Guminska M. The effect of lead on lactate formation, ATP level and membrane ATPase activities in human erythrocytes in vitro // *Int J Occup Med Environ Health.* — 1996. — Vol. 9. — №3. — P. 265-274.
50. Трахтенберг И.М., Короленко Т.К., Утко Н.А. Свинец и окислительный стресс // *Современные проблемы токсикологии.* — 2001. — №4. — С. 50-54.
51. Кундиев Ю.И., Стежка В.А., Дмитриуха Н.Н., Лампека Е.Г., Диденко М.Н., Покровская Т.Н., Оникиенко Ф.А., Блакина И.В., Билько Т.А., Мельник Ю.П., Падакина Е.В. Зависимость изменения иммунных и биохимических механизмов поддержание гомеостаза от материальной кумуляции свинца в организме // *Медицина руда и промышленная экология.* — 2001. — №5, — С. 11-17.
52. Hermes-Lima M., Pereira B., Bechara E.J. H. Are Free Radicals Involved in Lead Poisoning? // *Xenobiotica.* — 1991. — Vol. 21. — №8. — P. 1085-1090.
53. Bondy S.C., Guo S.X. Lead Potentiates Iron-Induced Formation of Reactive Oxygen Species // *Toxicology Letters.* — 1996. — Vol. 87.-№2/3. — P. 109-112.
54. Costa C.A., Trivelato G.C., Pinto A.M., Bechara E.J. Correlation between plasma 5-aminolevulinic acid concentrations and indicators of oxidative stress in lead-exposed workers // *Clin Chem.* — 1997. — Vol. 43. — №7. — P. 1196-1202.
55. Dursun N., Dogan P., Donmez H. Plasma and erythrocyte lipid peroxide levels in workers with occupational exposure to lead // *Biol Trace Elem Res.* — 2001. — Vol. 82. — №1-3. — P. 29-34.
56. Gurer-Orhan H., Sabir H.U., Ozgunes H. Correlation between clinical indicators of lead poisoning and oxidative stress parameters in controls and lead-exposed workers // *Toxicology.* — 2004. — Vol. 195. — №2-3. — P. 147-154.
57. Sugawara E. Nakamura K. Miyake T. Fukumura A. Seki Y. Lipid Peroxidation and Concentration of Glutathione in Erythrocytes from Workers Exposed to Lead // *British Journal of Industrial Medicine.* — 1991. — Vol. 48. — №4. — P. 239-242.
58. Mous H.M., Al-Qarawi A.A., Ali B.H., Abdel Rahman H.A., ELMougy S.A. Effect of lead exposure on the erythrocytic antioxidant levels in goats // *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* — 2002. — Vol. 49. — №10. — P. 531-534.
59. Голиков С.Н., Саноцкий И.В., Тиунов Л.А. Общие механизмы токсического действия. АМН СССР — Л.: Медицина, 1986. — С.280.
60. Berk P.D., Tschudy D.P., Shepley L.A., Waggoner J.G., Berlin N.I. Hematologic and biochemical studies in a case of lead poisoning // *Am J Med.* — 1970. — Vol. 48. — №1. — P. 137-144.
61. Tomokuni K., Ichiba M., Hirai Y. Elevated urinary excretion of beta-aminoisobutyric acid and delta- aminolevulinic acid (ALA) and the inhibition of ALA-synthase and ALA — dehydratase activities in both liver and.
62. Kidney in mice exposed to lead // *Toxicol Lett.* — 1991. — Vol. 59. — №1-3. — P. 169-173.
63. Jaffe E.K., Matrins J., Li J., Kervinen J., Dunbrack R.L. Jr. the molecular mechanism of lead inhibition of human porphobilinogen synthase // *J Biol Chem.* — 2001. — Vol. 276. — №2. — P. 1531-1537.
64. Chisolm J.J. Jr., Thomas D.J., Hamill T.G. Erythrocyte porphobilinogen synthase activity as an indicator of lead exposure in children // *Clin Chem.* — 1985. — Vol. 31.-№4. — P. 601-605.
65. Sakai T. Reviews on biochemical markers of lead exposure with special emphasis

on heme and nucleotide metabolisms// Sangyo EiseigakuZasshi. — 1995. — Vol. 37. — №2. — P. 99-112.

66. Jacobs J.M., Sinclair P.R., Sinclair J.F., Gorman N., Walton H.S., Wood S.G., Nichols C. Formation of zinc protoporphyrin in cultured hepatocytes: effects of ferrochelatase inhibition, iron chelation or lead// Toxicology. — 1998. — Vol. 125. — №2-3. — P. 95-105.

67. Панченко Н.А. Преобразование клеток костного мозга в культуре ткани при воздействии Ацетата свинца // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1981. — №1. — С. 73-76.

68. Каваллджиева Б. Николова П. Диагностическая значимость некоторых показателей энергетического обмена эритроцитов у рабочих, имеющий профессиональный контакт со свинцом // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — 1990. — №11. — С. 46-48.

69. Алданазаров А.Т. Изменение системы крови при сатурнизме. Алма-Ата: Наука, 1974. — 252 с.

70. Галачиев С.М., Джюев Ф.К. Новые технологии в снижении токсического действия свинца с помощью селенита натрия. // Владикавказский медико-биологический вестник. №6, 2003 — С. 64-67.

71. CHUNG Y.C. CHAN W. Effects of iron and on lead poisoning of rats. KOREAUNIVMEDJ; 19 (1). 1982. 135-142.

72. Галачиев С.М., Джюев Ф.К., Басиева Т.С., Болиева Л.З. Влияние цинканатоксические эффекты свинца, процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и системы антиоксидантной защиты при свинцовой интоксикации // Окружающая среда и здоровье: мат. всерос. научн.-практ. конференции, Пенза, РИО ПГСХА, 004. — С. 30-34.

73. Гельфонд Н.Е., Старкова Е.В., Греф В.В., Шувалова О.В. Макро и микроэлементы как маркеры развития эндотоксикоза при хронической свинцовой интоксикации и сорбционной коррекции Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13 (39). №1 (7). — С. 1681-1684.

---

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 504.056:656

Хадиков М. К., ст. преп. СКГМИ (ГТУ)  
магистр МАНЭБ

### ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

#### *Аннотация*

*Рассмотрены особенности эксплуатации автомобильного транспорта в горных условиях: повышенные энергозатраты, увеличение вредных экологических воздействий, подверженность экологическим рискам и др. Предложено альтернативное решение: наклонный грузо-пассажирский лифт.*

**Ключевые слова:** *автомобильный транспорт, горные условия, экологические воздействия, повышенные энергозатраты, природные аномалии, наклонный лифт.*

#### *Annotation*

*The features of operation of road transport in mountainous conditions: increased energy, increased harmful environmental impacts, exposure to environmental risks, and others propose alternative solutions: Reclining cargo and passenger lift.*

**Keywords:** *road transport, mining conditions, environmental impacts, increased energy, natural anomalies, inclined elevator.*

Горные регионы отличаются от равнинных, в частности, спецификой транспортных систем и условиями их функционирования. В горных регионах помимо автомобильного транспорта часто используются канатные дороги, наклонные подъемники и вертолетный транспорт. Однако преимущественным является автотранспорт.

В транспортном средстве (ТС) можно условно выделить стационарную и мобильную составляющие (рис.1)

Если рассматривать, например, вертолет как ТС, то в нем нельзя выделить стационарную и мобильную составляющие, так как при движении вертолета происходит перемещение всех его составляющих как единой структуры.

Однако, если рассматривать как ТС, например, грузовую или пассажирскую канат-

ные дороги, то в них можно выделить как мобильную составляющую (движущийся трос с креслами для пассажиров или вагончиками для груза), так и стационарную (неподвижную) составляющую: источник энергии (систему энергоснабжения); привод (двигатель, механический преобразователь); пусковую аппаратуру, систему защиты и т.п.

Примером транспортного средства с мобильным приводом и стационарным источником энергии является поезд метро. Автотранспортное средство (АТС) является ТС с мобильным приводом и источником энергии.

Горные дороги подвержены разного рода экологическим рискам: камнепады, сели, лавины, оползни и т.п. [1,2]. Большая часть горной дороги проходит, как правило, по дну ущелья, а это, еще больше увеличивает вероятность проявления различного рода при-



родных опасностей. Горные дороги характеризуются как правило, большим количеством естественных подъемов и спусков, крутых поворотов. По сравнению с равнинной частью это приводит к тому, что на их преодоление расходуется больше энергии, особенно для ТС с мобильным приводом и источником энергии, к которым, как уже указывалось относится и АТС.

Рассмотрим подробнее динамику движения АТС на горной дороге.

На рис.2 представлен типовой участок горной дороги (подъем с поворотом) и показаны силы, действующие на АТС. Сила тяжести  $\vec{F}_T$  разложена на две составляющие:  $\vec{F}'_1 = \vec{F}_T \cdot \cos\alpha$  перпендикулярно плоскости дороги уравнивается реакцией АТС  $\vec{F}'_1$ ;  $\vec{F}'_2 = \vec{F}_T \cdot \sin\alpha$  — сила параллельная дороге, уравнивается движущей силой  $\vec{F}_2$ ;  $\alpha$  — угол характеризующий уклон дороги. Кроме того, при повороте на АТС действует центробежная сила

$$F_{цб} = \frac{mv^2}{R} \quad (1),$$

где  $m$  — масса АТС,

$v$  — линейная скорость движения АТС,

$R$  — радиус окружности поворота.

Центробежная сила  $\vec{F}_{цб}$  уравнивается центростремительной  $\vec{F}_{цс}$ . Все силы действуют на общую массу АТС как на единое целое. Возможность одновременного действия на АТС всей совокупности указанных сил, также является особенностью эксплуатации автомобильного транспорта в горных условиях.

При движении АТС на подъем совершается работа  $A$

$$A = mq\Delta h \quad (2)$$

где  $m$  — общая масса АТС,

$q$  — ускорение свободного падения,

$\Delta h = (h_k - h_n)$  — разность между конечной  $h_k$  и начальной  $h_n$  высотами нахождения АТС над уровнем моря.

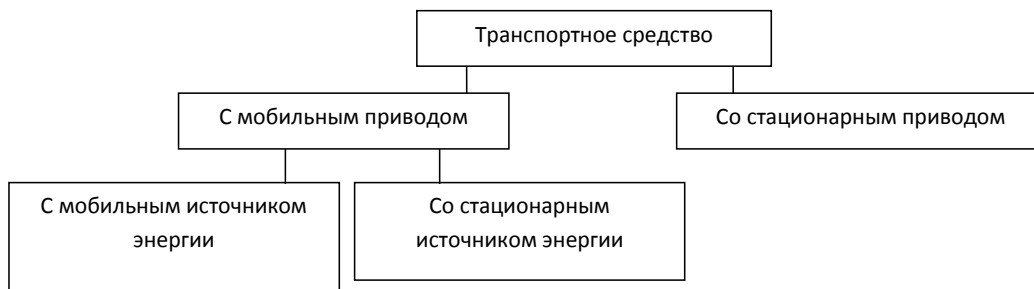


Рис.1. Мобильные и стационарные составляющие транспортного средства

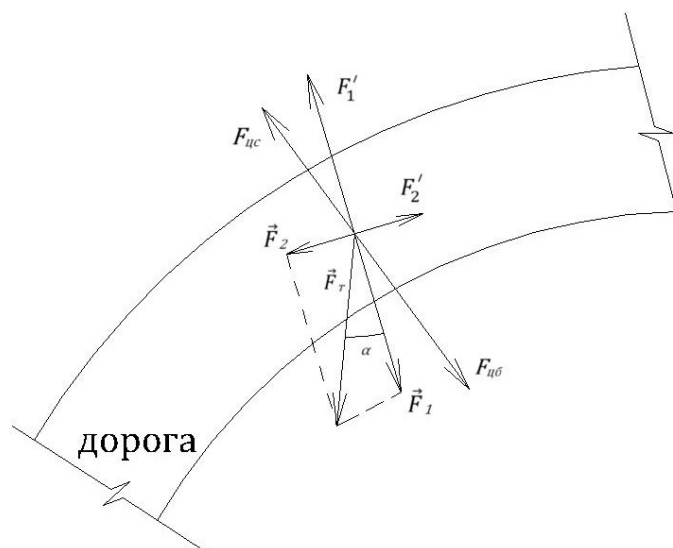


Рис.2. Действие сил на АТС при повороте с подъемом

При подъеме АТС совершается как полезная работа по подъему груза и пассажиров, так и дополнительная по подъему самого АТС вместе с приводом (двигателем) и источником энергии (бензобаком с топливом). Составляющие работы соизмеримы друг с другом; их соотношение не является постоянным, а может изменяться в пользу как одной, так и другой составляющей. Таким образом, полезная работа составляет определенный процент от общей затраченной. При движении АТС по горизонтальной плоскости работа по подъему, естественно, равна нулю, чем и объясняется повышение энергозатрат при эксплуатации автотранспортной системы в горных условиях.

Повышенные энергозатраты усугубляют все вредные проявления автомобильного транспорта, в частности в отношении его влияния на окружающую среду. С увеличением расхода топлива пропорционально увеличивается выброс в атмосферу всех сопутствующих загрязняющих веществ. Это особенно ощутимо для горных территорий, которые как правило существенно меньше по размеру, чем равнинные и во многих случаях меньше продуваются ветром. В результате загрязнение окружающей среды на горных склонах существенно сокращается прирост древесины, повышается восприимчивость сельскохозяйственных культур к болезням, снижается их урожайность. Особенно стоит отметить повышение интенсивности вредного влияния эксплуатации автотранспорта в горных условиях на здоровье коренного населения горных территорий, так как автомобильный транспорт является загрязнителем не только воздуха, но и почвы и водного бассейна. Выделяющиеся при эксплуатации автотранспорта оксиды азота и углерода, а также, летучие и полициклические углеводороды наносят большой вред как окружающей среде, так и здоровью людей [3].

Эффективной и выгодной во всех отношениях альтернативой автомобильному транспорту в условиях горных территорий

является применение грузопассажирских наклонных лифтов [4].

Наклонные лифты относятся к ТС со стационарным приводом. В нем отсутствует потери на перемещение привода и энергоносителя. Кроме того, при эксплуатации наклонных лифтов практически отсутствует загрязнение окружающей среды. Комфортность и независимость от погодных условий делает наклонный лифт универсальным транспортным средством для горных территорий.

Мировая практика применения наклонных лифтов подтверждает предпочтительность их применения в горных регионах по отношению к автомобильному транспорту.

Рассмотренные особенности эксплуатации автомобильного транспорта в условиях горных территорий позволяют провести наиболее полный сравнительный анализ применения разных типов транспортных систем и выбрать наиболее рациональный для применения в горных регионах.

#### Литература

1. Петров Ю.С., Хадиков М.К. Экологическая совместимость как понятие общей и прикладной экологии (на примере транспортной системы горного региона). Вестник МАНЭБ, том 20, №3, 2015 г. — С.82-84.
2. Караев Ю.И., Хузмиев И.М., Петрова В.Ю. Анализ экологических рисков в электроэнергетике горных территорий РСО-Алания. Устойчивое развитие горных территорий. №3 (13), 2012 г. — С.169-174.
3. Алборов И.Д., Тедеев Ф.Г., Суншев С.А. Экология при автотранспортном освоении горных территорий. Труды СКГМИ (ГТУ), выпуск 16, 2009 г. — С.193-196.
4. Хадиков М.К. Влияние транспортной системы на устойчивое развитие горного региона. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука, образование, культура и информационно-просветительская деятельность — основа устойчивого развития горных территорий», Владикавказ, 2015 г. — С.359-364.

УДК 621.315:625

Хадиков М. К., ст. препод.  
СКГМИ (ГТУ), магистр МАНЭБ

## СПЕЦИФИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

### *Аннотация*

*Рассмотрены особенности электрического моделирования транспортных потоков: запаздывание при прохождении перекрестков и развязок; двойственность потоков ветвей (дорог); вероятностный характер параметров движения транспортных средств.*

**Ключевые слова:** *электрическое моделирование, транспортные потоки, запаздывание, узел, ветвь, двойственность, вероятностный характер.*

### *Annotation*

*The features of the electrical modeling of traffic flows: the delay in passing intersections and junctions; duality branches (roads) flows; probabilistic nature of the parameters of motion of vehicles.*

**Keywords:** *electrical modeling, traffic flows, delay, node, branch, duality, the probabilistic nature.*

При исследовании различных естественных и техногенных процессов, связанных с экологией, часто прибегают к различным аналогиям и моделированию, в частности к электрическому, как наиболее универсальному и глубоко изученному. Например, широко используется электрогидроаналогия [1] как способ исследования распространения техногенных загрязнений и возникновения экологических рисков, электрическое моделирование тепловых потоков и т.п.

Различным аспектам моделирования транспортных потоков посвящены многие исследования [2,3].

Глубокие разработки в области теории электрических цепей можно использовать и для анализа транспортных сетей, экологии и логистики движения транспортных потоков.

Структуру электрической цепи можно представить топологическим графом, узлами которого будут узлы электрической цепи, а ветвями — соответствующие ветви цепи. Структуру транспортной сети также можно

представить топологическим графом, узлами которого будут узлы (перекрестка, развязки) транспортной сети, а ветвями — соединяющие узлы дороги. В данном случае рассматриваются автотранспортные системы.

Основополагающим понятием теории электрических цепей является понятие силы тока (или просто тока); основополагающим понятием теории транспортных сетей является понятие материального потока. Как известно сила тока определяется количеством зарядов перемещающихся через поперечное сечение проводника в единицу времени. Для транспортной системы можно провести аналогию между понятиями силы электрического тока и интенсивностью транспортного потока, которая определяется количеством объектов, прошедших за единицу времени через поперечное сечение дороги.

В научной и популярной литературе вместо более корректных понятий сила тока и интенсивность потока во многих случаях употребляют соответственно понятия ток и поток [4].

Протекание токов через узлы электрической цепи характеризуется установленным экспериментально положением (правилом): сумма токов, втекающих в узел по различным, сходящимся в данном узле ветвям, равна сумме токов, вытекающих из узла по другим ветвям (первый закон Кирхгофа для электрических цепей).

Аналогичное положение, как показывает опыт, справедливо и для продвижения транспортных потоков через узлы (перекрестки, развязки) транспортной сети. Транспортные средства проходят через узел, не исчезают в нем и не возникают из него. То есть для узла транспортной сети также справедливо правило: сумма въезжающих в узел (перекресток) транспортных средств (объектов), равна сумме транспортных средств выезжающих из узла (перекрестка, развязки), т.е. покидающих его.

Однако, несмотря на явное сходство описанных правил, динамика движения транспортных потоков через узел транспортной сети имеет свои существенные особенности, отличающие ее от протекания через узлы электрического тока. К таким особенностям относятся: необходимость во многих случаях учитывать при составлении соответствующих уравнений динамики транспортных потоков в узлах время прохождения транспортным средством границ перекрестка, которые определяют рассматриваемый узел (время запаздывания); двойственный (дуальный) характер ветвей узла (как правило); двустороннее движение по одной и той же дороге; вероятностный характер движения транспортных средств; наличие элементов управления транспортными потоками в виде светофоров и указателей.

Рассмотрим перечисленные особенности подробнее. Для анализа влияния времени запаздывания рассмотрим прохождение перекрестка  $ав$  (рис.1) потоком транспортных средств на одной полосе дороги в направлении  $ав$ .

$\Pi_a, \Pi_b, \Pi_c$  — интенсивности транспортных потоков, в сечениях дороги соответственно  $a, b, c$ .

Если поток равномерный, т.е. одинаковый в сечениях  $a$  и  $b$ , то запаздывание равно нулю и поток, втекающий на участок  $ав$ , (сеч.  $a$ ) равен потоку, вытекающему из этого участка (сеч.  $b$ ). Если поток неравномерный, например в сечении «с» он меньше, чем в сечении «а», то при достижении этого потока сечения «а» втекающий и вытекающий потоки рассматриваемого участка  $ав$  не будут равны друг другу; понадобится время (время запаздывания) для того, чтобы это равновесие восстановилось.

Рассмотренное обстоятельство должно быть отражено в уравнении динамики потока при прохождении перекрестка транспортным средством.

Второй особенностью транспортных потоков является то, что они в большинстве случаев двойственны, т.е. на одной дороге между какими-то перекрестками двигаются два потока в противоположных направлениях, как правило различной интенсивности. Если взять соответствующую электрическую модель, то между двумя узлами цепи физически ток может протекать только в одном определенном направлении; совмещение (наложение) двух и более электрических токов различных направлений возможно в методе наложения как расчетном приеме [4], причем результирующий ток будет иметь одно значение и одно направление.

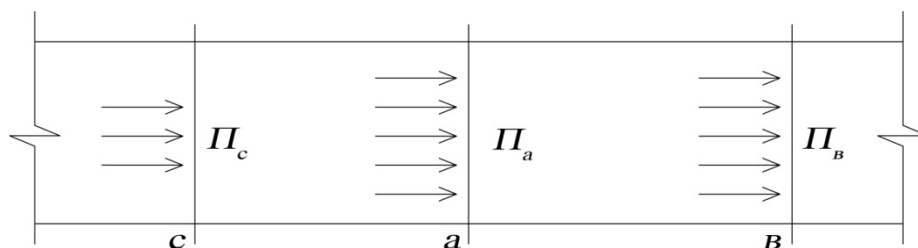


Рис.1. Участок одной полосы дороги

Рассматривая дорогу как одну ветвь в структурном графе транспортной сети, можно говорить о результирующем потоке ветви как алгебраической сумме противоположно направленных потоков транспортных средств. Уравнение динамики транспортных потоков в узлах можно составлять как для отдельно взятых потоков, принадлежащих к узлам цепи, так и для суммарных — результирующих потоков.

Третьей особенностью транспортных потоков и соответственно их моделирования, в частности, электрического является вероятностный характер интенсивности потоков. Интенсивность движения на дорогах зависит от целого ряда случайных факторов: погодных условий, степенью востребованности перевозимых товаров, происшествий на дорогах и т.п. Вероятностный характер интенсивности транспортных потоков приводит к необходимости использовать вероятностные уравнения и соответствующие методы их решения и анализа.

Для интегральной оценки динамики транспортной системы можно воспользоваться методом средних значений, для чего в соответствующих уравнениях случайные величины следует заменить их средними значениями. Более полную информацию даст применение метода Монте-Карло [5].

Описанные особенности электрического моделирования транспортных потоков следует учитывать при построении и анализе соответствующих моделей. Это повысит адекватность моделей, их практическую применимость, расширит возможности исследования, в частности экологических параметров транспортных систем.

### Литература

1. Петров Ю.С., Соколов А.А. «Стенд для исследования и моделирования экологических рисков», патент на полезную модель № 84144 от 27.06.09.
2. Мочалин С.М. Математическая модель описания транспортного процесса в средних системах доставки грузов. Вестник ОГУ 2, 2004.
3. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков. Автоматика и техника 2003 г., №11. — С.3-46.
4. С.А. Башарин, В.В. Федоров. Теоретические основы электротехники. — М.: Академия, 2013. — 378 с.
5. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. — СПб.: Нев. диалект, 2009. — 192 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 699:504; 622

**Бадтиев Ю.С. д.б.н., академик,  
заслуженный деятель науки МАНЭБ;  
Гуриева Л.М., к.т.н., доцент;  
Алагов А.А., аспирант;  
Кокаева Е.А., студентка СОГМА**

## ВЫХЛОПНЫЕ ГАЗЫ — ОБЩАЯ БЕДА XXI ВЕКА

### *Аннотация*

*В статье рассматривается современная экологическая проблема, обусловленная интенсивным развитием автомобильного транспорта, работающего на углеводородном топливе. Автотранспорт является основным загрязнителем атмосферного воздуха, самого важного объекта окружающей среды. Предложены пути оздоровления загрязнённого атмосферного воздуха на территории Северной Осетии-Алании.*

**Ключевые слова:** бенз (а) пирен, диоксин, атмосферный воздух, индекс загрязнения атмосферы

### *Abstract*

*The article discusses the current environmental problem, caused by intensive development of the automotive vehicles running on hydrocarbon fuels. Road transport is the main pollutant of atmospheric air, the most important object of the environment. The ways of improvement of polluted atmospheric air on the territory of Northern Ossetia — Alania Republic.*

**Key words:** benzo (a) pyrene, dioxin, air, air pollution index.

Газета «Северная Осетия» от 27.02.2016 г. приводит материал об участии экологов Осетии в онлайн — конференции Общероссийского народного фронта (ОНФ). Отмечается, что итогом пленарного заседания ОНФ стало принятие общественных инициатив, направленных на решение проблем экологии и защиты леса, которые уже в ближайшее время будут направлены органам власти соответствующих ведомств.

Коллеги ограничились обсуждением только керосиновой «линзы» на территории Моздокского района, и незаконной вырубкой леса. Проигнорировали проблему загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом. Мы все знаем, что выхлопные газы автотранспорта содержат вредные вещества, которые

негативно влияют на состояние здоровья населения [1].

По этой проблеме авторами был сделан доклад на научно-практической конференции «Экологическая безопасность горных территорий и здоровье населения», которая была организована Северо-Осетинским республиканским отделением Общероссийской общественной организации Всероссийского общества охраны природы (ВООП) [2].

Современная жизнь ставит перед людьми злободневные вопросы. Они связаны с состоянием окружающей среды населённых мест. Напомним читателям основные правовые положения по охране окружающей среды.

По Конституции Российской Федерации каждый имеет право на *благоприятную окру-*

жающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью экологическим правонарушением (ст. 42).

Согласно закону «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ, благоприятной окружающей средой считается среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов» (п. 12 ст.1).

Этим же законом ответственность за обеспечение благоприятной окружающей среды возлагается на органы государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления на подведомственной территории (п. 5 ст. 3).

Таким образом, если мы живём в правовом государстве, то должны жить в благоприятной окружающей среде. Атмосферный воздух — самый важный объект окружающей среды, так как человек без воздуха не проживёт и пяти минут. Но именно в атмосферу выбрасываются вредные для здоровья человека загрязняющие вещества (ЗВ), в том числе и выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания!

Согласно Государственному докладу Минприроды России «О состоянии и охране окружающей среды (далее Госдоклад) на долю автотранспорта приходится уже более 95% всех вредных выбросов в атмосферу.

Известно, что двигатель внутреннего сгорания выбрасывает в атмосферу около двухсот ЗВ, среди которых находятся не только оксиды серы, углерода, азота и др., но и высоко канцерогенные химические вещества бенз (а) пирен и диоксин. Последние, как показывают медико-экологические исследования, вызывают онкологические заболевания населения. Вследствие того, что молекулы диоксина похожи на хромосомы человека, поэтому защитная система крови не способна их различить, и последние накапливаются в различных органах человека. Такой период биологического накопления раковых клеток, как показано исследованиями доктора медицинских наук В.И. Прусакова [3] может длиться от 6 до 8 лет.

Какова норма благоприятного качества атмосферного воздуха?

Ответ на сей вопрос находим в «Руководстве по контролю загрязнения атмосферного воздуха населённых мест». Контроль осуществляет служба Росгидромета путем отбора и химического анализа проб воздуха [4].

Правовой основой регулирования качества атмосферного воздуха населённых мест являются гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций ЗВ, соблюдение которых обеспечивает отсутствие прямого или косвенного влияния на здоровье населения и условия его проживания.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — такие концентрации ЗВ, которые не оказывают на человека и его потомство прямого или косвенного воздействия, не ухудшают их работоспособность, самочувствие, а также санитарно-бытовые условия жизни [5].

На территории жилой зоны концентрация ЗВ в атмосферном воздухе не должна превышать норму ПДК = 1, а на рекреационных территориях (массового отдыха населения, а также на территории лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания и туризма) норма ПДК = 0,8.

По результатам годового контроля загрязнения атмосферного воздуха населённых мест вычисляется среднегодовой индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) по 5-ти приоритетным ЗВ.

$$\text{ИЗА} = C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + C_3/\text{ПДК}_3 + C_4/\text{ПДК}_4 + C_5/\text{ПДК}_5 \leq 1,$$

C — среднесуточная концентрация ЗВ мг/м<sup>3</sup>;

ПДК — предельно допустимая концентрация ЗВ мг/м<sup>3</sup>;

Иными словами, сумма отношений C/ПДК при любом количестве ЗВ в атмосфере населённых мест не должна быть больше единицы. Такое значение ИЗА соответствует благоприятному качеству атмосферного воздуха — самой жизненно важной окружающей среды.

С учётом этого требования критерии оценки качества атмосферного воздуха населённых мест, по нашему мнению, необходимо оценивать по степени опасности для популяционного здоровья населения, как

это предусматривалось ещё в СССР [6]. Мы предлагаем вернуться к тем критериям, которые приведены в таблице 1.

По данным Госдоклада Минприроды РФ за 2012 год 60% городского населения России живёт в *высоко и очень высоко загрязнённом атмосферном воздухе* (ИЗА от 5 до 13 и более), что соответствует по предлагаемым нами критериям — критическому, кризисному и катастрофическому состоянию воздушного бассейна городской территории. Это является экологическим правонарушением.

### В чём оно заключается?

А заключается в том, что в результате действия (бездействия) должностных лиц, ответственных за обеспечение *благоприятной окружающей среды* на подведомственной территории, нарушили нормативное требование ИЗА = 1 и, тем самым, допустили высокое и очень высокое загрязнение атмосферного воздуха в большинстве российских городов.

По этому поводу Н. Попова [7] пишет, что 64 миллиона россиян дышат отравленным воздухом, ежегодно только от загрязнения атмосферного воздуха умирает 85 тысяч жителей России. Она приводит примеры неблагоприятного состояния воздуха в городе Карабаш Челябинской области, где работает медеплавильный комбинат по устаревшей технологии, загрязняя воздушный бассейн города ядовитым смогом. По этому поводу в 2009 году было возбуждено уголовное дело против технического директора «Карабашмеди». Но только к 2017 году предприятие обещает внедрить технологию, которая исключает выбросы ядовитых веществ в атмосферу.

Не лучше обстоит дело и в городе Ревда Свердловской области, где находится Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), который постоянно загрязняет воздух и почву, *при этом занижая информацию о степени опасности выбросов и отходов в 10 раз.*

Исследование состояния растительности в радиусе 20 км от завода показали, что полностью исчезла лишайниковая флора, а лес в этой зоне деградирован. В статье перечислены случаи выпадения кислотных дождей и цветных осадков в период с 2000 года по 2011 год в Северной Осетии-Алании, в Республике Алтай, в Воронежской области, Омской области, Ненецком автономном округе, в Амурской области, в Краснодарском крае, Самарской области, Мурманской области. В городе Норильске на каждого жителя приходится 8 тонн в год вредных выбросов, что в 3,5 раза больше, чем среднее по стране — 233 кг.

Автор статьи отмечает, что жители города Карабаш возмущаются тем, что до сих пор не выплачены им причитающиеся по закону компенсации, чтобы народ мог уезжать, хотя бы на пару месяцев на курорты Крыма [8].

Сопоставляя приведенные факты с законодательством, можно сделать только единственный вывод — **право на благоприятную окружающую среду, записанное в Конституции Российской Федерации** [9].

Органы государственной власти всех уровней должны неукоснительно выполнять требования Конституции РФ (ст. 42) и требования Федерального закона №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (п. 5 статьи 3).

Авторы надеются, что к настоящей проблеме будет обращено серьезное внимание, с разработкой соответствующей государственной программы, направленной на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды в населенных местах. И что автомобиль, как анахронизм XX века, будет заменён электромобилем XXI века. На горных реках появятся бесплотинные электростанции, а завод «Электроцинк» наладит выпуск новейших аккумуляторов для электромобилей. И тогда, ныне рождённое поколение людей Северной Осетии-Алании, увидят, что стволы деревьев в населенных

Таблица 1

**Критерии состояния атмосферного воздуха населённых мест**

Показатель	Благоприятное состояние	Степень загрязнённости атмосферного воздуха			
		пороговая	критическая	кризисная	катастрофическая
ИЗА	от 0,8 до 1,0	от 2 до 4	от 5 до 6	от 7 до 13	более 14



пунктах будут не чёрными от выхлопных газов «Газелей», а покроются серебристой лишайниковой флорой точно так, как в Цейском ущелье.

Только таким способом может быть обеспечена благоприятная окружающая среда на территории нашей республики.

Закончить статью хотим словами бывшего председателя Северо-Осетинского республиканского отделения «Всероссийского общества охраны природы» (СОРО ВООП), В.З. Битарова. «Сегодня крайне важно обратить внимание общественности на проблемы горных территорий республики и совместными усилиями государственных органов и общественных организаций попытаться вернуть им прежний экологический облик — природное величие горных ландшафтов, развитие традиционных видов народного хозяйства, экотуризма и т.д. [10].

«В сложившейся на сегодняшний день ситуации крайне важно сохранить здоровье, когда на человека вместе с благами цивилизации наваливаются её издержки — разного рода загрязнения окружающей среды и все больший отрыв от природы. Здоровье является приоритетной ценностью человеческой жизни, и только хорошее здоровье обеспечивает нормальное внутриутробное и последующее развитие потомства, тем самым, способствуя сохранению целостности генофонда популяции человека. Поэтому важнейшим условием для сохранения генофонда является благоприятное воздействие на наследственный материал человека факторов окружающей среды» [11].

Мы надеемся, что в скором времени Северная Осетия-Алания, Северокавказский регион за счёт полной электрификации автомобильного транспорта в ближайшее десятилетие добьются обеспечения в городах благоприятного качества атмосферного воздуха. Это и будет реальный вклад в дело обеспечения экологической безопасности жителей нашего горного региона.

### Литература

1. Алборов И.Д., Алагов А.А., Бадтиев Ю.С., Бадтиева Ф.К. Приоритетная эко-

логическая проблема РСО-Алании/Вестник МАНЭБ, том 20, № 3. 2015. — С. 74-76.

2. Бадтиев Ю. С., Бадтиева Ф.К. Правовые нормы экологической безопасности./Сборник статей научно-практической конференции «Экологическая безопасность горных территорий и здоровье населения», 3 июня 2015 г. — Владикавказ. — С. 111-116.

3. Грачёв В.И., Прусаков В.И., Бадтиев Ю.С. и др. Отчет о НИР «Разработка регионального комплексного эколого-гигиенического мониторинга, «ФУЭТЕ-4». НИЦИТЭП, 1994 г.

4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. — М., 1991. — 35 с.

5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1339-03. (Постановление № 115 от 30.05.2003 г. Главного государственного санитарного врача). — М., 2004.

6. Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. — М.: МОС и ПРРФ, 1992. — 58 с.

7. Попова Н. Газета «Советская Россия» за июль 2011 г.

8. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» в редакции от 3 июля 2016 г.

9. Конституция Российской Федерации. Официальное издание. — М.: Юрид. лит., 2000. — 64 с.

10. Битаров В.З. Материалы научно-практической конференции «Экологическая безопасность горных территорий и здоровье населения». — Владикавказ: Мавр, 2015. — 258 с.

11. Битаров В.З. Сборник статей юбилейной международной научно-практической конференции «Факторы окружающей среды и здоровье населения. Современные аспекты». — Владикавказ: Олимп, 2014. — 256 с.

УДК 620.194.22.

Дзуцев Т. М., аспирант  
Бигулаев А. А., к.т.н., доц., магистр МАНЭБ  
Басиев К. Д., д.т.н., проф., академик МАНЭБ  
Алборов А. Д., к.т.н., доц.,  
Етдзаев М. В., аспирант

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ АВАРИЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ

(Северо-Кавказский Горно-металлургический институт  
(Государственный Технологический Университет), г. Владикавказ)

### *Аннотация*

*Экологическая безопасность магистральных газопроводов является важнейшей задачей отрасли, так как ущерб от аварии приводит к большому экологическому ущербу, нарушением природного ландшафта и человеческим жертвам. Поэтому чрезвычайно важно провести исследования влияния основных причин возникновения аварий на объектах магистрального трубопроводного транспорта.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, микротрещина, стресс-коррозия, дефекты, разрушение.

### *Annotation*

*An ecological security of the main pipelines is the most important problem of the department, because the damage from accident results a big ecological damage, a contravention of nature landscape and human casualties. That's why it is important to do a research on influence of damages origin primary reason on the main pipeline transport objects.*

**Keywords:** ecological security, microcrack, stress corrosion, defects, destruction.

Магистральные нефтегазопроводы представляют собой сложные технические сооружения, обладающие мощным энергетическим потенциалом и охватывающие 35% территории России. Современные магистральные трубопроводы — исключительно протяженные сооружения. Российские системы магистрального транспорта не имеют аналогов в мире. По состоянию на конец 2015 года общая протяженность газопроводов составляет 180,2 тыс. км., нефтепроводов — 55,3 тыс. км. [1]

Экономический ущерб окружающей среде наносится в результате аварий на магистральных трубопроводах. При разрушении магистрального газопровода возникают повреждения природного ландшафта. Поэтому обеспечение безопасной эксплуатации магистральных газопроводов является важней-

шей задачей по предотвращению аварий, опасного природного явления, катастроф, происходит загазованность территорий, образование взрывоопасной смеси газа и загрязнение водоемов и почвы.

Восстановление экологического баланса требует проведения комплекса рекультивационных работ, что связано с большими материальными затратами. По данным Канадской ассоциации трубопроводных компаний ущерб от аварий на магистральных газопроводах большого диаметра составляет порядка 1 миллиона долларов. Общий ущерб от произошедших аварий в РФ в период с 2009 по 2015 г. согласно [1] составил 1736,95 млн. рублей.

Основной причиной аварий на магистральном трубопроводном транспорте является коррозия металла (КРН). На ее долю в

период с 2005 по 2015 гг. приходится более половины аварий. [1]

Под термином «стресс-коррозия» принято подразумевать процесс коррозионного растрескивания трубных сталей под напряжением (КРН), развивающийся как на внешней поверхности подземных магистральных трубопроводов, защищенной изоляционным покрытием, так и на внутренней, не имеющей изоляции.

Коррозионно-механические трещины зарождаются на поверхности труб при локализации анодного процесса и растягивающих напряжений в отдельных ее участках: неоднородностях структуры металла, дефектах защитной пленки, поверхностных дефектах.

Известно, что анодное растворение металла протекает через стадии образования поверхности промежуточных соединений, в состав которых входят не только молекулы воды, но ионы и молекулы веществ, входящих в состав грунтового электролита. Первой стадией электрохимического процесса является адсорбция. Изучение механизма анодного растворения сталей в грунтовом электролите, содержащем вещества, которые способствуют коррозионному растрескиванию под напряжением металла труб магистральных газопроводов, очень важно.

Ускорение электрохимического растворения стали в водных суспензиях грунтов можно объяснить тем, что компоненты грунта в результате конкурирующей адсорбции вытесняют молекулы воды с поверхности стали и переход атомов железа из кристаллической решетки в раствор происходит через образование промежуточного каталитического комплекса, что приводит к уменьшению энергии активации процесса растворения и изменению его механизма.

Способность среды вызывать увеличение скорости электрохимического растворения и коррозионного растрескивания определяется поверхностной концентрацией активирующего комплекса, которая зависит не только от его концентрации в объеме раствора, но и от адсорбционного равновесия всех компонентов раствора.

Однако установлено, что разрушение стали в нейтральных электролитах (при отсутствии поляризации от внешнего источника

тока) происходит в результате анодных процессов. На рисунке 2 наблюдается зона поврежденных неметаллических включений, идентифицированных нами как сульфиды марганца. На фоне мелких точечных пор наблюдаются выделения вытянутой формы строчечных сульфидов. Поврежденная зона характеризуется выходом на поверхность сульфидов марганца, следствием чего является интенсивное их растворение.

Исследования характера зарождения и распространения микротрещин на микроскопическом уровне велись на образцах (рисунок 3) вырезанных из трубы диаметром 1420x15,7 мм из стали X70. Микротрещины тонкие, извилистые (рисунок 4), длиной от 0,5 до 2,5 мм и раскрытием 5-7 мкм. По всей длине микротрещин видны ямки коррозионного растравления. Микротрещины сохраняя предпочтительное направление перпендикулярно действию растягивающих напряжений, распространяются от поры к поре. Тонкие, извилистые микротрещины соседствуют с другими, более широкими и глубокими. Внешние признаки таких микротрещин позволяет сделать предположение, что коррозионные процессы начинают развиваться на локальных, перенапряженных участках, как на источниках электрохимической неоднородности.

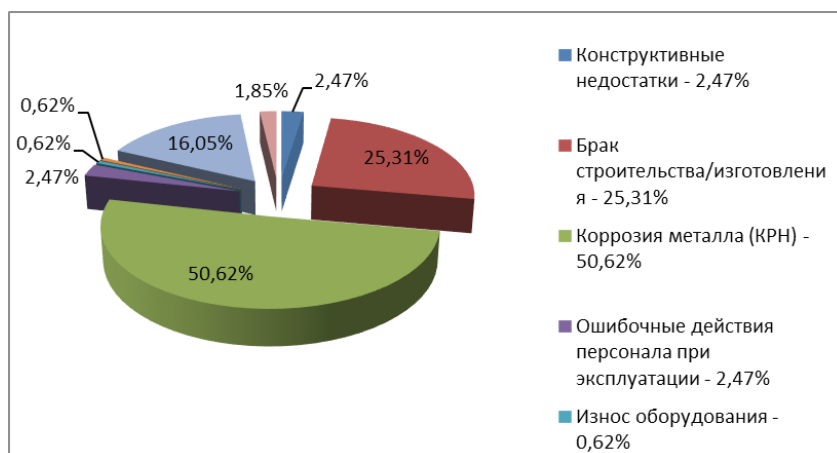
Активность этих участков обусловлена сегрегацией химически активных элементов (углерод, азот, сера, фосфор), образованию которых содействуют дислокации.

В работе [2] отмечено, что напряженное состояние способствует коррозионному процессу в металлах вследствие:

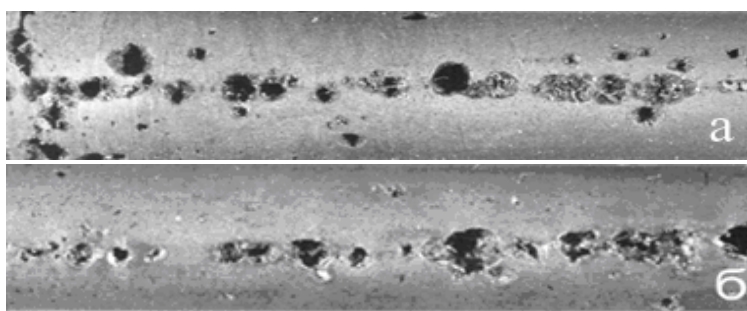
— сообщения металлу добавочной энергии, что вызывает понижение его термодинамической устойчивости, так как иону  $Me^+$  деформированного металла легче покинуть решетку по сравнению с ионами недеформированного металла ввиду более низкой работы выхода;

— нарушения под действием деформации сплошности и ухудшения защитных свойств поверхностных пленок;

— повышения степени неоднородности, связанной с появлением под действием деформации дефектов кристаллической решетки и новых анодных фаз.



**Рис. 1. Причины возникновения аварий на объектах магистрального трубопроводного транспорта с 2005 по 2015 гг.**



**Рис. 2. Коррозионно-механическая повреждаемость поверхности исследуемых образцов**



**Рис. 3. Образец для исследования характера зарождения и распространения микротрещин**



**Рис. 4. Процесс зарождения микротрещин и развития КРН**

Гетерогенность структуры является причиной возникновения гальванических пар в коррозионной среде и зависит не только от исходной структуры металла, но и от процессов, которые приводят к структурным изменениям с течением времени вследствие термомеханических процессов старения и действия водорода на металл в коррозионных средах.

В начальной фазе инкубационного периода для большинства механизмов коррозионного растрескивания решающая роль отводится процессу электрохимической коррозии, активированному напряжениями. Автор работы [3] считает, что атомы металла, находящиеся в кристаллических ступенях, образованных вышедшими на поверхность дислокациями, с одной стороны, менее прочно связаны с решеткой, а с другой, более тесно окружены молекулами растворителя и находятся в полусольватированном состоянии. Свободная энергия активации растворения таких атомов гораздо ниже, чем атомов, входящих в состав плотноупакованной грани. Вследствие локального анодного растворения активных участков образуются микроязвочки. Металл на дне микроязвочки более отрицателен по сравнению с окружающим, поэтому происходит преимущественное растворение, что способствует углублению микроязвочки и появлению концентрации напряжений. Концентрация напряжений, в свою очередь, сдвигает потенциал металла на дне микроязвочки в более отрицательную сторону, тем самым, способствуя ускорению анодного растворения и увеличению концентрации напряжений до определенных критических значений, когда микроязвочка превращается в микротрещину.

Поле напряжений вблизи коррозионных питтингов описывается в виде двумерного напряженно-деформированного состояния следующими дифференциальными уравнениями плоской теории упругости [4].

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + X &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + Y &= 0 \end{aligned} \right\} (1) \quad \left. \begin{aligned} \sigma_x &= \lambda \theta + 2\mu \frac{\partial U}{\partial x} \\ \sigma_y &= \lambda \theta + 2\mu \frac{\partial V}{\partial y} \end{aligned} \right\} (2)$$

где  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$  — компоненты напряжений  $U(x,y), V(x,y)$  — компоненты смещения.

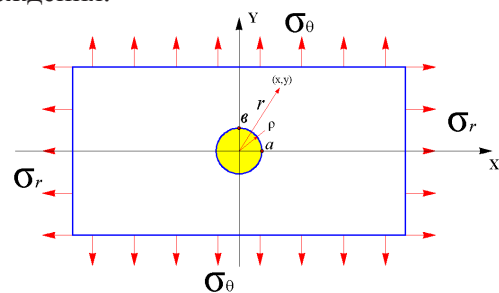
В результате преобразований система (1,

2) приводится к следующей системе уравнений

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= n - \frac{\rho^2}{r^2} n - \delta \left( 1 - 4 \frac{\rho^2}{r^2} + 3 \frac{\rho^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \\ \sigma_\theta &= n + \frac{\rho^2}{r^2} n + \delta \left( 1 + 3 \frac{\rho^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \\ \tau_{r,\theta} &= \delta \left( 1 - 3 \frac{\rho^4}{r^4} + 2 \frac{\rho^2}{r^2} \right) \sin 2\theta \end{aligned} \right\} (3)$$

где  $n = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$  ;  $\delta = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$  (4)

На рисунке 5 показаны действующие силовые факторы и размеры коррозионного повреждения.



**Рис. 5. Силовые факторы в пластине с несквозным отверстием моделирующая коррозионно-механическое повреждение**

Рассмотрим решение уравнения (3) для случая, когда пластина с коррозионным повреждением подвергается одноосному напряженному состоянию при  $\sigma_2=0$ , тогда  $n = \frac{\sigma_1}{2}$  ;  $\delta = \frac{\sigma_1}{2}$  ; получим следующую систему уравнений.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{\sigma_1}{2} \left[ 1 - \frac{\rho^2}{r^2} - \left( 1 - 4 \frac{\rho^2}{r^2} + 3 \frac{\rho^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right] \\ \sigma_\theta &= \frac{\sigma_1}{2} \left[ 1 - \frac{\rho^2}{r^2} + \left( 1 + 3 \frac{\rho^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right] \\ \tau_{r,\theta} &= \frac{\sigma_1}{2} \left[ 1 + 2 \frac{\rho^2}{r^2} - 3 \frac{\rho^4}{r^4} \right] \sin 2\theta \end{aligned} \right\} (5)$$

Наибольшее растягивающее действуют в точках  $X=\pm\rho$  и соответствуют  $\sigma_\theta=3\sigma_1$ ; при  $y=\pm\rho$  напряжения  $\sigma_\theta=\sigma_1$  и действуют по направлению действующего напряжения.

Из системы уравнения (5) максимальные напряжения в точках  $x=\pm\rho$  можно получить при различных схемах нагружения пластины с коррозионным повреждением:

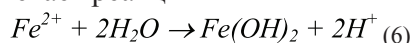
при  $\sigma_1 = \sigma_2, \sigma_\theta = 2\sigma_1; \sigma_1 = 2\sigma_2 = 2,5P;$   
 $\sigma_2 = 0, \sigma_\theta = 3\sigma_1; \sigma_1 = -\sigma_2, \sigma_\theta = 4\sigma_1.$

Следует отметить, что с увеличением радиуса вектора  $r$  напряжения  $\sigma_2$  и  $\sigma_\theta$  прибли-

жаются к значению  $\sigma_1$ , при  $r=10\rho$ ,  $\sigma_r=0,99\sigma_1$ ,  $\sigma_\theta=1,01\sigma_1$ .

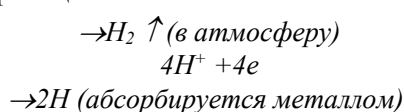
Если зародившийся дефект имеет вид несквозного отверстия, при  $x=r=r$  величина максимальных напряжений соответствует  $\sigma_\theta=2,5\sigma_1$ . Для коррозионного повреждения поверхности трубы в виде глубокого питтинга радиусом равным  $r=0,5\text{мм}$ , распределение поля напряжений на расстоянии  $r=0,75\text{мм}$  соответствует  $\sigma_\theta=1,35\sigma_1$  (рисунок 6, а); для  $r=1\text{мм}$  соответственно  $\sigma_\theta=1,23\sigma_1$  (рисунок 6, б); для  $r=1,5\text{мм}$  соответственно  $\sigma_\theta=1,08\sigma_1$  (рисунок 6, в).

По мере коррозионного углубления дефекта в ее вершине начинает реализовываться «щелевой» эффект, т.е. происходит гидролиз продуктов коррозии, подкисление среды и, как следствие, наводороживание металла. В дефекте из-за недостатка кислорода активно протекает реакция



Ускорение реакции ионизации металла обусловлено тем, что снижение концентрации кислорода в щели и подобных ей дефектах происходит более интенсивное анодное растворение. Ионы железа образуются при растворении гальванопары в вершине трещины.

Увеличение концентрации ионов водорода приводит к подкислению нейтральной исходной среды, в результате чего катодный процесс реализуется на берегах трещины где протекает преимущественно с водородной деполаризацией:



Трещина КРН развиваются от поверхностной локальной коррозии в коррозионно-активных средах при необходимом уровне приложенных напряжений. Уровень коэффициента интенсивности напряжений в вершине развивающейся трещины, при достижении порогового значения  $K_{Isc}$ , способствует началу коррозионно-механического роста трещины. Расположение зародышевых концентраторов напряжений определяет зону поверхностного растрескивания (рисунок 7).

Ориентация роста трещины КРН определяется действием максимальных растягивающих напряжений. В магистральных газопроводах, под действием внутреннего давления,

максимальные растягивающие напряжения действуют в окружном направлении  $\sigma_\theta$ , а развивающиеся трещины направлены в продольном направлении трубы.

При достаточном углублении питтинга происходит зарождение микротрещины, при этом одним из основных внешних, по отношению к металлу, разрушающим агентом, является водород. Он может развивать большое внутреннее давление, переходя в молекулярное состояние, а также может перераспределяться за счет диффузии в зону наибольших объемных напряжений, где со временем, достигая определенной критической концентрации, инициирует растрескивание (зарождение микротрещины).

Развитие поверхностных трещин зависит от дополнительных напряжений, возникающих от изгиба трубы, вследствие просадки грунта, что приводит к появлению трещин в кольцевом направлении.

Образование концентраторов напряжений вследствие локальной коррозии, зарождение трещин КРН и объединение близко расположенных трещин в процессе их роста способствует развитию магистральной трещины (рисунок 8).

**Выводы.** Аварии на магистральных газопроводах представляют значительную экологическую опасность и происходят вследствие структурно-физической деградации напряженного металла труб, наводороживания поверхностного слоя металла в процессе воздействия агрессивных сред.

Установлено, что водород концентрируется в приповерхностных слоях, диффундируя в зону максимальных растягивающих напряжений, способствует облегчению протекания микропластических деформаций и интенсифицирует процессы структурно-физической деградации металла, вследствие увеличения химической активации углерода.

Установлено, что необходимым условием возникновения коррозионного растрескивания под напряжением является наличие на поверхности металла структурных неоднородностей, напряженно-деформированного состояния, локальных микропластических деформаций и изменения химической активности коррозионной среды в зародившейся микротрещине.

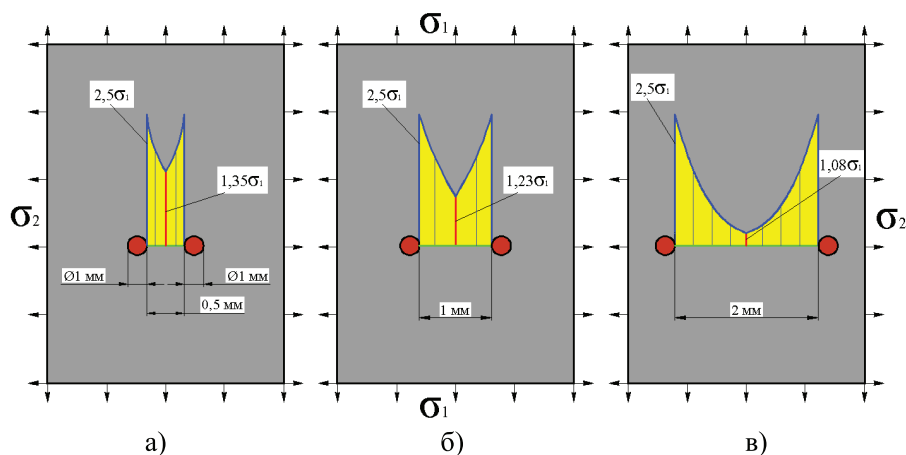


Рис. 6. Распределение поля напряжений вблизи несквозного отверстия радиусом  $r=0,5$  мм: а)  $r=0,75$  мм; б)  $r=1$  мм; в)  $r=1,5$  мм

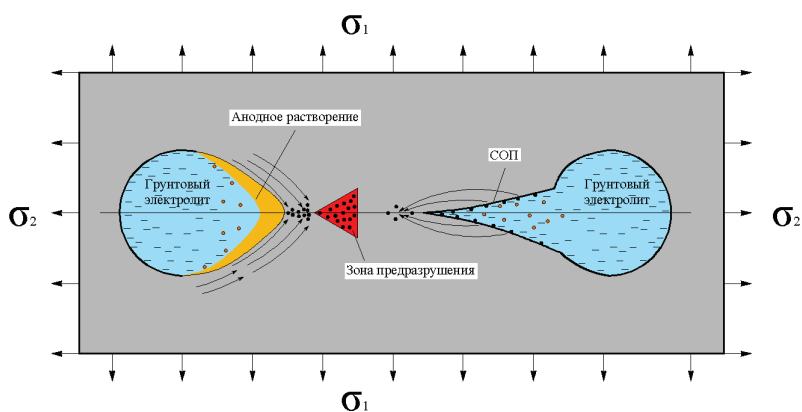


Рис. 7. Стадии объединения двух близлежащих питтингов в коррозионной среде при действии растягивающих напряжений

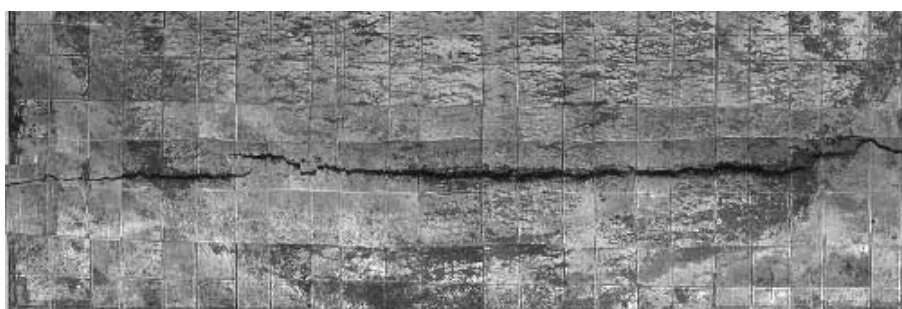


Рис. 8. Магистральная трещина в стали X70.

### Литература

1. Отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2005-2015 гг.
2. Стеклов О.И. Стойкость материалов и конструкций к коррозии под напряжением. М.: Машиностроение, 1990. — 384 с.

3. Хоар Т.П. Анодное поведение металлов. — В кн.: Новые проблемы современной электрохимии. Пер. с англ. М.: ИЛ, 1962. — С. 284-376.
4. Панасюк В.В., Саврук М.П., Дацшин А.П. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках/Киев: Наукова думка, 1976.

# ЭНЕРГЕТИКА

УДК 622.235

**Петров Ю. С., д. т. н., проф.  
академик МАНЭБ**

**Рогачев Л. В., к. т. н., проф.**

**Соин А. М., к. т. н., доц.**

## **ВЛИЯНИЕ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ, ИМЕЮЩУЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНТАКТ С ЗЕМЛЕЙ**

**(Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет)), г. Владикавказ**

### **Аннотация**

*Рассмотрено влияние блуждающих токов на измерительные системы, имеющие электрический контакт с землей; описано применение метода эквивалентного генератора для определения величины блуждающего тока, проникающего в измерительную систему; дан алгоритм измерительных операций, рекомендуемый при наличии блуждающих токов.*

**Ключевые слова:** *токопроводящие рельсы, замыкание на землю, блуждающие токи, измерительные цепи, электроды, погрешность, достоверность.*

### **Annotation.**

*The influence of stray currents on the measuring system that has an electrical contact with the ground; described the application of the method of the equivalent generator to determine the amount of stray currents penetrating into the measuring system; an algorithm of measuring operations, recommended in the presence of stray currents.*

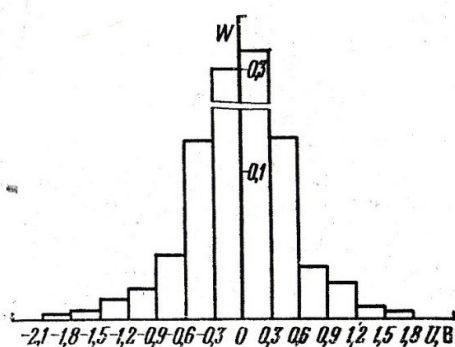
**Keywords:** *current-carrying rails, short to ground, stray currents, the measuring circuit, electrodes, accuracy inaccuracy, authenticity*

Электромагнитное загрязнение среды может проявляться, в частности, в том, что в земле могут протекать так называемые блуждающие токи. Источниками блуждающих токов могут быть токопроводящие рельсовые пути, токи утечки из силовых и осветительных сетей, токи замыкания на землю и т.п. Распространяясь в земле, блуждающие токи могут втекать в различные цепи и системы, имеющие электрический контакт с землей, вызы-

вая, как правило, отрицательные, а иногда и опасные последствия. Опасное воздействие блуждающих токов на электровзрывную цепь изучено достаточно глубоко [1,2,3], однако возможное влияние блуждающих токов на измерительные цепи исследовано недостаточно.

На рис.1 представлена гистограмма распределения разности потенциалов, построенная по данным измерений в поле электро-тяговых блуждающих токов.





**Рис.1. Гистограмма распределения разности потенциалов**

Необходимо отметить, что напряжения, приведенные на гистограмме, в некоторых случаях могут существенно превышать эти значения.

Поле блуждающих токов вне источника, как известно, описывается уравнениями

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= 0; \\ \vec{\delta} &= \lambda \vec{E}; \quad (1) \\ \operatorname{div} \vec{\delta} &= 0, \end{aligned}$$

где  $\vec{A}$  — вектор напряженности электрического поля, В/м;  $\vec{\delta}$  — вектор плотности блуждающих токов, А/м<sup>2</sup>;  $\gamma$  — удельная электрическая проводимость грунта, См/м.

Вводя соответствующие идеализации, например, рассматриваемые токоведущие рельсовые пути как токопроводящие цилиндры соответствующей длины и эквивалентного сечения, можно вывести формулы, удобные для практического использования [2].

Некоторые измерительные системы по своему принципу действия должны иметь электрический контакт с землей. Если измерения проводятся в зоне растекания блуждающих токов, то вполне возможно втекание в измерительную систему блуждающих токов такой величины, которая будет существенно влиять на результат измерения, вызывая недопустимые погрешности.

Протекание токов в земле, как уже указывалось, обусловлено двумя основными причинами: токами утечки из токоведущих рельсов и токами утечки из силовых и осветительных сетей при замыкании на землю. Довольно распространенными измерительными операциями, использующими электрический контакт с землей, являются: измере-

ние сопротивления грунта, измерение сопротивления заземления, измерение сопротивления изоляции и др.

На рис. 2 показана схема измерения удельного сопротивления грунта прибором МС-08 в поле блуждающих токов. При подаче тока на крайние электроды между средними возникает разность потенциалов  $U$

$$U = \rho I / 2\pi a, \quad (2)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление грунта;  $I$  — ток через токовую обмотку логометра;  $a$  — расстояние между электродами.

Из формулы (2) можно определить  $\rho$  на основании измерений  $U$  и  $I$ . Так как измерения производятся в поле блуждающих токов (рис.3), то формулу (2) следует переписать с учетом стороннего влияния поля блуждающих токов на измеряемые величины

$$(U \pm U_{\text{бл}}) = \rho(I \pm I_{\text{бл}}) / 2\pi a, \quad (3)$$

где  $U_{\text{бл}}$  и  $I_{\text{бл}}$  — соответственно напряжение и ток, обусловленные полем блуждающих токов.

Как следует из формулы (3), вычисленное значение удельного сопротивления  $\rho$  может существенно отличаться от значения, вычисленного по формуле (2) без учета влияния блуждающих токов.

На рис. 3 показана упрощенная принципиальная схема измерения сопротивления изоляции относительно земли сопротивления изоляции  $R_{\text{из}}$  относительно земли. Сопротивление изоляции является отношением напряжения  $U$  к току  $I$ , протекающему через измерительный прибор. При отсутствии блуждающих токов погрешность измерения будет определяться общеизвестными факторами. Однако при наличии блуждающего тока  $I_{\text{бл}}$  происходит его наложение на измерительный ток и результат измерения будет определяться отношением

$$R_{\text{из}} = \frac{U}{I \pm I_{\text{бл}}} \quad (4)$$

Как видно из формулы (4) при протекании в измерительной схеме блуждающего тока  $I_{\text{бл}}$  результаты измерения могут быть существенно искажены. Влияние блуждающего тока не будет проявляться в том случае, если  $R_{\text{из}} \rightarrow \infty$  и, следовательно, величина блуждающего тока, втекающего в измерительную цепь, будет стремиться к нулю ( $I_{\text{бл}} \rightarrow 0$ ).

Величина сторонней разности потенциалов и далее втекающего в измерительную систему блуждающего тока может быть вычислена в случае электротяговых блуждающих токов по формуле [4]

$$U_{\text{бл}} = \frac{I_0 R}{2\pi} \ln \frac{r_m}{r_n}, \quad (5)$$

где  $I_0$  — удельный ток утечки из рельсов в землю;  $\rho$  — сопротивление грунта;

$r_m, r_n$  — расстояние точек «m», «n» до токоведущих рельсов соответственно.

Величину блуждающего тока  $I_{\text{бл}}$ , который втекает в этом случае в измерительную цепь, можно определить, используя метод эквивалентного генератора. На основании применения метода эквивалентного генератора получим

$$I_{\text{бл}} = \frac{I_0 R}{2\pi z} \ln \frac{r_m}{r_n}; \quad R = R_1 + R_2 + R_3, \quad (6)$$

где  $R_1$  — сопротивление всей генерирующей блуждающие токи системы относи-

тельно точек втекания блуждающего тока (включающей токоведущий рейсовый путь, тяговую подстанцию, грунт и т.д.);

$R_2$  — сопротивление переходных контактов в местах втекания блуждающего тока в измерительную систему;

$R_3$  — эквивалентное сопротивление измерительной системы относительно точек втекания блуждающего тока.

Если измерительная цепь находится в зоне растекания токов утечки от замыкания в силовой сети на землю, то разность потенциалов между точками 1, 2 в зоне растекания блуждающих токов определяется формулой [4]

$$U_{12} = \frac{I}{2\pi\gamma} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right), \quad (7)$$

где  $I$  — ток, втекающий в землю, А;  $\gamma$  — проводимость земли,  $(\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$ ;

$r_1, r_2$  — расстояния от места втекания тока соответственно до точек 1 и 2.

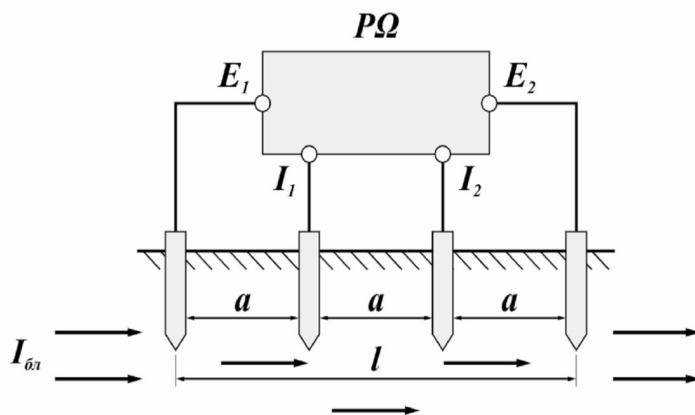


Рис.2. Схема измерения удельного сопротивления земли прибором МС-08 в поле блуждающих токов

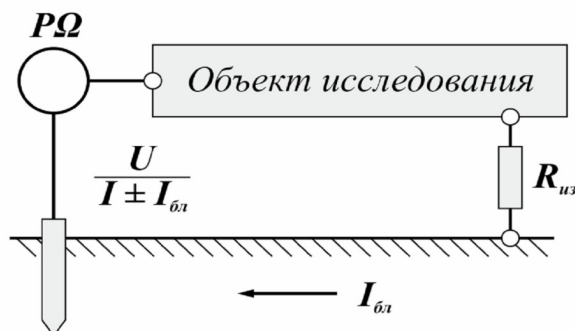


Рис.3. Принципиальная электрическая схема измерения

Используя, как и ранее, метод эквивалентного генератора найдем ток, втекающий в измерительную систему

$$I_{\text{бл}} = \frac{I}{2\pi\gamma z} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right). \quad (8)$$

По приведенным формулам можно заранее посчитать возможную величину блуждающих токов в измерительной цепи и оценить их влияние на результаты измерений

Возможность влияния блуждающих токов на измерительную систему вносит соответствующие коррективы и в методику измерений. При существовании источников блуждающих токов в непосредственной близости от зоны измерений необходимо перед проведением основных измерительных операций выполнить дополнительные измерения с целью определения уровня блуждающих токов и возможности их влияния на процесс измерения и полученные результаты.

На рис.4 представлен алгоритм измерительных операций в случае, когда измерения производятся на фоне протекания блуждающих токов.

После анализа источников блуждающих токов и выполнения необходимых профилактических мероприятий по предупреждению их втекания в измерительную цепь, уменьшения их интенсивности и зоны распространения производят измерения фоновых значений блуждающих токов и напряжений  $I_{\text{бл}}$  и  $U_{\text{бл}}$ , вызываемых блуждающими токами в зонах предполагаемого расположения измерительной цепи.

Помимо измерения  $U_{\text{бл}}$  можно измерить и непосредственно блуждающий ток в модели измерительной системы, однако это достаточно сложно и трудоемко, поэтому можно ограничиться измерением только напряжений.

Измеренные напряжения сравниваются с допустимым  $U_{\text{доп}}$ . Последнее определяется расчетным или экспериментальным путем непосредственно для конкретной измерительной системы. Если  $U_{\text{бл}} \leq U_{\text{доп}}$ , то производят дальнейшие измерения; если указанные условия не выполняются, то усиливают мероприятия по ограничению блуждающих

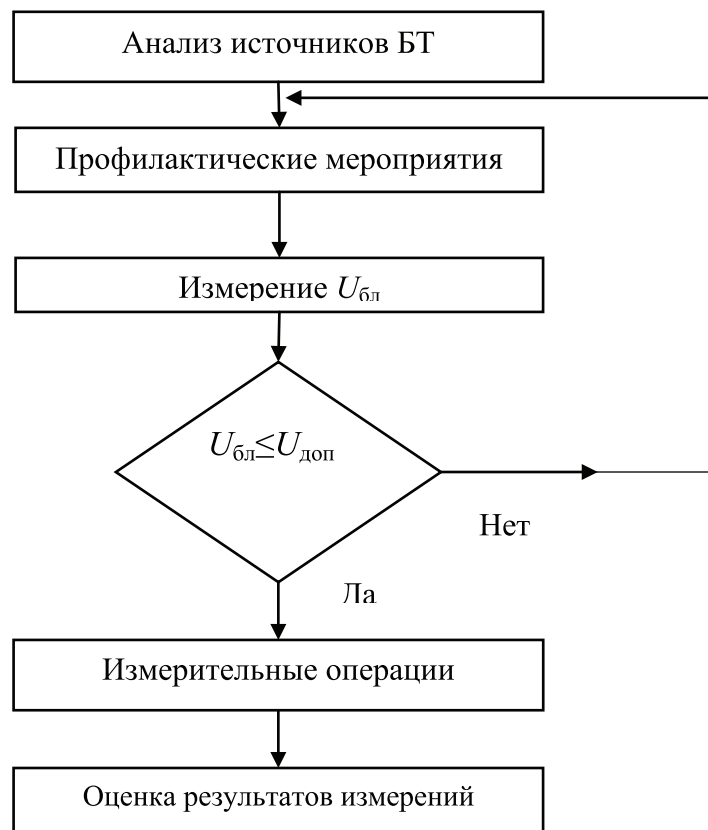


Рис.4 Алгоритм измерительных операций при проведении измерений на фоне протекания блуждающих токов

токов и предупреждению их втекания в измерительную цепь. К таким мероприятиям, в частности, относятся: рациональное расположение измерительных электродов (по возможности вдоль эквипотенциальной линии); увеличение расстояния до источника блуждающих токов; проведение измерений в период минимальной интенсивности блуждающих токов, а также мероприятия, относящиеся к конкретным источникам блуждающих токов [2, 4].

Предупреждение, а также учет возможного влияния блуждающих токов на измерительные цепи являются важным фактором уменьшения погрешности измерений, увеличения их достоверности и правильной оценки полученных результатов.

### Литература

1. *Петров Ю. С.* Безопасность систем электровзрывания в горной промышленности // *Безопасность в техносфере*. — 2012. — №5. — С.37-41.
2. Защита зарядов взрывных веществ от преждевременных взрывов блуждающими токами/Под ред. М. М. Граевского. — М.: Недра, 1987. — 382 с.
3. *Кушнеров П. И.* Безопасность взрывных работ при электровзрывании на угольных и сланцевых шахтах. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005. — 415 с.
4. *Петров Ю. С., Пагиев К. Х.* Токи в земле как фактор электромагнитного загрязнения среды на горных предприятиях // *Вестник МАНЭБ*. — 2004. — №4 (76). — С. 95-98.

УДК 620.92

Петров Ю. С., проф., д.т.н., академик МАНЭБ  
Зорина И. Ю., аспирант СКГМИ, магистр МАНЭБ  
Берко И. А., ст.преподаватель СКГМИ (ГТУ)

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ С ИСТОЧНИКАМИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ

### Аннотация

Описана методика применения экспоненциальных функций при электрическом моделировании систем с источниками возобновляемой энергии. Проанализирована эквивалентная электрическая схема автономного комплексного преобразователя возобновляемой энергии с промежуточным четырехполюсником для принужденного и переходного режима при экспоненциальном воздействии. Полученные результаты могут быть использованы при моделировании электротехнических систем.

**Ключевые слова:** источники возобновляемой энергии, электрическое моделирование, экспоненциальные функции, четырехполюсник, преобразователь, потребитель.

### Annotation.

A method for the application of exponential functions with electrical modeling of systems with renewable energy sources. Analyzed an equivalent circuit diagram of a stand-alone integrated renewable energy converter with an intermediate quadripole for coercion and transient with an exponential impact. The results can be used for modeling electrical systems.

**Keywords:** renewable energy, electrical modeling, exponential functions, four-pole, transformer, the consumer.

Выходные параметры источников возобновляемой энергии зависят от целого ряда факторов, многие из которых являются случайными, особенно при быстро меняющихся внешних условиях, например в горных территориях [1, 2]. При аппроксимации выходного напряжения, например, солнечной батареи в виде функции времени за какой то определенный временной промежуток с изменяющимися погодными условиями, часто наиболее приемлемой является экспоненциальная функция [3] с положительным или отрицательным показателем степени.

$$\xi(t) = Ae^{bt} \quad \xi(t) = Ae^{bt} \quad (1)$$

где  $\xi(t)$  — ЭДС на выходе солнечных батарей;

A и b — параметры экспоненты, определяемые по результатам измерений.

Такой же функцией можно описать выходную ЭДС ветрогенератора, при быстро меняющихся горных условиях.

Общий принцип действия автономного комплекса преобразования энергии возобновляемых источников можно представить схемой на рис. 1, где

- 1 — первичный преобразователь естественных энергетических потоков
- 2 — четырехполюсник связи между первичными и вторичными преобразователями
- 3 — вторичные преобразователи
- 4 — система автоматического распределения энергии

5 — потребители

6 — накопители

Как видно из схемы рис. 1, между первичным преобразованием естественных энергетических потоков в электрическую и вторич-

ными преобразователями, которые преобразуют параметры полученной электроэнергии в нормативные, соответствующие требованиям потребления, включен промежуточный четырехполюсник 2 (например Т — образный). Параметры четырехполюсника определяются параметрами элементов связи между первичным и вторичным преобразователями и могут быть искусственно изменены с целью требуемого преобразования параметров первичного сигнала.

Для дальнейшего анализа воспользуемся эквивалентной электрической схемой замещения, изображенной на рис.2.

На рис.2:  $\xi(t)$  — ЭДС первичного преобразователя (аппроксимируется экспоненциальной функцией (1));

$R, L, C$  — резистивное сопротивление, индуктивность и емкость эквивалентного четырехполюсника; определяется расчетным или экспериментальным путем;

$R_H$  — сопротивление нагрузки (применяется для упрощения анализа резистивным).

Связь между входными и выходными напряжениями и токами четырехполюсника

для принужденного режима [4] можно записать, используя В — форму уравнений четырехполюсника

$$U_{20} = B_{11}U_{10} + B_{12}I_{10} \quad (2)$$

$$I_{20} = B_{21}U_{10} + B_{22}I_{10} \quad (3)$$

Или в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} U_{20} \\ I_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{10} \\ I_{10} \end{bmatrix} \quad (4)$$

В формулах (2), (3), (4):  $U_{20}, I_{20}, U_{10}, I_{10}$  начальные значения экспоненциальных функций напряжения и тока соответственно на входе и выходе четырехполюсника;

$B_{11}, B_{12}, B_{21}, B_{22}$  — коэффициент четырехполюсника определяемый по формулам.

Сопротивление  $Z_1, Z_2, Z_3$  определяют как частные выражения общей формулы, справедливой для принужденного режима линейной электрической сети при действии в ней источников ЭДС экспоненциальной формы с одинаковым показателем степени «в». Полное сопротивление ветви, содержащей элементы  $R, L, C$  соединенных последова-

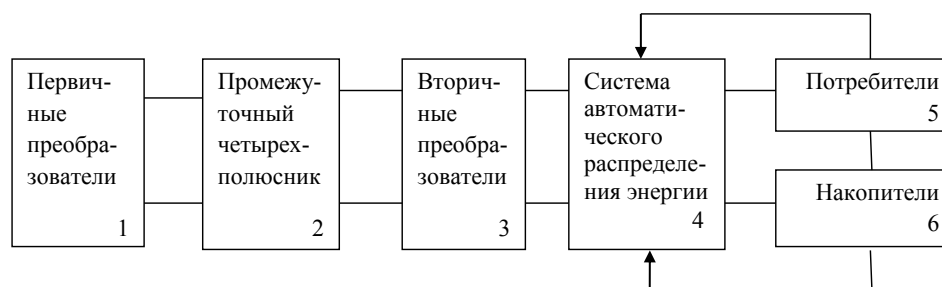


Рис.1. Принцип действия автономного комплекса преобразования возобновляемой энергии

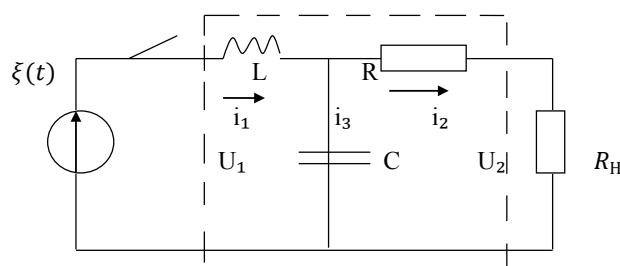


Рис.2. Эквивалентная электрическая схема замещения промежуточного четырехполюсника

тельно равно  $Z(b) = R + bL + \frac{1}{bc}$ . Теперь для рассмотренной схемы рис.2 запишем:

$$Z_1(b) = bL$$

$$Z_2(b) = R, \quad Z_3(b) = \frac{1}{bc}$$

Подставив полученные значения сопротивлений ветвей в соответствующие формулы, найдем

$$\begin{aligned} B_{11} &= 1 + bRC; & B_{12} &= R + bL + b^2RLC; \\ B_{21} &= bC; & B_{22} &= 1 + b^2LC \end{aligned}$$

Полученные значения коэффициентов позволяют конкретизировать формулы (2), (3), (4) для вычисления выходных параметров четырехполюсника по его входным.

Зависимости (2), (3), (4) справедливы для принужденного режима работы четырехполюсника. В случае переходного режима включения четырехполюсника на экспоненциальное напряжение (1) интегрально — дифференциальные уравнения состояния цепи после коммутации

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad (5)$$

$$L \frac{di_1}{dt} + i_2 R = A_0 e^{st} \quad (6)$$

$$L \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{c} \int i_3 dt = A_0 e^{st} \quad (7)$$

Решая систему уравнений (5), (6), (7) классическим методом найдем, например ток  $i_1$

$$i_1 = A_1 e^{st} + \frac{A_0 + A_1(P_2 - b)}{P_1 - P_2} e^{P_1 t} + \frac{A_1(P_1 - b) + A_0}{P_2 - P_1} e^{P_2 t} \quad (8)$$

$$\text{где } A_1 = \frac{A_0(1 + R'Cb)}{Lb^2R'Cb + bL + R'} \quad (9)$$

$P_1, P_2$  — корни характеристического уравнения.

В формуле (8) первое слагаемое  $A_1 e^{st}$  определяет принужденное значение тока  $i$ , вызванное непосредственным действием экспоненциальной ЭДС  $\xi(t) = A_0 e^{st}$ . Это ток изменяется по экспоненте, показатель которой совпадает с показателем степени возмущающей ЭДС. Вторые два слагаемые вызваны наличием реактивных элементов цепи и определяются собственным переходным процессом. Показатели экспонента в этих слагаемых являются корнями характеристического уравнения цепи.

По найденному току  $i_1$  и формулам (5), (6), (7) можно найти все остальные интересные величины. Т.о., рассмотрены теоретические и методические составляющие применения экспоненциальных функций для анализа экспоненциальных процессов в преобразователях возобновляемой энергии.

Баланс мощностей для рассматриваемого случая можно записать в виде

$$i_1 \xi(t) = i_1 u_L + i_2 U_R + i_2 U_H + i_3 u_C \quad (10)$$

В формуле (10) левая часть представляет собой мощность первичного преобразователя естественного энергетического потока, напряжение которого на данном промежутке времени аппроксимирован экспоненциальной функцией (1). Слагаемое  $i_1 u_L$  представляет собой мощность, которая концентрируется на индуктивности  $L$  эквивалентного четырехполюсника. Слагаемое  $i_2 U_R$  представляет собой потерю мощности в резистивном сопротивлении  $R$  — образного четырехполюсника. Полезная мощность, передаваемая потребителю, представлена слагаемым  $i_2 U_H$ , где  $U_H = i_2 R_H$ , а  $R_H$  — сопротивление нагрузки (потребителя). Как левая часть уравнения (10), так и все слагаемые его правой части представляют собой экспоненциальные функции и их произведения. Принужденный режим характеризуется показателем « $v$ » степени экспоненты, а свободный — показателями  $P_1$  и  $P_2$ , которые, как уже указывалось, являются корнями характеристического уравнения цепи.

Таким образом, рассмотрены теоретические и методические аспекты применения экспоненциальных функций для анализа электрических процессов в преобразователях возобновляемой энергии. Применение экспоненциальной функции в математических моделях систем с источниками возобновляемой энергии приводит в ряде случаев к необходимости рассматривать электрические цепи экспоненциального тока, которые, как известно, обладают особенностями как с точки зрения теории электрических цепей, так и с точки зрения их практического применения. Изложенный в статье материал будет полезен как при составлении математической модели и многофункциональных систем генерации и потребления энергии естественных природ-

ных источников, так и при их исследовании, особенно при наличии случайных факторов воздействия, которые могут быть аппроксимированы экспоненциальными функциями.

#### Литература

1. Алборов И. Д., Петров Ю. С., Зорина И. Ю. Разработка комплексных установок преобразования возобновляемой энергии. Журнал Вестник МАНЭБ, т.20, №1.— 2015.
2. Зорина И. Ю., Хадиков М. К., Берко А. А. Особенности экологии автономных комплексов использования возобновляемой энергии. Труды СКГМИ (ГТУ) выпуск 22. — Владикавказ, 2015.
3. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — М.: Физматлит, 2001.
4. Атабеков Г. И. Основы теории цепей. — СПб.: Лань, 2006.



УДК 620.92

**Зорина И. Ю., аспирант, магистр МАНЭБ**  
**Хадиков М. К., ст. преподаватель, магистр МАНЭБ**  
**Дзгоев А. М., студент**

## РАСЧЕТ МОЩНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОНОМНОЙ УСТАНОВКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ

(Северо-Кавказский Горно-металлургический институт  
(Государственный Технологический Университет)), г. Владикавказ

### *Аннотация*

*Показан способ расчета мощности автономного комплекса одновременного преобразования энергии воздушного и солнечного потоков в электрическую на основе определения рабочих площадей вращающихся лопастей установки в зависимости от их положения, направления ветра и солнечных лучей. Дан способ определения суммарной мощности установки по средним значениям влияющих параметров.*

**Ключевые слова:** возобновляемая энергия, автономный комплекс, мощность, расчет, воздушный поток, скорость, солнечные лучи, инсоляция, отражатель, стохастический процесс.

### *Annotation*

*It shows a method of calculating the power of the autonomous complex simultaneous conversion of energy of the air and the sun streams into the electric-based working space rotating blade installation, depending on their position, wind direction and sunlight. There is method for determining the total capacity of the installation on the average values of the parameters affecting.*

**Keywords:** renewable energy, self-contained complex power calculation, the air flow speed, sunlight insolation, a reflector, a stochastic process.

Вопросы использования возобновляемой энергии посвящены многие исследования [1,2,3]. Необходимость разработки установок, использующих возобновляемую энергию, продиктована самим ходом развития современной энергетики и, в частности, электроэнергетики.

В СКГМИ (ГТУ) под руководством профессора Ю. С. Петрова разрабатываются автономные многофункциональные энергетические комплексы (АМЭК), использующие источники возобновляемой энергии [4,5,6]. Одной из последних разработок является автономная энергетическая установка [6].

Основными конструктивными элементами автономной энергетической установки (рис.1) являются лопасти 1, закрепленные на вращающихся в горизонтальной плоскости консолях 2. Угол поворота лопастей ограни-

чен фиксаторами 3, жестко укрепленными на вращающейся оси 4. Фиксаторы ограничивают поворот лопастей вокруг оси только в одну сторону. Таким образом, при действии на лопасти потока воздуха одни из них создают вращающийся момент, а другие — противодействующий. Лопасти, создающие противодействующий момент, поворачиваются вокруг консоли (приподнимаются) под действием силы ветра, и тем самым уменьшают противодействующий момент. Общий момент, действующий на вертикальный вращающийся вал, равен алгебраической сумме моментов, действующих на все лопасти установки.

Число консолей с закрепленными на них лопастями зависит от размера лопастей и по возможности должно быть четным из соображений устойчивости установки.

Две противоположные лопасти А и В могут рассматриваться как рычаг, плечи которого  $l_A$  и  $l_B$  определяются расстояниями Оа и Ов, а соответствующие моменты сил  $M_A$  и  $M_B$  равны:

$$M_A = F_A l_A \text{ и } M_B = F_B l_B$$

Силы  $F_A$  и  $F_B$  прямо пропорциональны активной (рабочей) площади соответствующей лопасти. Рабочая площадь  $S_{p, \text{лоп}}$  равна

$$S_p = S \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta \quad (1)$$

Где  $S$  — плоскость лопасти

$\alpha$  — угол поворота консоли в горизонтальной плоскости

$\beta$  — угол поворота лопасти в вертикальной плоскости.

По аналогии с ветротурбинной [7] формулу мощности, выработка которой обусловлена действием ветра, можно записать следующим образом

$$P = \frac{1}{2} \rho S_{cp} V^3 C_p \eta_r \eta_m, \text{ Вт} \quad (2)$$

где  $\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>

$V$  — скорость ветра, м/с

$\eta_r \eta_m$  — к.п.д. генератора и механической передачи

$C_p$  — коэффициент использования ветра

$S_{cp}$  — средняя рабочая площадь лопасти, м<sup>2</sup>

Рассматриваемая установка — автономный многофункциональный энергетический комплекс АМЭЖ-1 одновременно преобразует энергию ветра в механическую и далее в электрическую и энергию солнечных лучей

в электрическую. В последнем случае преобразование происходит в фотоэлементных слоях, которыми покрыты вращающиеся лопасти установки.

На рис.1 сплошными стрелками показано направление действия ветра, а пунктирными — направление солнечных лучей. Для увеличения интенсивности светового потока и, следовательно, увеличение мощности фотопреобразователей используются дополнительные отражательные устройства 5,6, размещенные так, чтобы направлять на вращающиеся пластины дополнительные потоки лучистой энергии. Т.о. вращающиеся лопасти представляют собой одновременно и движущиеся солнечные батареи. На рис. 1 показаны также механические и электрические преобразователи 7 и основание установки 8.

Расчет вырабатываемой солнечной батареей энергии  $W_{cb}$  можно произвести по формуле [7]

$$W_{cb} = E_{инс} P_n \eta / P_{инс} \quad (3)$$

где  $E_{инс}$  — инсоляция 1 м<sup>3</sup> (берется из соответствующих таблиц)

$P_n$  — номинальная мощность батареи

$\eta$  — к.п.д. преобразователя

$P_{инс}$  — максимальная мощность инсоляции 1 м<sup>3</sup> земной поверхности.

В расчетах обычно используется величина стандартного потока солнечного света при 25° в 1 кВт/м<sup>2</sup>, принимаемого за номинальную мощность солнечной панели. Оцен-

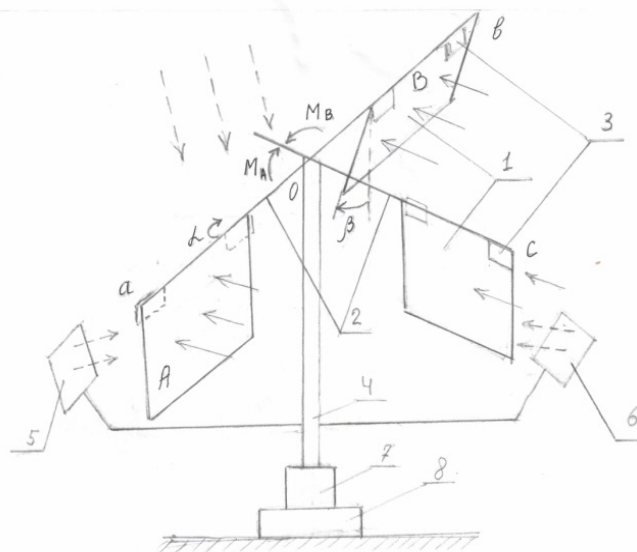


Рис.1. Принцип действия комплексной автономной энергетической установки

ку выработки энергии солнечной батареи за конкретный месяц можно получить, взяв месячную инсоляцию и умножив ее на соотношение мощностей максимальной инсоляции и батареи.

Все сказанное относится к неподвижным солнечным панелям. Рассматривая конкретную установку с вращающимися лопастями, поверхности которых с обеих сторон покрыты фотоэлементным слоем, и которые дополнительно облучаются отражателями, можно выделить два основных фактора, влияющих на расчет ее мощности.

Первым фактором является изменяющаяся во время функционирования установки рабочая (активная) площадь солнечной панели, т.е. площадь, воспринимающая солнечный поток, направленный перпендикулярно ее поверхности. Вторым фактором является необходимость учета (как и в предыдущем рассмотрении ветрогенератора) стохастичности процесса, обусловленного целым рядом случайных факторов природного происхождения.

В связи с этим точный расчет предлагаемой установки одновременного преобразования энергии ветра и солнца в электрическую представляет собой довольно сложную задачу, которая должна решаться методами анализа вероятностных математических моделей, в частности, методом Монте-Карло. Для целей практического использования можно выполнить расчет по средним значениям определяющих параметров, воспользовавшись математическими ожиданиями случайно изменяющихся величин (активной площади лопасти, скорости ветра, мощности светового потока и др.).

Выходные электрические параметры ветрогенератора и солнечных панелей (ток, напряжение, мощность) будут представлять собой сложные функции времени. Для расчета эквивалентных электрических схем с такими сложными входными воздействиями можно воспользоваться разложением несинусоидальных функций в ряд Фурье с дальнейшим применением обычных способов расчета. Однако во многих случаях необходимость такого расчета не является актуальной, т.к. выходное, имеющее сложную форму напряжение, в энергоустановке сразу преобразует-

ся в постоянное напряжение, которое далее направляется потребителю непосредственно или после необходимого вторичного преобразования.

Предложенная методика расчета позволяет оценить мощность и вырабатываемую энергию комплексной автономной энергетической установки АМЭК-1 [6], которая в последнее время разрабатывается в СКГМИ (ГТУ). При изготовлении и испытании отдельных блоков установки используются результаты расчетов по приведенной раньше методике.

Суточная выработка энергии состоит из энергии ветра и энергии солнечной батареи

$$W_{\text{сум}} = \int_0^T P_{\text{сум}}(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} P_{\text{в}}(t) dt + \int_{t_3}^{t_4} P_{\text{с.б}}(t) dt$$

где  $t_1, t_2; t_3, t_4$  — начало и конец работы соответственно ветрогенератора и солнечных панелей.

Как видно из материала статьи, определение мощности установок одновременного преобразования естественных энергетических потоков различного типа в электрическую энергию, основывается на основных положениях преобразования однородных потоков, однако имеет существенные особенности, которые должны быть учтены при расчетах индивидуальных автономных энергетических комплексов.

### Литература

1. Петров Ю.С. Ветроколесо, патент №2105190, опубликован 20.02.98 бюллетень № 5.
2. Петров Ю.С., Саханский Ю.В., Зорина И.Ю., Иликоев Г.В. «Ветроэнергетическая установка» патент № 148781, опубликован 20.12.14 бюллетень №35.
3. Петров Ю.С., Саханский Ю.В., Зорина И.Ю., Иликоев Г.В. Автономная электроэнергетическая установка, патент №158761, опубликован 20.01.2016 бюллетень №2.
4. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. М.: Наука и техника, 2014. — 320 с.
5. <http://www.active-house.ru>
6. <http://www.freecenergyengines.ru/>
7. <http://www.pomreke.ru/energy-future/>

УДК 620.92:338.242

Литвиненко А. А., аспирант (СКГМИ)  
Зорина И. Ю., аспирант (СКГМИ), магистр МАНЭБ

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Цивилизация, если она развивается стихийно,  
а не направляется сознательно,  
оставляет после себя пустыню.*

*К. Маркс*

### **Аннотация**

*Рассмотрены социально-экономические и экологические аспекты использования возобновляемых источников энергии в условиях горных территорий. Показаны перспективность применения автономных многофункциональных энергетических комплексов на возобновляемой энергии для обеспечения индивидуальных потребителей в труднодоступных районах горной местности.*

**Ключевые слова:** *аспект, социально-экономический, экологический, возобновляемые источники энергии, горные территории.*

### **Annotation**

*The social, economic and environmental aspects of the use of renewable energy sources in the conditions of mountain areas. Shows a perspective view of autonomous multi-functional complexes in energy renewable energy for individual consumers in remote areas of mountainous terrain.*

**Keywords:** *aspect, socio-economic, environmental, renewable sources of energy, mountain areas.*

Современное состояние социума характеризуется напряженностью, обусловленной целым рядом факторов, среди которых наиболее важными являются растущее потребление энергии с одной стороны и истощение сырьевой базы с другой. Решение проблемы истощения сырьевых неэнергетических ресурсов во многом определяется возможностью создания замкнутых циклов «производство — потребление». Решение проблемы истощения сырьевых энергетических ресурсов заключается по мнению большинства специалистов [1,2] — в развитии альтернативной энергетики, т.е. в расширении области применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ), повышении их экономичности и эффективности.

Развитие и широкое использование ВИЭ будет проявляться как в социально-эконо-

мическом, так и в экологическом аспектах. В условиях горных территорий применение ВИЭ имеет свои существенные особенности. Во-первых, в условиях горных территорий широкое распространение могут получить автономные многофункциональные энергетические комплексы малой мощности, рассчитанной на энергоснабжение индивидуального дома, усадьбы, неэнергоемкого цеха, учреждения и т.п. Эти комплексы могут быть рассчитаны на преобразование как одного типа естественных энергетических потоков, так и на одновременное преобразование энергетических потоков нескольких типов, например, солнечных лучей и ветра [3,4].

На рис.1 показаны основные аспекты использование ВИЭ в условиях горных территорий. Основными потребителями электрической энергии в горной зоне являются: не-

большие села и аулы; турбазы и базы отдыха; хозяйственные и технологические объекты горного животноводства, растениеводства и т.п. причем энергетические комплексы на возобновляемой энергии могут применяться как отдельно к конкретным объектам (напр., жилым домам, усадьбам), так и к группам объектов.

Основными источниками возобновляемой энергии в горном регионе являются солнечные лучи, ветер и горные реки. Если рассматривать, например, РСО-Аланию, то энергетический потенциал этих источников более чем достаточен для покрытия всех нужд в энергии потенциальных потребителей, расположенных в горной зоне [5].

Использование альтернативных источников энергии дает следующие социальные эффекты. Во-первых, создаются предпосылки для реального улучшения социальных условий жизни населения, проживающего в труднодоступных и удаленных селах и горных аулах путем применения автономных многофункциональных комплексов на возобновляемой энергии. При этом будет отсутствовать необходимость доставки топлива в эти районы и прокладки дорогостоящих воздушных или кабельных линий электропередач. Во-вторых, за счет возможности обеспечить энергией потенциальных потребителей произойдет стимулирование развития местной инфраструктуры, в частности, улучшение благоустройства существующих и создание новых рекреационных объектов, что в свою очередь приведет к созданию дополнительных рабочих мест. Люди занятые в разработке и эксплуатации автономных энергетических комплексов на возобновляемой энергии должны будут обладать определенными профессиональными знаниями и навыками, т.е. должны будут иметь необходимый уровень технической культуры.

Разделение аспектов использования ВИЭ на социальные, экономические и экологические является достаточно условным, т.к. все факторы оказываются в той или иной мере связанными между собой с высокой степенью взаимозависимости. Однако можно выделить факторы, непосредственно относящиеся к данному аспекту и представляющие его неотъемлемое свойство. Таким фактором для

экономического аспекта является бесплатное сырье.

В ВИЭ используются в основном естественные энергетические потоки (солнечные, воздушные, водяные). Источники возобновляемой энергии не нуждаются в веществах или материалах, в которых скрыта связанная энергия (напр., уголь, нефть) и которые надо сначала добыть, а потом с помощью специальных операций или реакций высвободить эту энергию и далее преобразовать ее в удобный для непосредственного использования вид.

Энергия естественных энергетических потоков ничего не стоит, есть повсюду, ее необходимо только сконцентрировать и преобразовать в удобную для дальнейшего использования форму. Таким образом, можно констатировать несомненную экономическую выгоду использования возобновляемой энергии. Однако в настоящее время ее использование по интегральным оценкам получается в ряде случаев дороже применения традиционной энергии из-за высокой стоимости преобразовательных устройств, улавливающих и преобразующих возобновляемую энергию.

Если рассматривать индивидуальные потребители горных поселений, которые могут использовать автономные многофункциональные комплексы на возобновляемой энергии, то срок окупаемости таких комплексов ориентировочно составляет 1,5-2 года. Он может быть значительно сокращен за счет упрощения конструкции автономного энергетического комплекса и увеличения его мощности [4].

Переходя к экологическим аспектам применения ВИЭ можно отметить следующее. В установках, использующих энергию естественных энергетических потоков, отсутствуют, как уже было указано, операция по высвобождению связанной энергии. Этот факт имеет исключительно важное положительное значение с точки зрения экологии, т.к. практически исключает тепловое, химическое и электромагнитное загрязнения среды, а также сводит к минимуму объемы отходов.

В источниках, использующих естественные энергетические потоки (а таких абсолютное большинство среди устройств ВИЭ)

происходит только ее преобразование, а точнее — преобразование энергии естественных энергетических потоков в удобную для использования форму энергии (напр., тепловую, электрическую). Энергетический баланс таких преобразователей является наиболее экологичным и безвредным и, если можно так выразиться, «экологически чистым», не связанным с выделением дополнительной энергии в окружающее пространство и, следовательно, с «энергетическим загрязнением» среды.

Что же касается недостатков применения энергоустановок на возобновляемых источниках, то основным с точки зрения экологии является выраженное в той или

иной степени нарушение естественного ландшафта. Последнее является неизбежным для установок указанного типа, т.к. их принцип действия предполагает вовлечение в технологический цикл окружающей среды как необходимого элемента процесса преобразования энергии. Однако изменение естественного ландшафта, вызванное ВИЭ, можно в ряде случаев использовать как элемент искусственного дизайна на общем фоне природных достопримечательностей, например, при строительстве какого-либо рекреационного объекта.

Можно отметить также как положительный фактор применения автономных многофункциональных энергетических комплек-

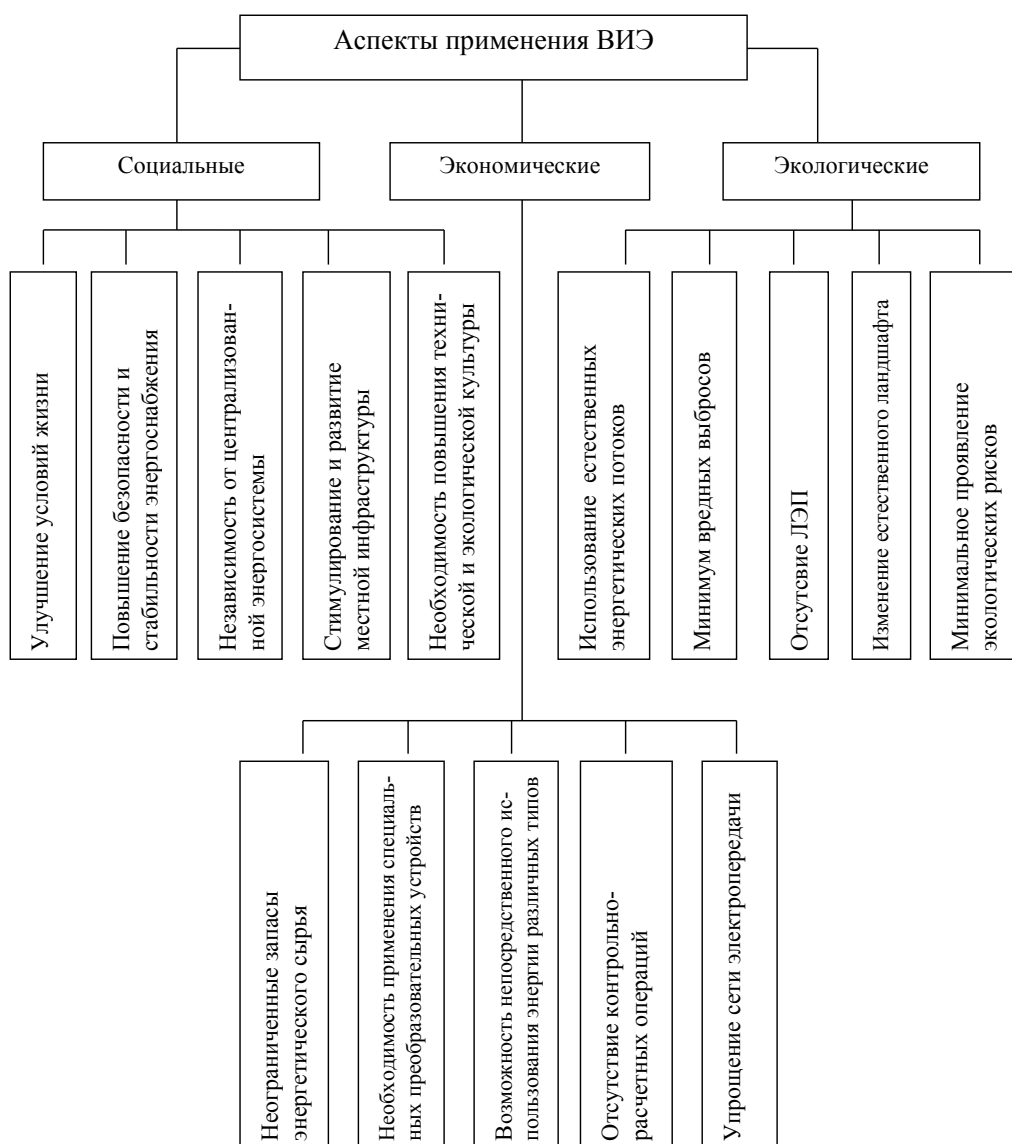


Рис.1. Основные аспекты использования ВИЭ в условиях горных территорий

сов для индивидуального энергообеспечения — отсутствие необходимости иметь централизованные ЛЭП, что особенно существенно для горных условий, в которых такие объекты как ЛЭП очень подвержены воздействию различного рода экологических рисков (снегопады, лавины, сели и т.п.). Т.о., применение индивидуального энергоснабжения на возобновляемой энергии в горной зоне приносит не только экономическую выгоду (отсутствие платы за электроэнергию), но и повышает надежность и безопасность применения электрической энергии, а при использовании современных аккумулирующих устройств обеспечивает практически бесперебойное снабжение потребителя.

Краткий анализ социально-экономических и экологических аспектов применения возобновляемых источников энергии в условиях горных территорий позволяет сделать вывод о перспективности направления развития энергетики на возобновляемых источниках, особенно для индивидуальных энергетических комплексов в горной зоне,

так богатой естественными энергетическими ресурсами.

### Литература

1. В. Германович, А. Турилин Альтернативные источники энергии и энергоснабжение. СПб.: издательство НиТ, 2014.
2. Е. А. Толстошеева, Б. В. Ермоленко Социально-экономические аспекты использования возобновляемых источников энергии в России. Успехи в химии и химической технологии. Том XXIV.2010. № 10 (115).
3. Петров Ю. С. Патент № 2105190 на изобретение «Ветроколесо», зарегистрирован 20.02.1998 г.
4. Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Зорина И. Ю., Иликоев Г. В. Автономная энергетическая установка, патент №158761, опубликован 20.01.2016
5. Хузмиев И. К. Регулирование энергетических естественных монополий и энергоменеджмент. Научные труды ВЭО России, Москва, 2003.

УДК 621:622.997

Зорина И. Ю., аспирант, магистр МАНЭБ,  
Музаев А. К., магистрант  
СКГМИ (ГТУ)

## ВЫБОР МЕТОДА АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

### *Аннотация*

*Рассмотрена возможность применения различных способов аккумуляции возобновляемой энергии к маломощным автономным энергетическим комплексам: ёмкостного, магнитного, электрохимического, пневматического и гидравлического способов. Показана предпочтительность комбинированного метода.*

**Ключевые слова:** возобновляемая энергия, источники, аккумуляция, методы, автономные многофункциональные комплексы.

### *Annotatsiya*

*Rassmotrena possibility of using different methods BATTERY-lation of renewable energy to the low-power autonomous power complexes-it-yourself: capacitive, magnetic, electro, pneumatic and hydraulic methods. It shows a combined method preferable.*

**Keywords:** renewable energy sources, accumulation, methods, autonomous multi-functional complexes.

Одной из ключевых проблем при разработке и внедрении возобновляемых источников энергии является проблема аккумуляции вырабатываемой ими энергии.

Особенно остро эта проблема стоит для автономных преобразовательных комплексов возобновляемой энергии [1,2], работающих на индивидуального потребителя (жилой дом, малоэнергоемкий технический или сельскохозяйственный объект и т.д.).

Факторы, влияющие на выработку возобновляемой энергии, во многих случаях являются случайными (скорость ветра, интенсивность солнечного облучения и т.п.). В связи с этим величина генерируемой преобразователями мощности также является случайной, которая может колебаться в довольно широких пределах.

Колебания выходных параметров генерирующих преобразовательных устройств дестабилизируют работу потребителей, соз-

дают трудности при передаче и распределении энергии, резко снижают надежность и эффективность применения возобновляемых источников энергии. Для решения проблемы бесперебойного снабжения потребителей энергией возобновляемых источников используют различные способы аккумуляции энергии.

На рис. 1 изображена схема распределения энергии, вырабатываемой автономной энергоустановкой на возобновляемых источниках. Энергия, получаемая от первичных преобразователей ПП (например, ветрогенераторов или солнечных батарей) поступает в распределительное устройство РУ и далее распределяется между основным потребителем ОП, аккумулирующим устройством АУ и, если ёмкости аккумулирующих устройств не хватает, то избыток энергии направляется резервному потребителю РП.



Таким образом, аккумулирующее устройство является неотъемлемой и очень важной частью автономного энергетического комплекса, не связанного с общей энергосистемой.

Существуют различные способы и устройства аккумулирования энергии возобновляемых источников [3, 4, 5], основные из которых изображены на рис. 2.

Электрическая энергия  $W_{э}$ , вырабатываемая преобразователем (генератором), в общем случае будет определяться выражением:

$$W_{э} = \int_0^t u(t) i(t) dt [1]$$

где  $u(t)$ ,  $i(t)$  — напряжение и ток на выходе преобразователя;

$t$  — длительность работы преобразования.

Часть энергии (рис. 1) может быть направлена в аккумулирующее устройство (накопитель). Накопители разделяются по типу накапливаемой энергии, способам её аккумулирования и хранения.

Довольно распространенным способом аккумулирования энергии возобновляемых

источников является использование конденсаторов (суперконденсаторов). Энергия  $W_c$  накапливаемая в электрическом поле конденсатора емкостью  $C$ , равна:

$$W_c = \frac{1}{2} C U^2 [2]$$

где  $U$  — напряжение на обкладках конденсатора.

Если использовать конденсаторы с высокой удельной ёмкостью, то можно будет успешно решать проблемы накопления энергии в автономных энергетических системах с возобновляемыми источниками. Однако высокая стоимость и недостатки эксплуатационного характера значительно ограничивают область их применения.

Дуальным по отношению к ёмкостному является магнитный способ аккумулирования энергии — в катушке индуктивности, через обмотку которой протекает ток  $I$ . Энергия магнитного поля  $W_L$  катушки с индуктивностью  $L$  будет в этом случае равна:

$$W_L = \frac{1}{2} LI^2 [3]$$

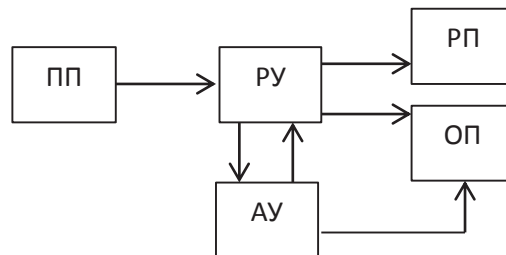


Рис. 1. Схема распределения энергии в автономных многофункциональных энергетических комплексах

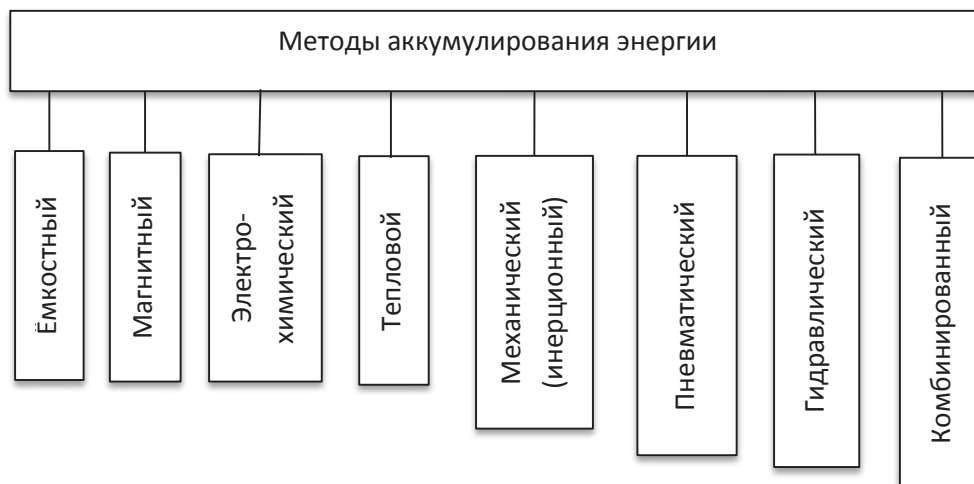


Рис. 2. Методы аккумулирования возобновляемой энергии

Для получения достаточных для практики значений энергоёмкости катушки необходимо иметь сверхпроводящий контур. Таким образом, реальный магнитный накопитель представляет собой катушку индуктивности со сверхпроводящей обмоткой. Такие накопители достаточно перспективны, хотя бы потому, что имеют к.п.д. до 95-97%, однако из-за сложности конструкции их распространения в настоящее время сдерживается.

Широко распространенными устройствами накопления и хранения энергии являются электрохимические аккумуляторы, преобразующие, как известно, при заряде электрическую энергию в химическую, а при разряде наоборот — химическую энергию в электрическую. В настоящее время производятся электрохимические аккумуляторы разнообразных типов, отличающихся удельной энергией, ёмкостью и размерами. Конструкция и принцип действия электрохимических аккумуляторов постоянно совершенствуются и всё больше удовлетворяют возрастающим требованиям энергетической промышленности.

Аккумуляторы тепловой энергии могут быть реализованы различными способами. Используя диссипативный принцип действия резистивного элемента электрической цепи (активного сопротивления), можно совместить преобразование электрической энергии в тепловую с её дальнейшим хранением в виде изолированного теплоносителя. Уравнение преобразования электрической энергии в тепловую имеет вид:

$$I^2 R \Delta t = m C (T_2 - T_1) \quad [4]$$

где  $I$  — ток;  $R$  — сопротивление;  $\Delta t$  — промежуток времени протекания тока;  $m$  — масса теплоаккумулирующего вещества;  $C$  — теплоёмкость;  $T_1, T_2$  — начальная и конечная температуры.

Использование описанных тепловых аккумуляторов очень легко реализуется в достаточно широком диапазоне температур, а также величин аккумулируемой энергии; это довольно простой и надёжный метод. Его можно эффективно использовать для утилизации неожиданных излишек энергии, производимой автономным многофункциональным энергетическим комплексом.

Инерционный (механический) накопитель энергии состоит из маховика, обладающего большим моментом инерции, и трансмиссий (или зубчатых передач), служащих для подвода и отвода энергии. Запасённая маховиком кинетическая энергия  $W_K$  равна

$$W_K = \frac{1}{2} J \omega^2 \quad [5]$$

где  $J$  — момент инерции маховика относительно оси вращения,

$\omega$  — угловая скорость.

Как видно из формулы (5), запасённая кинетическая энергия пропорциональна квадрату угловой скорости, следовательно, для увеличения запасаемой энергии необходимо увеличить скорость вращения. Однако при больших скоростях возникают значительные центробежные силы, которые могут привести к разрушению маховика.

Пневматический способ аккумулирования энергии может быть реализован в виде воздушно-аккумулирующей газотурбинной электростанции. Эти электростанции представляют собой довольно сложные сооружения [5]; они рассчитаны на значительные мощности и не могут быть использованы для маломощных автономных энергетических комплексов, работающих на возобновляемой энергии.

Принцип гидравлического аккумулирования энергии заключается в том, что с помощью гидромашин производят подъём воды на определенную высоту  $\Delta h$ ; при этом запасается потенциальная энергия  $W_G$ , равная

$$W_G = mgh_2 - mgh_1 = mg\Delta h \quad [6]$$

где  $m$  — масса перемещаемой воды;

$h_1$  и  $h_2$  — начальная и конечная высота перемещения;

$g$  — ускорение свободного падения.

Гидравлическое аккумулирование применимо как к мощным энергосистемам с использованием водохранилищ ГЭС, так и к маломощным автономным энергетическим комплексам с использованием искусственных ёмкостей для заполнения поднятой водой, потенциальная энергия которой затем преобразуется в электрическую.

Указанный в таблице рис. 2 комбинированный метод аккумулирования возоб-

новляемой энергии может содержать в себе устройства различных типов, например, ёмкостного, теплового и гидравлического типа одновременно. Он является достаточно перспективным как для мощных устройств преобразования естественных энергетических потоков в удобную для использования энергию, так и для маломощных автономных энергетических комплексов, тем более что последние могут состоять из первичных преобразователей разного типа [1,2].

Работы в направлении использования комбинированных устройств аккумуляции возобновляемой энергии ведутся в СКГМИ (ГТУ) под руководством проф. Ю.С. Петрова. Как показали предварительные расчёты и сравнительный анализ различных способов аккумуляции энергии к автономным многофункциональным энергетическим комплексам преобразования и использования возобновляемой энергии малой мощности наиболее подходят ёмкостный, электрохимический и тепловой способы аккумуляции, а также их комбинации.

## Литература

1. Петров Ю.С., Саханский Ю.В., Зорина И.Ю., Иликоев Г.В. «Ветроэнергетическая установка», патент № 148781, опубликован 20.12.14 бюллетень № 5.

2. Петров Ю.С., Саханский Ю.В., Зорина И.Ю., Иликоев Г.В. «Автономная энергетическая установка», патент РФ на полезную модель № 158761, опубликован 20.01.2016. Бюл. № 2.

3. Астахов Ю.Н. Накопители энергии в электрических системах: учеб. Пособие/Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, А.Г. Тенгазарян. — М., Высшая школа, 1989. — 159 с.

4. Васильев Ю.С. Возобновляемые источники энергии и гидроаккумуляция: учебное пособие/Васильев Ю.С., Елистратов В.В. [и др.] — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 1995. — 102 с.

5. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие/Елистратов В.В. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 224 с.

УДК 622.

Масков Ю. П., к.т.н., доцент СКГМИ (ГТУ),  
член-корр. МАНЭБ

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЯГОВЫХ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

### *Аннотация*

*Рассмотрены способы уменьшения интенсивности и зон распространения электротяговых блуждающих токов на горных предприятиях, относящиеся к тяговым подстанциям и рельсовой сети.*

**Ключевые слова:** *электротяговые блуждающие токи, электровзрывная цепь, опасные потенциалы, рельсовые пути, тяговые подстанции, электродетонаторы.*

### *Annotation*

*The methods of reducing the intensity and spread of electric traction zones stray currents in mining enterprises related to traction substations and the rail network.*

**Keywords:** *electric traction stray currents electroexplosion chain, dangerous potentials, rails, traction substations, electrodetonators.*

Несмотря на появление новых неэлектрических систем инициирования промышленных ВВ, электрический способ инициирования продолжает оставаться одним из наиболее распространенных в горной промышленности.

Одной из проблем, возникающих при использовании электрического инициирования зарядов является возможность воздействия на них блуждающих токов различного типа [1,2,3,4], среди которых наибольшую опасность представляют собой токи утечки из токоведущих рельсовых путей — электротяговые блуждающие токи. Интенсивность и зону распространения электротяговых блуждающих токов можно существенно уменьшить, применяя вполне доступные методы, основные из которых представлены на рисунке 1.

Рекомендуя те или иные методы, ограничивающие опасное действие источников блуждающих токов, необходимо учитывать

и возможные отрицательные последствия от их реализации. Например, рекомендуя отключать электроэнергию (на время монтажа электровзрывной сети и производства взрыва) на горизонте рудника или, тем более, на всем предприятии, можно принести существенный ущерб производству вследствие простоя оборудования, нарушения общего технологического комплекса и т. п. Мероприятия по уменьшению опасного действия источников блуждающих токов не должны существенно затрагивать интересы предприятия, осложнять или прерывать работу как предприятия в целом, так и отдельных его участков.

Широкое применение нашли методы, направленные на увеличение общей электропроводимости рельсового пути: увеличение проводимости стыков с помощью сварки, с использованием стыковых соединителей, применением специальной электропроводящей смазки, применением межрельсовых и

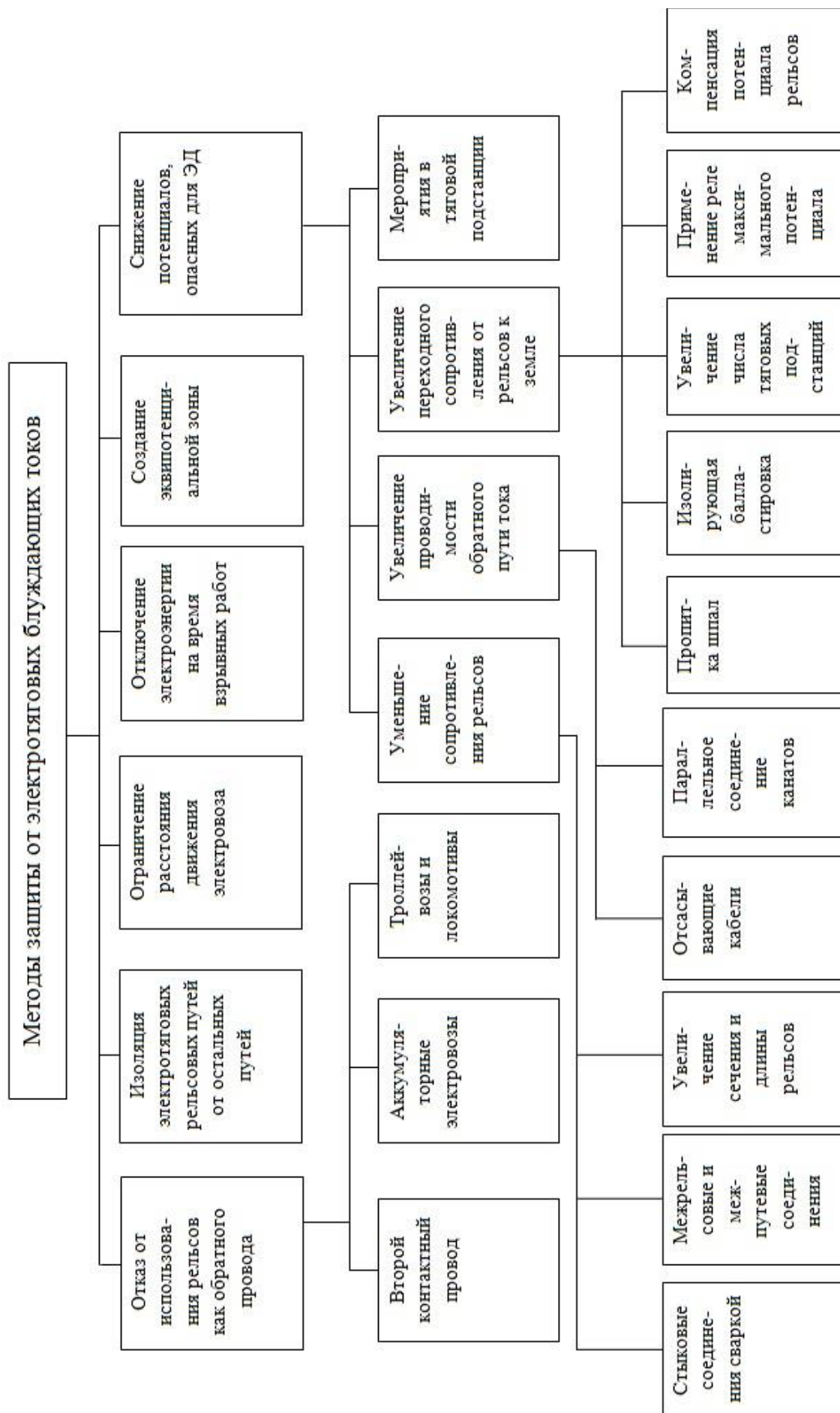


Рис.1. Классификация методов защиты от электротяговых блуждающих токов

межпутевых соединений, увеличение сечения рельсов и уменьшение их длины. Эффективным методом уменьшения токов в земле является применение отсасывающих кабелей.

На интенсивность и зону распространения блуждающих токов большое влияние оказывает и переходное сопротивление от рельса к грунту, хотя, в отношении опасного воздействия электротяговых блуждающих токов на электродетонаторы (ЭД), это явление не является однозначным. Тем не менее необходимо стремиться к увеличению переходного сопротивления от рельса к грунту (пропиткой шпал, применением изолирующей балластировки и т. п.).

Методами, относящимися к источникам блуждающих токов, являются также способы, направленные на уменьшение (компенсацию) потенциалов рельсовых путей относительно земли, а также контроль потенциалов рельсов с помощью реле максимального потенциала. Реле максимального потенциала на рельсах должно обеспечивать автоматическую подачу сигнала (или отключение контактного провода) в случае, когда потенциал рельсов превысит нормированный (безопасный) уровень.

Определенную положительную роль играет и увеличение числа тяговых подстанций, приводящее к уменьшению как потенциалов токоведущих рельсов, так и токов утечки из рельсов в грунт.

Одним из наиболее действенных способов предотвращения последствий контакта проводов электровзрывной цепи (ЭВЦ) с различными металлическими конструкциями является искусственное создание эквипотенциальной зоны, то есть зоны равного по-

тенциала, когда металлические конструкции, с которыми могут контактировать провода ЭВЦ, будут иметь один и тот же потенциал. В этом случае втекание блуждающих токов в ЭВЦ будет невозможным из-за того, что точки контакта проводов ЭВЦ с металлическими частями устройств будут иметь один и тот же потенциал.

Рассмотренные методы защиты ЭД от опасного действия блуждающих токов относятся к источникам блуждающих токов. Они должны быть дополнены мероприятиями, относящимися и к самой ЭВЦ, и к ЭД (поддержание изоляции проводов ЭВЦ на должном уровне, применение ЭД пониженной чувствительности и т. д.). Эти мероприятия в настоящей статье не описываются.

### Литература

1. Петров Ю.С. Безопасность систем электровзрывания в горной промышленности. «Безопасность в техносфере». Научно-издательский центр ИНФРА-М, г. Москва, 2012 г.
2. Масков Ю.П., Худинян С.Г. «Опасные проявления блуждающих токов на горных предприятиях». Труды VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений», Владикавказ, 14-16 сент. 2010 г.
3. Кушнеров П.И. Безопасность взрывных работ при электровзрывании на угольных и сланцевых шахтах./П.И. Кушнеров. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005 г.
4. Безопасность взрывных работ в промышленности/Б.Н. Кутузов, А.М. Ильин, А.Е. Умнов, А.Г. Фридман и др. М.: Недра.1993.237с.

УДК [504.056:656 + 656.073] (470.65)

Петров Ю. С., д.т.н., проф.  
академик МАНЭБ,  
Федоровский В. В.,  
чл.-кор. МАНЭБ

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ГОРНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РСО-АЛАНИЯ)

### Аннотация

Рассмотрены некоторые направления развития альтернативной энергетики горных регионов, в частности, применение автономных энергетических комплексов по одновременному преобразованию естественных энергетических потоков различной природы в одной установке. Проанализированы способы повышения устойчивости работы автономных энергетических комплексов, связанные с компенсацией колебаний вырабатываемой энергии из-за вероятностного характера естественных энергетических потоков: передача излишков выработанной энергии в центральную систему или её накопление.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, автономный комплекс, горный регион, солнечное излучение, гидроэнергетика, ветроэнергетика, аккумулярование.

### Annotation

Certain areas of alternative energy mountainous regions, in particular, the use of autonomous energy systems for the simultaneous pre-formation of natural energy flows of different nature in the same installation. Pro-analyzed ways to improve the stability of the autonomous power complexes, owls associated with payment of energy output fluctuations due to the probabilistic characterized tera-natural energy flows: the transfer of the surplus of energy produced in the price-sweeping or its accumulation.

**Keywords:** alternative energy, self-contained complex, mountainous region, solar radiation, hydropower, wind power, accumulation

Глобальным энергетическим кризисом грозит истощение запасов традиционных источников энергии, таких как нефть, газ и уголь. Сегодня совершенно ясно, что будущее за альтернативной энергетикой. Применение устройств, позволяющих черпать энергию из возобновляемых или неисчерпаемых источников, значительно снижает зависимость от традиционных источников энергии и повышает экологическую безопасность жизнедеятельности человека.

Нельзя забывать, также, что при использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) одной из главных задач является рачительное использование природных энергоресурсов с сохранением экологического равновесия и стабильности. Именно задачу сохранения окружающей среды решают возобновляемые источники энергии, используя

щие энергию движущихся сред, не имеющие никаких побочных продуктов производства. В процессе развития энергетики возобновляемых источников будут решаться следующие основные задачи:

- более полное удовлетворение потребностей населения в удалённых населённых пунктах;
- снижение потребления углеводородов и повышение экологичности производства;
- обеспечение бесперебойного энергоснабжения потребителей;
- содействие в решении проблемы занятости населения.

В нашей стране на 70% территории нет централизованной системы энергоснабжения, а проживает на этих территориях более 15 миллионов человек. [7] Остро стоит задача энергоснабжения объектов, подведение к

которым ЛЭП экономически нецелесообразно. В связи с этим можно вести речь об актуальности использования местных возобновляемых энергоресурсов.

Основные типы возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и их применение представлены в таблице 1.

Анализируя таблицу 1. применительно к горным территориям, можно сделать вывод, что наиболее распространенным источником возобновляемой энергии в горном регионе являются реки, так как они в горах имеются в достаточном количестве и протекают с большим перепадом высот. Далее стоит отметить солнечное излучение и энергию ветра. По данным [1] для республики РСО-Алания наибольший интерес представляют гидроэнергетика — 22723,4; солнечное излучение — 16000; ветроэнергетика — 4666 млн. кВт. ч в год. Можно отметить также наличие менее значимых термальных вод и биотоплива.

Таким образом, можно утверждать, что Республика Северная Осетия-Алания обладает достаточно мощным ресурсом возобновляемых источников энергии. В настоящее время этот ресурс используется явно недостаточно. Развитие альтернативной энергетики преимущественно идёт в направлении создания малых ГЭС. ГЭС делятся по условиям работы, характеру использования, мощности и другим признакам.

Для условий горного региона наибольший интерес представляют рукавные ГЭС,

дающие возможность максимально использовать рельеф местности.

Стоит так же обратить внимание на использование ветрогенераторов, солнечных батарей, солнечных коллекторов и т. д.

Особый интерес вызывают автономные многофункциональные энергетические комплексы [2, 3], разработкой которых занимаются на кафедре Теоретической электротехники и электрических машин СКГМИ (ГТУ). Идея этих разработок заключается в одновременном использовании различных типов возобновляемой энергии в одном автономном многофункциональном комплексе. Преимущества таких разработок очевидны: во первых, увеличивается мощность установки, так как она складывается из мощностей различных преобразователей; во вторых, повышается стабильность работы, так как уменьшение одного естественного энергетического потока можно восполнить действием другого; в третьих, повышается компактность установки преобразователей (два в одной), чем достигается большая многофункциональность для более полного удовлетворения потребностей потребителя и т. д.

В настоящее время разрабатываются установки АМЭК-1 и АМЭК-2, отдельные блоки которых успешно прошли лабораторные испытания.

Для горных условий очень важна автономность разрабатываемых комплексов, их независимость от общей энергетической си-

Таблица 1

**Основные типы возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и их применение**





стемы. Автономные многофункциональные энергетические комплексы предназначены для энергообеспечения как бытовых потребителей, например, отдельной усадьбы в высокогорье, так и маломощных промышленных и сельскохозяйственных объектов, например теплиц.

Нестабильность света и ветра подразумевают накопление и хранение электрической энергии, полученной альтернативным путем, или передачу её в централизованную энергосистему, что на сегодняшний день довольно дорого.

Для передачи излишка энергии в централизованную энергосистему необходимо реализовать по меньшей мере три условия: иметь ЛЭП в достаточной близости от автономной энергоустановки; довести с помощью преобразователей параметры генерируемой энергии до стандартных; иметь возможность подключения установки к ЛЭП. Реализация этих условий, как уже указывалось, представляет собой довольно затруднительную задачу. Существенным преимуществом описанного способа является отсутствие ограничений по количеству передаваемой энергии.

Более простым, не требующим наличия ЛЭП и дорогостоящих сложных преобразователей, является аккумуляция энергии в устройствах, находящихся в непосредственной близости от потребителя. Такими устройствами могут быть аккумуляторы разного типа, конденсаторы, инерционные (механические) накопители энергии и т. п. [4].

Электрическое аккумулярование (накопление) возобновляемой энергии автономных энергоустановок в настоящее время является актуальной и до конца не решенной проблемой. Успехи электротехнической промышленности в производстве аккумуляторов и конденсаторов большой ёмкости и повышенного напряжения позволяют надеяться на то, что эта проблема будет решена в ближайшем будущем.

Достаточно перспективными являются комбинированные устройства накопления возобновляемой энергии использующие различные методы аккумулярования, например, тепловой и гидравлический, когда теплоноситель (например вода) нагревается, запасаясь тепловой энергией, и одновременно под-

нимается на какую-то высоту, повышая тем самым свой гравитационный потенциал и соответственно свою потенциальную энергию.

Неоспоримым преимуществом автономных накопителей энергии являются простота устройства и удобство эксплуатации; существенный недостаток — ограничение энергоёмкости, т. е. ограниченные возможности по количеству запасаемой энергии.

Окончательный выбор того или иного способа использования излишка выработанной энергии (передача в центральную энергосеть или накопление) зависит от мощности возобновляемого источника энергии, стабильности его параметров, типа потребителей и, в конечном счёте, от стоимости реализации того или иного способа.

В общем, стоимость первичных преобразователей энергии возобновляемых источников, аккумулирующих или передающих энергию устройств и всей инфраструктуры энергетической системы на возобновляемых источниках в целом в настоящее время достаточно высока.

По этой причине полностью перейти на альтернативную энергию могут себе позволить немногие потребители, но хотя бы частичный переход на её использование может внести весомый вклад в дело улучшения экологической ситуации. Так, например, расход газа на 1 кг тепличной продукции может составлять от 1,4 до 6 куб. м. в зависимости от региона, а в животноводстве [5] только на отопление свиноводческими фермами расходуется 70-80 млн. тонн топлива и 4-6 млрд. кВт ч в год [6, 7]. Применение для таких объектов автономных энергетических комплексов существенно облегчит решение вопросов энергообеспечения.

### Литература

1. Хузмиев И. К. «Энергетические ресурсы РСО-Алания». Труды вольного экономического общества России, том 153, Москва-Владикавказ 2011 г. С. 87-98.
2. Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Зорина И. Ю., Иликоев Г. В. «Ветроэнергетическая установка» патент №148781, опубликован 20.12.14, Бюл. № 5.
3. Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Зори-

на И. Ю., Иликоев Г. В. «Автономная электро-энергетическая установка» патент №158761, опубликован 20.01.16, Бюл. №

4. Астахов Ю.Н. Накопители энергии в электрических системах. Учебное пособие Астахов Ю.Н., Веников В.А., Тен-Газарян А.Г. — М.: Высшая школа, 1989 г. С. 159.

5. Отчет ООО «Технологии Роста» «Тепличный бизнес в России. Состояние, тенденции, перспективы, риски». С. 13.

6. Бароева Т. Р., Бароевой А. Т. «Основные резервы энергосбережения в сельском хозяйстве. «Вестник» МАНЭБ, Том 20, №3, 2015 г. С. 70.

7. Хузмиев И. К. «Малая гидроэнергетика для энергоснабжения отдельных территорий на примере горных районов Республики Северная Осетия-Алания». Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение» №5, 2013 г.

---

# НАУКА И РЕЛИГИЯ

---

УДК:21.215

**Елканов А. Б. д. экол. н.,  
член- корр. МАНЭБ**

## НАУКА И РЕЛИГИЯ

### *Аннотация*

*Рассмотрены понимание соотношения науки и религии, фундаментальные познавательные установки научного и религиозного способа миропонимания.*

*Ключевые слова:* наука, религия, абсолюты, смерть, зло, страдания.

### *Annotation*

*Considered understanding of the relationship between science and religion, the fundamental cognitive installation of scientific and religious way of understanding the world.*

*Keywords:* science, religion, absolutes, death, evil and suffering.

Наука и религия представляют собой фундаментальные области культуры и типы мировоззрения, взаимодействующих друг с другом.

Понимание соотношения науки и религии в течении долгого времени сводились к тому, что они практиковались как диаметрально противоположные, взаимоотрицающие явления. Проблема соотношения веры и знания решалась в рамках оценки религии как низшего вида знания, которое с развитием науки обречено на исчезновение. Но на самом деле отношения между научным и религиозным типом миропонимания гораздо сложнее. Религия и научное знание стали рассматриваться как различные и правомерные формы духовной активности человека [1, 2].

Фундаментальные познавательные установки научного и религиозного способа миропонимания пересекаются друг с другом. Наука не представляет собой абсолютно объективизированное знание. Человечеству, несмотря на научный прогресс, не даётся и

ныне восприятие целостности мироздания. В науке существуют структуры, которые выводят знания, принимаемые на веру в качестве аксиом тех или иных научных теорий.

Религиозные системы- это тоже не только своды положений, апеллирующих к вере, но и некоторые обобщения, опирающиеся на аргументацию и доказательность. Религиозное мировосприятие имеет свой высший уровень- теологию, где под установки вероисповедания подводятся базис рационального обоснования и доказательства.

Наука не исходит из абсолютных истин, науке свойственен критический взгляд на то, что происходит в её поле. Давление новых доказательств может привести к пересмотру прежних положений. Источником религиозности является не объективная реальность, а сверхличное откровение, знание, данное человеку свыше от Всевышнего. Откровение не подвергается критической рефлексии, оно является высшей, абсолютной информацией, которую ограниченный разум человека

в его конечном бытии не может представить во всей полноте. Религия восходит к смыслу человеческого существования, отвечает на предельные вопросы, связанные с абсолютными идеалами.

Наука тоже сталкивается с проблемой абсолютов, но они уходят в бесконечность, которой нет конца и границ, раздвижение пределов познания не уменьшает мир непознанного, это стимулирует дальнейшее освоение реальности.

В религии *абсолют* выступает миром должного, идеального, задающего бытию человека смыслообразующие компоненты. И наука, и религия отвечает на важные вопросы человеческой жизни, но религия даёт ответы и на те вопросы, на которые пока не даёт ответ наука.

Наука и религия не противоположены, они действуют по принципу дополнительности формально-рационально-познавательного и инстинктивно-этического способов освоения мира. И пока есть пределы научного познания, будет место религиозному мировосприятию, исходящему из целостности и всеохватности мира. Наука не вытеснила религию. Раздвинув границу познания, наука столкнулась с ещё большими глубинами непознанного и остающегося для человеческого разума, что создает поле для религиозного мироощущения [3].

Религию можно также рассматривать и как явление культуры, свойственное различным человеческим обществом с их системой ценностей и основополагающими мифами. Некоторые религии, такие, например, как христианство или ислам, заявляют о своей всеобщности и наставляют на собственной исключительности и своём особом положении в мире. Тем не менее даже христианство и ислам можно рассматривать как продукт исторического развития в определенных условиях.

Если обязанность религии — быть в мире с науками, а не отталкиваться от них, и лучше им использовать все человеческие знания и оснастить себя их результатами, то и наукам тоже полезно дать религиям возможность исправить их недостатки заполнить пустые места в душе духовными истинами. Если они этого не делают, то пусть уже лучше занима-

ют нейтральную позицию, не воюют с религиями — это неосознанное отрицание истины вещей, которые полностью содержатся ни в одной из наук, а именно элементы веры в высшую истину, её освещения и поклонение ей. «Значение являются материалами жизни, которые объясняет наука, но не создает их: может изучить периоды их развития и узнать происхождение или занять их место» [4].

Наблюдая за учёными различных отраслей естественных или интеллектуальных наук, полагающихся на результаты, которых достигли специалисты в других отраслях, каждый в рамках своей специальности, никто не дожидается, пока каждый из них снова проведёт тот же опыт и достигнет тех же результатов. Вот это и есть самый здоровый путь прогресса человеческих знаний, а если каждый исследователь будет заново проверять то, что уже проверено, то наука ни на шаг не продвинется вперед.

Итак, несмотря на взаимосвязь науки и религии, имеют место и важнее отличительные особенности. Так, наука занята поиском ответа на вопрос об устройстве мира, её теории пытаются открыть идеальную структуру мира, она изучает причинно-следственный связи, и основная ценность её заключается в информативном содержании: наука прогрессирует за счёт постоянного обновления и принципиально не завершена. Религия же, напротив, пытается ответить на вопрос о том, почему мир вообще существует, осмысливает внутренний опыт человека (смерть, зло, страдания и т.д.) рассматривает проблемы осмысления бытия, основную её ценность представляет опыт переживаний человека, она изменяет своё положение в виде исключения из правил и претендует на абсолютную истину.

#### Литература

1. Барбур И. Религия и наука. История и современность М., 2001.
2. Любищев А.А. Наука и религия. — Спб., 2000.
3. Николаева О. Православие и свобода, М., 2000.
4. Ответственность религии и науки в современном мире под ред. Г.Г. Гутнера, — М., 2004.

УДК:21.215

**Елканов А. Б. докт. экон. н.,  
член-корр. МАНЭБ**

## РЕЛИГИЯ И ПОЛИТИКА

### *Аннотация*

*В статье рассматривается роль религии и политики в общественной жизни общества и их связь между собой.*

**Ключевые слова:** государство, религия, общество, духовность

### *Annotation*

*The article discusses the role of religion and politics in the public life of the community and their relationship with each other.*

**Keywords:** government, religion, society, spirituality

С момента своего образования общество обладает двойственной структурой: материальной и идеальной. Материально общество включено в природу, подчинено законам её существования и развития. Духовно оно отражает природу, возвышается над ней, углубляется к её истокам и прогнозирует её будущее. На материальной основе общества исторически создано государство, на его духовной — церковь. Церковь, учит религия, зная волю Бога и логику Его творения, включает в эту логику деятельность общества. Она приводит законы общества в соответствие с гармонией и этикой космоса, наполняет жизнь человека высшим смыслом, открывает ему путь в бессмертие. Государство же руководствуется сугубо земными законами и интересами, в основе которых лежат законы экономические.

По мере становления, развития и смены общественно-экономических формаций связь религии и государства становилась все

более сложной, глубокой и многоплановой. Среди её основных форм объективно выделяются три:

1. Теократическое государство;
2. Государственная религия;
3. Отделение религии от государства и её участие в публичной политике.

### *Теократическое государство*

Формирование первых государств древности происходило, как правило, на принципах теократии, т.е. объединение светского и духовного руководства в одном лице. Развитие государства и усложнение религиозного культа вело к всё большему укреплению единства религиозной и светской власти. Глава государства провозглашается потомком богов.

В Древнем Египте фараон считается богом во плоти, сыном верховного бога Ра. Древние египтяне верили, что фараону дана власть не только над людьми, но и над окру-

жающей природой. Это вера закреплялась культовыми обрядами, в которых фараон выступал повелителем сил природы. Во время общегосударственных земледельческих празднеств, когда наступало время разлива Нила, фараон бросал в реку папирус с приказом начать разлив, он определял время начала пахоты и жатвы. Объективно эта роль была, бесспорно, позитивной. Фараон, опираясь на жречество, наиболее просвещенную касту Египта, знал лучше безграмотных простых тружеников, когда следует начинать и завершать полевые работы, как лучше проводить их для получения наивысшего урожая. В отличие от государств восточной теократии, которыми, как считалось, правит сам бог, в Римской империи было произведено обожествление человека-императора.

Одним из наиболее сильных теократических государств Востока была Япония. Основателем императорской династии согласно Японской религии синтоизма, считалось богиня Аматерасу. Только император, как единственный представитель божественной династии на земле, был способен от имени всех Японцев общаться с богами, управляющими миром, только он был способен направить страну по правильному пути.

Однако после Второй мировой войны теократические основы Японского государства были упразднены. В декабре 1945 года Синтоистская религия Японии директивой оккупационных властей США была отделена от государства, а в 1946 года Японской император в своем новогоднем обращении к народу отрёкся от своего «божественного происхождения» и остался лишь верховным жрецом нации. Эволюция религиозного мировоззрения привела к формированию монотеизма-религии, не совместимой с обожествлением человека, какое бы положение он не занимал в обществе. На смену теократии, основанной на божественном статусе монарха, приходит теократия, в которой правитель государства провозглашается не богом, а заместителем бога на земле. Одна из крупнейших теократий такого типа образовалась в Древнем Китае. Его император носил титул не бога, а «Сына неба». Небо как духовный повелитель земли избрало императора и вручило ему мандат на управление поднебесной

империей. Этот мандат император не может по своей воле передать другому человеку, он вправе лишь просить небо о назначении своего преемника. Как посредник между небом, землей и людьми, император обладал святостью, божественным разумом, священной добродетелью и священной властью. Деяния императора на земле должны были строго соответствовать при этом воле неба и принципам космического миропорядка. «Небо», писал Мо-цзы, не хочет, чтобы большие царства нападали на малые, чтобы сильные семьи разоряли слабые, хитрый обманывал наивного, знатный кичился перед незнатным... Небо любит справедливость и ненавидит несправедливость».

Легитимность и культ императора зависели от эффективности его управления, от плодов его политической, экономической и культовой деятельности. Теократическими изначально являются многие исламские государства. Это Иран, Ирак, Саудовская Аравия, Египет, Марокко, Пакистан и ряд других государств.

Основным стержнем мусульманского вероучения и философии является утверждение единства Аллаха и отсутствие других творцов наряду с Ним. Согласно мусульманской традиции, основные принципы теократического государства были сформулированы пророком Мухаммадом посредством Божественного откровения. Его путь в качестве руководителя государства и основателя мусульманской государственности начался во второй (мединский) период его жизни. До этого, он был известен только в качестве Божьего посланника и лидера новой религиозной общины. Лидирующая роль Мухаммада началась не с момента переселения в Медину. Практически с самого начала своего пророчества он уже являлся руководителем и организатором мусульманской общины в Мекке.

После его кончины в 632 г. государством правили халифы. Первым халифом был ближайший соратник Мухаммада Абу Бакр, следующими — Омар, Осман, Али. Они получили прозвание праведных халифов. Во время борьбы за власть между Али и Муавией произошел раскол мусульманской общины. Сторонники Али основали течение,

от которого произошёл шиизм. Они считали, что власть в мусульманской общине должна принадлежать только Али и его потомкам, которые являются имамами. Титул «Халиф» шиитами не признается. Из числа первоначально поддерживающих Али выделились хариджиты, которые отстаивали полную выборность халифов. Большинство же мусульманской общины, положившее начало суннитской ветви ислама, поддерживало халифа из династии Омейядов, которого в середине VIII в. сменил халиф из династии Аббасидов. Аббасиды постепенно утрачивали реальную власть, а в XIII в., после завоевания Багдада монголами и бегства халифа в Каир, не имели уже фактически никакой власти. В XVI в. Халифами стали именовать себя турецкие султаны, сохранившие этот титул до 1924 года, т.е. до крушения Османской империи [1, 2].

В принципе изначально халиф считался главой всех мусульман мира, имамом, воплощением идеи неразрывности светской и духовной власти. Однако в конце VII-начале IX века в Аббасидском Халифате сложилась концепция о халифе как прямом представителе Аллаха и о перепоручении халифами светской власти эмирам и султанам. Существование халифа, даже лишённого реальной власти, долго считалось важным условием, освящающим власть светских правителей. В XX веке институт халифата перестал существовать даже формально.

### *Государственная религия*

Второй тип связи религии и государства получил название «Государственная религия». В основе христианского вероучения, зародившегося в I веке в Палестине, лежит признание Иисуса Христа Мессией, сыном Божьим, пришедшим на землю во искупление человеческих грехов. В IV веке христианство стало официальной государственной религией Римской империи. Иисус глубоко осознавал всю порочность существовавшего общества, невозможность изменить господствовавшие повсюду алчность и похоть никакими восстаниями и революциями, никакой заменой лиц в структурах власти. Отношение апостольской церкви к государству предельно ясно изложил в начале V века Блаженный Августин. Республика, писал он, есть дело

народа. Она существует тогда, когда государство «управляется хорошо и справедливо одним ли царём, или несколькими вельможами, или всем народам», когда она служит благу народа. Римляне создавали государство из любви к свободе. Но, обретя могущество, они стали покорять и грабить другие народы.

Римская республика после этого перестала быть истинной республикой. Истинной справедливости нет в современном обществе. Согласно концепции власти, принятой и государством, и церковью, высшая власть в мире принадлежит Всевышнему. Любая земная власть исходит от Всевышнего. В. С. Соловьев писал, что, государство служит косвенным образом в своей мирской области и своими средствами той абсолютной цели, которую прямо ставит церковь: «Приготовлению человечества и всей земли к царству Божьему». Распад Римской империи сделал Европу также уязвимой перед нашествием народов Востока. В V веке римлянам, вместе с княжескими дружинами молодых западных государств, пришлось отражать полчища гуннов, опустошавших все на своем пути. Западная церковь оказалась главным организатором этой борьбы.

Владея в каждой стране приблизительно третьей частью всех земель, церковь обладала внутри феодальной организации огромным могуществом. Церковь и её феодальные землевладения являлись реальной связью между различными странами, своей феодальной организацией церковь давала религиозное освящение светскому государственному строю, основанному на феодальных началах. Взаимосвязь государства и церкви в XVIII веке была качественно преобразована. В Западной Европе в ходе буржуазных революций она повсеместно, кроме Великобритании, была отделена от государства, т.е. потеряла статус государственной религии. В России же, наоборот, церковь была ликвидирована как особый социальный институт и превращена в департамент государства [3].

### *Отделение церкви от государства и её участие в публичной политике*

В период реформации в Европе начался процесс отделения церкви от государства. Государственная власть, отрехнувшись от сво-

ей божественной природы, отделила от себя церковь как не нужный элемент, и для того чтобы не могла препятствовать для мирских целей. Постепенный отход интеллигенции от церкви в XIX веке, увлечение образованных классов нигилизмом и атеизмом под влиянием немецкого материализма и его отечественных адептов — Белинского, Чернышевского, Добролюбова, Герцена, деятельность Л. Толстого по подрыву традиционного Православия — все это неумолимо влекло Россию в пропасть [4, 5].

К началу XX века силы «удерживающего», каковым для России на протяжении веков было традиционное Православие, оказались подорванными, а затем рухнуло и самодержавие. Отделившись, церковь перестала нести ответственность за пороки государства, получила право указывать всем ветвям власти на их ошибки и злодеяния, возможность извне направлять государство и народы на путь истины и благодати. Уход церкви из государственных структур не означал, однако, её ухода из политики. Её деятельность, как и деятельность любого социального института в цивилизованном обществе, регламен-

тируется законом. Во второй половине XX века возникли также религиозные политические партии и общественные организации в традиционно теократических, в частности, исламских государствах. Их образование и выход на политическую арену продиктованы, прежде всего, стремлением лидеров данных стран включить в решение сложных государственных проблем максимальное количество граждан, создать надежную опору власти в народе, в его наиболее грамотной и активной части: духовенстве, национальной буржуазии, интеллигенции.

### Литература

1. Зеньковский В.В. Основы христианской философии. — М., 1992.
2. Ислам. Религия, общество, государство. — М., 1984.
3. Карташев А. В. Церковь. История. Россия. — М., 1996.
4. Катков В.Д. Христианство и государственность. — М., 2013.
5. Киреевский И.В. Разум на пути к истине. — М., 2002.



УДК 338.89

**Алборов.И. Д., д.т.н, проф., академик МАНЭБ  
заместитель председателя МОД «Высший Совет осетин»(Иры Стыр ныхас)»  
Елканов А. Б д. экол. н., член-корр. МАНЭБ, руководитель проблемного совета  
СКО МАНЭБ по морально-нравственному и этнокультурному развитию  
общества**

## **ПРИНЦИПЫ УКРЕПЛЕНИЯ МОРАЛЬНО-ПРАВСТВЕННЫХ УСТОЕВ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ ОСЕТИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Принцип равенства всех народов:  
нет народа избранного и нет народа  
гонимого, отсталого, примитивного.  
(К. Гельвеций. Н. Г. Чернышевский)*

Открытость современного общества, рост межкультурного обмена и туризма в различные страны мира требует от людей грамотно подходить к общению с представителями других культур. В межкультурных коммуникациях люди постоянно сталкиваются со случаями психологического сходства и различия между представителями своей и чужой культур. Психологическая готовность человека к межкультурным коммуникациям обусловлена уровнем его коммуникативной компетентности и толерантности. Только ориентация каждого человека на содружество культур, на мирные и добровольные принципы взаимодействия, приверженность идеям толерантности, добрососедства, уважения прав и обязанностей разных народов, признание равноправия и равноценности всех культур мирового сообщества может предотвратить агрессию, экстремизм, ксенофобию и терроризм.

В процессе межкультурной коммуникации важна ориентация на будущее, а не прошлое, безусловно приступая к межкультурному общению необходимо знать прошлое, историю своего и чужого народа, их культуру, искусство, литературу, историю

взаимоотношений между ними. Однако доминирующей является ориентация на будущее — на то, как народы будут жить дальше на нашей прекрасной Земле, как они будут сотрудничать, торговать, обмениваться туристами, создавать союзы, международные ассоциации, совместные предприятия. Необходимо смотреть в будущее. Важна ориентацию на потомков, а не на предков. Любая попытка разрушить эту систему приводит к потере контакта, возникновению барьеров в общении, закрытости, самозащите и защите своей самобытной культуры. О ценностях не спорят! Унижение национальных чувств и национального достоинства проявляется в виде предубеждений, предрассудков и дискриминации, что составляет большую угрозу дальнейшему продолжению и развитию межкультурной коммуникации. Униженные национальные чувства, поруганное национальное достоинство составляет коллективную бессознательную основу возникновения национализма, а также таких его проявлений в современном мире как фашизм, экстремизм и терроризм. Поэтому проявление уважения, интереса к культуре, позитивной оценки перспектив развития является залогом эф-

фективной межкультурной коммуникации. При контакте с представителями других этносов нецелесообразно что-либо скрывать в специфике своего этнического поведения, стесняться или стыдиться. Коммуникативная закрытость может вызвать у партнера подозрения в неискренности, что ведет к потере эмоционального контакта. А излишняя стыдливость в отношении своей этнической общности может привести к чувству национального превосходства у партнера и, следовательно, к неравноправному, неравноценному общению.

Часто одни народы в отношении других проводили культурную экспансию, сопровождаемую войнами. Но ведь другие люди тоже любят и ценят свою культуру, свой образ жизни и поэтому защищаются. Такой межкультурный конфликт нередко заканчиваются уничтожением малочисленной и более слабо развитой в техническом отношении стороны. Идея культурного неравенства приводит к желанию властвовать, покорять, переделывать других в соответствии со своей культурой, по своему образу и подобию. Очевидно, что «свинцовое» правило неэффективно при межэтнических контактах, так как следование ему приводит к конфликту, войне, возможному уничтожению целого этноса и его самобытной культуры. Большая роль в развитии межнационального мира, взаимоважения людей разной национальности отводится национально культурным обществам. В общественной жизни нашего народа активную позицию в этой важной работе занимает движение «Высший Совет Осетин».

При участии Международного общественного движения «Высший Совет Осетин» в СКГМИ (ГТУ) составлен совместный план работы по ознакомлению студенческой молодежи с традициями и культурой осетинского народа. Комитет по обычаям ведет большую просветительскую работу среди студентов факультетов. В процессе чтения лекции членами Совета Международного общественного движения «Высший Совет Осетин» (Марзаганов М.В., Алборов И.Д. и др.) студенты интересуются историей, традициями осетин, религией и ролью святых мест. Часто лекция превращается в обсуждение разных вопросов, включая этикет

осетинского застолья и других ритуальных обычаев на свадьбах, похоронах и т.д. Все это возможно благодаря совместным усилиям заместителя председателя Высшего совета осетин Алборова И. Д., ректора СКГМИ (ГТУ) в лице Разоренова Ю. И. и проректора Габараева О.З. На всех факультетах проводятся мероприятия по знакомству студентов с традициями и обычаями осетин. В институте организована подписка на газету «Стыр Ныхас». Ведется целенаправленная работа в институте по ознакомлению студенческой молодежи с культурными традициями других народов. В программе художественной самодеятельности студентов танцы народов Кавказа, песни, миниатюры и др.

«Делай так, как делают другие. Делай так, как они любят, как им нравится». Этим правилом следует руководствоваться при межкультурном взаимодействии и общении. Оно означает, что попадая в чужую культуру, целесообразно поступать в соответствии с нормами, обычаями, традициями этой культуры, не навязывая своих религии, ценностей, образа жизни. Это правило отражено в пословицах и поговорках разных народов. Русская пословица: «В каком народе живешь, того обычая и держишься», Осетинские пословицы: «На чьей арбе сидишь, того песню пой»; «Кто своих не любит, тот и чужих не будет любить». Эта аксиома опирается на идею культурного релятивизма, которая провозглашает не просто равенство разных культур, а особую ценность, значимость каждой культуры для всего человечества. Применение этого правила в межкультурной коммуникации позволяет людям отказаться от этноцентрической позиции и осознать, что о культурах нельзя судить, опираясь на собственные представления, стереотипы, ценности, что народы нельзя ранжировать по степени их примитивности или избранности. Народы просто отличаются друг от друга. Каждый создает свою уникальную культуру, свои системы ценностей и правил поведения, которые позволяют им существовать в сложном природном, социальном и этническом мире. В повседневной жизни мы должны уважать и ценить обычаи и традиции других народов, что вызовет взаимное уважение другой стороны. В сложной системе нравственных

регуляторов одно из центральных мест занимает совесть. Общеизвестным определением совести является «способность личности осуществлять нравственный самоконтроль, самостоятельно формулировать для себя нравственные обязанности, требовать от себя их выполнения и производить самооценку совершаемых поступков». Совесть — это великое духовное качество, которое играет особую роль в духовной жизни и в поведении личности. Совесть выступает наиболее эффективным механизмом утверждения в жизни человека цельной системы добродетелей, важным средством активизации нравственной жизни, а также, выполняет функцию внутреннего регулятора, ориентируя нас на соблюдение нравственных требований. Совесть, по утверждению богословов, это нравственный голос Творца в душе человека. Бесспорно, необходимо развивать у людей чувство стыда, вины, боязни, страха перед своим Творцом, но жизненная сфера человека должна находиться под постоянным и суровым надзором закона, действующих конституционно определенных правовых норм. Вместе с тем следует отметить, что высоконравственный, богобоязненный человек не нуждается в юридическом страхе. Он достоин, на основе совести выполняет свои гражданские обязанности. Важную роль в обществе играет моральный страх, поскольку он связан с универсальной регулятивной функцией морали. Мораль регулирует практически все сферы жизнедеятельности человека. Моральные предписания — это укоренившиеся в массовой привычке и санкционированные общественным мнением общепринятые традиционные нормы и правила поведения людей. Морально- нравственные ориентиры народа определяют уровень культуры, уровень восприятия среды обитания.

Наиболее действенным стабилизирующим регулятором в жизни общества является юридический страх. Юридический страх — это чувство боязни возникающее у человека в результате нарушения им общепринятых юридических норм и законов, за что неотвратимо последует соответствующее наказание со стороны государственных и правоохранительных органов. Именно страх перед законом, боязнь неотвратимости наказания за

поступок или преступление является в наше время наиболее эффективным механизмом стабилизации общества, важным фактором, поддерживающим должный порядок и необходимый жизненный ритм в данной социальной системе. Против такого возражения сказать на самом деле нечего, не согласиться с этим нельзя. Действительно, страхи навсегда должны уйти из нашей жизни. Одолевшее человека внутреннее зло вырываясь наружу, приносит несчастье, страдание, горе другим людям. Остановить разрушающее доброе начало, уничтожающее духовно-материальные ценности зло может только страх. Страх перед неминуемым и неотвратимым наказанием за совершенное злодеяние. Это наказание должны осуществлять высоконравственные, волевые и мужественные люди, призванные встать на защиту самой главной ценности — человеческой жизни.

В этой связи В.А. Ильин писал: «Так складывается один из самых трагических парадоксов человеческой жизни: именно лучшие люди призваны к тому, чтобы вести борьбу со злодеями, вступать с ними в неизбежное взаимодействие, понуждать их злую волю, пресекать их злую волю, пресекать их злую деятельность и притом вести борьбу не лучшими средствами, среди которых меч всегда будет еще наиболее прямым и благородным».

Говоря в целом о морально нравственных устоях нашего общества, хотелось бы, чтобы каждый индивид начинал с себя: как выполняет простые жизненные вопросы. Поведение в природной среде, отношение к окружающим, к своим прямым обязанностям по учебе, в быту, на улице и т.д. Уважительное отношение к окружающему миру непременно вызовет к себе уважительное отношение окружающих людей, независимо от национальности и вероисповедания. Только такой постулат может затронуть душу даже изверга. И мы должны следовать такому поведению. Борьба с терроризмом

Еще совсем недавно звучали бравады из уст американского лидера о том, что наряду с «ИГИЛом» и лихорадкой Эбола Россия является главной опасностью для всей цивилизации. И уже сегодня все, кто желает не на словах, а на деле противостоять угрозам самого страшного врага XXI века — терро-

ризма, отчетливо понимают, что Россия во главе с Президентом Путиным В. В. по сути своей является наиболее реальный пример подлинной борьбы с ним. Не углубляясь в далекую историю, что предшествовало нынешним событиям, надо отметить, что все началось с подрывания США и Западом привычного уклада – этнического, религиозного и национально культурного — в странах Северной Африки и Азиатском регионе, кровавого уничтожения государственности этих стран, а также ее устоявшихся лидеров, сеяние хаоса и смуты в Афганистане, Ираке, Египте, Ливии и Сирии. Тысячи убитых, сотни тысяч беженцев и вынужденных переселенцев, тысячи уничтоженных городов и населенных пунктов, беспощадный звериный оскал и покушение на основы цивилизаций, человечности и многое другое – вот неутешительный итог этой политики наших оппонентов. Создание квази государства, так называемого ИГИЛ, и его стремление о главенствующей роли в регионе, а затем и повсеместно, прокладывается любой ценой и любыми методами, а самое главное страхом и ужасом, внушаемыми мирным и ни в чем не повинным гражданам. Эти нелюди ассоциируют себя, как носители одной из главнейших и главных мировых религий — ислама. И Создатель и Пророк на страницах главных писаний отрицали и осуждали все то, что они вершат. Все что они творят и делают не вписывается в мораль и этику тех достижений, которыми сегодня овладела человеческая цивилизация. За тотальным ре-

лигиозным зомбированием, за устрашением через массовые казни, за разрушением мировых культурных ценностей кроется элементарное стремление к власти, наживе и обогащению. *Прозрение и понимание происходящего постепенно привели мир к подлинной консолидации своих усилий для противостояния всему этому.* Противодействие терроризму стало рефреном выступлений всех участников многих последних мировых форумов. А у мирового сообщества на памяти незабываемые жертвы трагедии в Беслане, Кизляре, Буденовске, Волгодонске, Волгограде и Москве, в небе над Синайским полуостровом. Помним и о тех, кто погиб на улицах Мадрида, Бейрута, Багдада, Нью-Йорка, Парижа, а теперь и в Стамбуле. Но, сегодня важно не только сострадание, но научиться давать отпор, внушать всем, кто стоит за этими преступлениями, ощущение, что наказание неминуемо, а расплата неизбежно. Как правовому государству нам необходимо усилить нормы, предусматривающие преследование не только тех, кто совершает преступления, но и тех кто оказывает материальную и моральную поддержку и пособничество террористическим организациям и отдельным исполнителям. Мы должны сделать все для того, чтобы показать, что распущенность морали порождает паралич совести, которые впоследствии разлагают целые политические элиты многих стран. **Поэтому приверженность к главным ценностям и собственным традициям, отстаивание их — наша приоритетная задача.**

---

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ

---



Исполнилось **70 лет** со дня рождения академика МАНЭБ **Кокоева Теймураза Исаковича**.

**Кокоев Т.И.** доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель наук Республики Южная Осетия, почетный доктор Арцахского государственного университета, член Российского Союза ректоров, действительный член интеллектуального клуба фундаментальной библиотеки при Московском государственном университете им. М. Ломоносова.

Награжден «Орденом Дружбы» республики Южная Осетия, орденами МАНЭБ «Безопасность. Честь. Слава» и «За вклад в научную литературу», медалью в честь 250-летия МГУ им. М. Ломоносова, медалью в честь 15-летнего юбилея Российского Союза ректоров.

В 2016 году стал лауреатом Государственной премии им. Коста Хетагурова за выпуск 2-х томного справочного издания «Русско-осетинский энциклопедический словарь по биологии и медицине. Неологизмы и система терминов». Является соучредителем Ассоциации университетов самоопределившихся государств.

В течении 10 лет (с 2003 г. по 2013 г.) возглавлял Юго-Осетинский Государственный университет им. А. Тибилова. Годы его работы совпали с самым тяжелым периодом грузино-осетинского конфликта.

В настоящее время Теймураз Исакович работает заведующим кафедрой биологии и заведующим лабораторией медико-биологических исследований Юго-Осетинского Государственного университета им. А. Тибилова.

Опубликовал 85 научных работ, в том числе 4 учебника и 4 учебных пособия, 9 монографий, автор 4 патентов на изобретение. Ежегодно в качестве руководителя принимает участие в совместном конкурсе РГНФ — Мин.ОН РЮО. Научные исследования профессора Кокоева Т.И. посвящены проблемам экологии, медицинской биохимии, микробиологии, микологии, ботаники, фитопатологии, зоологии.

**Члены СКО МАНЭБ сердечно поздравляют Кокоева Теймураза Исаковича с юбилеем и желают творческих успехов в научно — педагогической деятельности, крепкого здоровья и долгих лет жизни.**

## Требования к статьям для авторов «Вестник МАНЭБ»

"Вестник МАНЭБ" публикует краткие сообщения об оригинальных исследованиях по проблемам экологии и безопасности жизнедеятельности, авторами которых являются действительные члены, члены-корреспонденты, члены и иностранные члены МАНЭБ.

Журнал публикует также работы других авторов, представленных действительными членами и иностранными членами МАНЭБ по соответствующей специальности. Такое представление может быть получено автором до направления статьи в редколлегию или после ее поступления. В последнем случае статья, удовлетворяющая требованиям журнала, может быть рекомендована к публикации академиком - членом редколлегии и предложена другим академиком - специалистом в данной области, к которому редакция обратится с просьбой дать заключение о статье. В журнале публикуются, кроме статей, информационные сообщения Президиума МАНЭБ, а также помещаются аналитические обзоры о конференциях, проводимых под эгидой МАНЭБ, рецензии на публикации, издаваемые под грифом МАНЭБ, аннотации на изобретения членов МАНЭБ. В журнале публикуются рекламные объявления по его профилю.

### Правила оформления присылаемых рукописей:

1. Статьи должны быть отпечатаны через два интервала и представлены в двух экземплярах (в том числе и графический материал) на русском (и желательно на английском языке).

2. На первой странице, кроме текста, должны быть напечатаны индекс статьи по универсальной десятичной классификации (УДК), название статьи, инициалы и фамилии авторов, аннотация.

3. В конце статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии авторов, почтовый индекс и номер телефона (служебный и домашний) каждого соавтора. Статья должна быть подписана каждым из соавторов.

4. Общие требования к размещению формул, таблиц и графиков, а также к написанию букв и их разметке для редакционной обработки являются общепринятыми (см., например, докл. РАН).

5. "Вестник МАНЭБ" публикует статьи, занимающие не более 1/4 авторского листа. В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не более 15 источников) и рисунки, число которых не должно превышать четырех, включая обозначения "а", "б" и т.д.

а) в публикуемых работах отражается позиция автора, которая может и не совпадать с мнением редакции журнала. В особых случаях статью будет предварять либо завершать рубрика "Комментарии редакции";

б) если статья будет отклонена редакцией, то она возвращается автору. Редакция гарантирует авторам неопубликованных материалов соблюдение авторских прав и конфиденциальность их содержания.

Авторам предлагается посылать свои сообщения в наиболее сжатой форме, совместимой с ясностью изложения, в совершенно обработанном и окончательном виде.

В связи с переходом к компьютерному набору журнала авторам рекомендуется присылать в дополнение к рукописи статьи содержащую ее дискету. Рекомендуется к использованию: MSWord или файлы, набранные в альтернативной кодировке ГОСТА. Файл может быть передан в редколлегию по электронной почте: E-mail: gusak@maneb.spb.su

Представление тщательно проверенного файла (дискеты) облегчит и ускорит набор, а также устранил возможность ошибок по вине редакции.

В случае переработки статьи по рекомендации рецензента или внесения в нее каких-либо изменений необходимо передать в редколлегию по электронной почте или дискетой измененный файл полностью.

Адрес редколлегии: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5. Телефон: 670-93-76 Факс: 314-44-60. Секретарь - Щарикова Марина Валерьевна.

### Положение о специальных выпусках "Вестника МАНЭБ"

1. Специальные выпуски "Вестника МАНЭБ" могут быть тематическими или региональными.

2. Специальные выпуски издаются по инициативе регионального отделения и оплачиваются за счет средств отделений.

3. В Президиум МАНЭБ сначала представляется заявка на издание, а затем по мере готовности окончательно подготовленный материал.

4. Редсовет и редколлегия рассматривают научную направленность материала и его качество.

5. Президиум (Бюро) МАНЭБ на основании лицензии, предложений редсовета дает разрешение на выпуск, утверждает научного редактора выпуска.

6. Два титульных листа (стр. 1 и 2), содержащие реквизиты "Вестника МАНЭБ", являются обязательными для каждого из выпусков (см. Приложение на 2-х стр.).

7. На свободные места титульного 2 листа (стр. 1) по согласованию с гл. редактором могут быть помещены эмблемы, рисунки и другая символика, отражающая сущность публикуемого материала. Стр. 2 не дополняется.

8. На 3-м листе размещаются реквизиты специального выпуска и вся информация о нем.

9. Тираж выпуска определяется издателем, но не менее 1000 экз., из которых 100 экз. передаются в собственность МАНЭБ безвозмездно.

10. Согласование вопросов о специальных выпусках ведется через Президента МАНЭБ О.Н.Русака и главного редактора "Вестника МАНЭБ" Аполлонского Станислава Михайловича:

190000, Россия, Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 6-19. Телефоны: (812) 315-85-11, 110-60-96, E-mail: alik @ ahhjllon.spb.su.