ISSN 1993-3916

Том *Volume* **22** **Номер** Number **2 (67)** **Июнь** June **2016**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
ARID ECOSYSTEMS

Журнал освещает фундаментальные исследования и результаты прикладных работ по проблемам аридных экосистем и борьбы с антропогенным опустыниванием в региональном и глобальном масштабах. Издается с 1995 года по решению Бюро Отделения общей биологии Российской академии наук.

The journal is published by the decision Department of Biological Sciences of Russian Academy of Sciences (RAS). The results of fundamental and applied investigations on the problems of arid ecosystems and on struggle against anthropogenic desertification are published on its pages. Principles of system study of arid territories and the dynamics of their biology potential changes in global and regional aspects are put into basis.

МОСКВА: Товарищество научных изданий КМК
MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd

2016

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES
PRICASPIYSKIY INSTITUTE OF BIOLOGICAL RESOURCES
OF DAGESTAN SCIENTIFIC CENTER RAS
DEPARTMENT OF SOIL SCIENCES
WATER PROBLEMS INSTITUTE RAS
INSTITUTE OF GEOLOGY OF DAGESTAN
SCIENTIFIC CENTER RAS

SECTION "Problems of arid ecosystems and combat against desertification"
Scientific council "Problems of ecology and biological systems"

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 22, No. 2 (67), 2016, JUNE
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

Editor-in-chief Prof., Dr. biol. Z.G. Zalibekov**

Deputy editor Prof., Dr. geogr. N.M. Novikova*

Editorial Board:
B.D. Abaturov, G. Björklund (Sweden), S.-W. Breckle (Germany), K.B. Gongalsky, P.D. Gunin, A. Jilili (China), T.V. Dikariova L.A., Dimeeva (Kazakhstan), T.D. Zinchenko, I.S. Zonn, R.V. Kamelin, K.N. Kulik, Zh.V. Kuzmina, G.S. Kust, Yu.A. Mazei, V.V. Neronov, K.Z. Omarov, L. Orlovsky (Israel), B. Oyungerel (Mongolia), A.A. Tishkov, V.I. Cherkashin, A.A. Chibilev, Z.Sh. Shamsutdinov, N.G. Mazei (*executive secretary*)

Editorial council:
A.B. Biarslanov, M. Glantz (USA), Zhigang Jiang (China), M.H. Durikov (Turkmenistan), P.M.-S. Muratchaeva, V.M. Neronov, E.A. Rustamov (Turkmenistan), I.V. Springuel (Egypt), N.Z. Shamsutdinov, P. Shafroth (USA), R.V. Jashenko (Kazakhstan)

Responsibilities for issue:
Z.G. Zalibekov**, A. B. Biarslanov**

Addresses of Editorial Offices:
*Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS
Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

**Russia, 367025 Makhachkala, Gadjieva str., 45, PIBR DSC RAS
Tel./ Fax: (872-2) 67-60-66
E-mail: pibrdncran@mail.ru

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd

2016

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ПРИКАСПИЙСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ РАН
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

СЕКЦИЯ "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета по проблемам экологии биологических систем

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 22, № 2 (67), 2016, июнь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор
доктор биологических наук, профессор
З.Г. Залибеков**

Заместитель главного редактора
доктор географических наук, профессор
Н.М. Новикова*

Редакционная коллегия:
Б.Д. Абатуров, Г. Бйоклунд (Швеция), С.-В. Брекле (Германия), К.Б. Гонгальский, П.Д. Гунин, А. Джилили (Китай), Т.В. Дикарева, Л.А. Димеева (Казахстан), Т.Д. Зинченко, И.С. Зонн, Р.В. Камелин, К.Н. Кулик, Ж.В. Кузьмина, Г.С. Куст, Ю.А. Мазей, В.В. Неронов, К.З. Омаров, Л. Орловская (Израиль), Б. Оюнгерел (Монголия), А.А. Тишков, В.И. Черкашин, А.А. Чибилев, З.Ш. Шамсутдинов, Н.Г. Мазей (*Ответственный секретарь*)

Редакционный совет
А.Б. Биарсланов, М.Г. Гланц (США), Джиганг Джанг (Китай), М.Х. Дуриков (Туркмения), П.М.-С. Муратчаева, В.М. Неронов, Э.А. Рустамов (Туркмения), И.В. Спрингель (Египет), Н.З. Шамсутдинов, П. Шафрот (США), Р.В. Ященко (Казахстан)

Ответственные за выпуск:
З.Г. Залибеков**, А.Б. Биарсланов**

Адреса редакции:
*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-41, Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

**Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, ПИБР ДНЦ РАН
Телефон: (872-2) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@mail.ru

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2016

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при финансовой поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов и
Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Института водных проблем Российской академии наук,
Товарищества научных изданий КМК
и содействии региональных отделений секции
"Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета "Проблемы экологии биологических систем"
отделения биологических наук Российской академии наук
Подписной индекс русской версии журнала 39775 в каталоге «Пресса России»

The journal has been founded in 1995.
It is published under financial support of
Pricaspiyskiy Institute of Biological Resources
Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences,
KMK Scientific Press Ltd
with assistance of regional departments of the section:
"Problems of Arid Ecosystems and Desertification Control",
Scientific Council "Problems of Biosystems Ecology"
Department of General Biology of Russian Academy of Sciences
Subscription index of the Russian version of the journal 39775 in the catalogue «Press of Russia»

Журнал включен в систему Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ) eLIBRARY.RU, в список Реферируемых
журналов и Базы данных ВИНИТИ, входит в Перечень изданий,
рекомендованных ВАК РФ, с 2011 г. переводится на английский
и распространяется издательством Springer за пределами России.
Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной
справочной системе по периодическим и продолжающимся
изданиям «Ulrich’s Periodicals Directory».
Информация о журнале и архив располагаются на сайте
www.iwp.ru

The journal is included in the system of the Russian science index
citation (RINC) eLIBRARY.RU, in the list of reviewed journals,
database of VINITI and in the list editions, recommended
by Higher Attestation Commission of Russian Federation.
It is translated from Russian to English and distributed by Springer
Publisher House outside of Russia.
Information about the journal is annually published in the International
inquiry system of the «Ulrich’s Periodicals Directory».
Information about Journal and archive are at the site www.iwp.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Том 22, номер 2 (67), 2016 июнь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О разнообразии почвенных ресурсов и их роли в создании продовольственной безопасности
З.Г. Залибеков, А.Б. Биарсланов 5-15

О роли сейсмичности, магматизма и вулканизма в формировании климатических аномалий и катастроф
Д.Г. Осика, А.Ю. Отинова, Н.Л. Понамарева 16-24

О современных динамических изменениях уровня Каспийского моря
Ш.Г. Идармачев, А.Г. Магомедов 25-31

Вариации изотопного состава стронция в образцах современных улиток восточной части Кавказа
Н.И. Шишлина, Ю.О. Ларионова, И.А. Идрисов, Е.С. Азаров 32-40

Об экологическом аспекте современной сейсмичности территории Восточного Кавказа
Р.А. Магомедов 41-47

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Флуоресцентные исследования системы почва-растение
А.Т. Маммаев, М.Ю. Алиева, М.Х.-М. Магомедова, Е.В. Пиняскина 48-55

Изменение затопленных почв прибрежной полосы Каспия в периоды их иссушения и аридизации
Д.Б. Асгерова, З.Д. Бийболатова, П.А. Батырмурзаева, В.А. Желновакова 56-62

Использование геотермальных вод Дагестана в научных исследованиях и биотехнологических процессах
Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова, С.Ц. Котенко 63-71

Об особенностях наземно-аквального экотона морского побережья северного Дагестана
М.И. Джалалова, Р.М. Загидова, П.А. Абдурашидова 72-77

Оценка структуры изменчивости морфологических признаков клевера среднего при интродукции в условиях горного Дагестана
У.Х. Хумаева, А.Д. Хабибов, П.М.-С. Муратчаева 78-86

О размещении искусственного рифа в Каспийском море
Ф.Ш. Амаева, М.М. Алигаджиев, А.А. Абдурахманова 87-92

ХРОНИКА

Научные и прикладные аспекты мероприятий, посвященных Международному году почв
М.З. Залибекова 93-97

ПОТЕРИ НАУКИ

Ушел из жизни Марат Абдулаевич Баламирзоев 98-99

CONTENTS

Volume 22, Number 2 (67), 2016 JUNE

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Soil resources diversity and its role in food security preservation
Z.G. Zalibekov, A.B. Biarslanov 5-15

On the role of magmatism seismicity and volcanism in the formation of climate anomly and katastrof
D.G. Osika, A.Yu. Otinova, N.L. Ponomareva 16-24

About modern dynamic changes of level of the Caspian Sea
Sh.G. Idarmachev, A.G. Magomedov 25-31

Variations in $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios in the snail contemporary samples obtained from the Eastern Caucasus
N.I. Shishlina, Yu.O. Larionova, I.A. Idrisov, E.S. Azarov 32-40

On the environmental aspect of the modern seismicity of the territory the Eastern Caucasus
R.A. Magomedov 41-47

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Fluorescentre search soil-plant system
A.T. Mammaev, M.Y. Alieva, M.H.-M. Magomedova, E.V. Pinyaskina 48-55

The change of flooded soils of littoral zone of Caspyi during their drying and aridization periods
D.B. Asgherova, Z.D. Biubolatova, P.A. Batirmurzaeva, V.A. Gelnovakova 56-62

Use of geothermal waters of Dagestan in scientific research and biotechnological processes (review)
E.A. Islammagomedova, E.A. Khalilova, S.C. Kotenko 63-71

The specifics aqua – terrestrial ecoton seacoast of north Dagestan
M.I. Dzhalalova, R.M. Zagidova, P.A. Abdurashidova 72-77

Assessment of structure of variability of morphological features of trifolium medium l. At the introduction in the conditions of inner-mountainous Dagestan
U.H. Khumaeva, A.D. Khabibov, P.M.-S. Muratchaeva 78-86

About the question of placement of an artificial reef in the Caspian Sea
F. Sh. Amaeva, M.M. Aligadzhiev, A.A. Abdurakhmanova 87-92

HRONICLE

Scientific and applied aspects of events devoted to the International year of soils
M.Z. Zalibekova 93-97

LOSSES OF SCIENCE

M.A. Balamirzoev is gone 98-99

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 5-15.

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 631.48

О РАЗНООБРАЗИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И ИХ РОЛИ В СОЗДАНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© 2016 г. З.Г. Залибеков, А.Б. Биарсланов

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН,
Дагестанский Государственный Университет
Россия, 367000 г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75. E-mail: bfdgu@mail.ru
Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000 г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45 E-mail: axa73@mail.ru

Поступила 14.07.2015

Показана целесообразность использования картографического метода оценки почвенных ресурсов по площадям с дополнением разнообразия ресурсов: продукционных, энергетических, информационных. Исследована генетическая природа важной категории разнообразия – продукционного ресурса. Установлены соотношения величин годового прироста, опада растений и переводимой части общей биомассы в продовольствие; пороговая концентрация элементов питания и конкурентные отношения в их потреблении выступают в качестве факторов мобилизации неиспользуемых ресурсов.
Ключевые слова: почвенные ресурсы, прирост, годовой опад растений, пороговая концентрация, конкурентные отношения, продукционное разнообразие, категории, дифференциация.

По общепринятой концепции почвообразования, почвенные ресурсы определяются, преимущественно картографическими, пространственными (площадями типов почв и нижеследующих единиц с определенным ареалом их распространения), параметрами. В общую площадь разновидностей почв включается территория занятая ее ареалом, находящейся в естественно-исторических условиях развития. Производимые пищевые, кормовые, сырьевые ресурсы создаются в качестве компонентов общей биомассы, синтезируемой под влиянием большого разнообразия факторов почвообразования (Добровольский, 1996; Добровольский и др., 2000). Кроме ресурсов картографического пространственного содержания, почвенный покров включает биопродукционные, энергетические, информационные и другие, выполняющие определенную роль в создании общей биомассы и получаемых из нее продовольственных продуктов. Наиболее важное значение имеют биопродукционные ресурсы, являющиеся результатом фотосинтетической деятельности растений и связанных с нею процессов. Учитывая эти особенности, проведены исследования по динамике накопления общей биомассы растительных сообществ, как ресурса определяющего потенциал генетических разностей почв и почвоподобных тел (Ковда, 1985; Залибеков, 2013).

Объект и методы исследования

Источники ресурсов продукционных процессов, связанных со свойствами почв и факторами почвообразования рассматриваются как элементы, потребляемые растительными сообществами для увеличения скорости и количества накапливаемой биомассы. Определение степени поступления элемента и динамики изменения отдельных генетических разностей почв дают возможность оценить разнообразие категорий потенциала способных изменить величину общей биомассы. Показатели биомассы растений и их сообществ оцениваются сравнением величин потребляемых питательных элементов почв способных изменить скорость и потенциал биопродукционного процесса. Выявление скоростей накопления биомассы отдельных видов растений и сообществ при разных соотношениях

элементов питания позволило дифференцировать их конкурентоспособность по отношению потребляемых элементов и накопления биомассы.

Исследования проведены в Терско-Кумской низменности, где почвообразование протекает в условиях полупустынного климатического режима. Объектом явились типы, подтипы почв, отличающиеся по содержанию элементов минерального питания (ЭМП) и величиной синтезируемой биомассы. Диагностические показатели определены в рамке установленных классификационных единиц почв, используемых в качестве пастбищных угодий. Почвенные разности соответствуют порядку расположения выделов общепринятой легенды Почвенной карты РСФСР 1:2500000 (Фридланд, 1988). Разработанные принципы определения разнообразия биопродукционных ресурсов почвенного покрова использованы при их дифференциации на уровне географических единиц (табл. 1).

Таблица 1. Дифференциация разнообразия ресурсов почвенного покрова.
Table 1. Differention of soil cover resoures diversity.

Уровень дифференциации	Ресурсы		Факторы дифференциации	Показатели изменений
	карто-графические площадные, га	био-продукционные, ц/га		
Зональный	Стабильное	Стабильные	Климатические	Направление почвообразования
Региональный	Условно стабильное	Условно стабильные	Геоклиматические	Аккумуляция гумуса и ЭМП
Локальный	Не управляемые	Не стабильные управляемые	Элементы рельефа	Засоление солонцеватость эрозия
Антропогенный	Не стабильные	Периодически функциони-рующие	Производственно-технические	Смена отраслей сельского хозяйства

Наряду с пространственными (площадными) характеристиками рассматривается категория биопродукционных ресурсов, созданная ускорением повышения величины синтезируемой биомассы растений при сохранении величин ареалов разновидностей почв. Трудности заключаются в том, что для определения годового прироста зеленой массы и годового опада по конкурирующим доминантам выбираются микроареалы внутри исследуемого сообщества. Площадь микроареала – 0,4-1,0 м^2 количество учтенных микроареалов по каждому из доминантов составляет 8 повторностей. Полученные данные статистически обработаны и внесены в электронную базу данных. При этом раскрывается возможность для оценки потенциала почв с позиций генетического почвоведения (Докучаев, 1950; Зонн, 1978) и общего объема пищевых, кормовых, сырьевых ресурсов. Дифференциация категорий биопродукционного разнообразия осуществляется в нескольких уровнях, первым из которых является зональный, где определяющим признаком является направление почвообразования. Почвенные процессы фонового уровня отличаются стабильностью площадных показателей и ведущей ролью геологических, климатических условий. Региональный уровень характеризуется стабильными показателями, формирование которых связано с геоморфологией территории (Солдатов, 1956; Мирзоев, 1963). При переходе к локальному уровню площадный показатель определяется постоянной величиной, где дифференциация ресурсов связана с элементами рельефа и высотной организацией территории.

Увеличение продукционных ресурсов на локальном уровне обуславливается подавленностью процессов засоления, солонцеватости и эрозии. Антропогенный уровень дифференциации отличается изменчивостью размера площадей (террасы, освоение,

орошение) и периодичностью функционирования. Отличия рассматриваемого уровня обусловлена факторами производственно-технического направления и чередованием культур в отраслях сельского и лесного хозяйства (Залибеков и др., 2007; Биарсланов, 2013).

Антропогенный уровень дифференциации ресурсов почв отличается многогранностью, оригинальностью, где рассматриваемые вопросы имеют фундаментальное и прикладное значение. Категория антропогенного разнообразия ресурсов характеризуется широким географическим распространением и увеличением информации об освоенных, трансформированных почв. На отдельных участках увеличивается получаемая биопродукция с единицы площади, свидетельствуя о наличии биопродукционных ресурсов в освоенных почвах и почвоподобных образованиях. Рост продуктивности освоенных почв в земледелии и интенсификация антропогенного воздействия на природную среду дают возможность мобилизовать неиспользуемых (или недостаточно используемых) ресурсов почв и растений. В основу антропогенной дифференциации биопродуктивных ресурсов приняты объективно существующие закономерности формирования особых вариантов почв под влиянием агротехники, орошения плантажирования, террасирования и др. Специфика новых процессов и направлений в почвообразовании привела к формированию режимов и свойств (увеличение доступных форм ЭМП, созданию аэрации избыточно-увлажненных почв, расоление, проведение дренажа и промывок). С накоплением фактического материала основная концепция о зависимости потенциала почвенных ресурсов от картографических параметров (площадей) уступает место концепции, посвященной разнообразию воздействующих мероприятий, оказывающих позитивное влияние на фотосинтетическую способность растений о создании электронной базы данных и ГИС технологий дали возможность по новому осветить роль антропогенного фактора в формировании биопродукционных ресурсов. Новизна заключается в том, что антропогенная дифференциация, как многофункциональная система обладает ресурсом биопродукционного почвообразования. Отличия этой категории сводятся к уменьшению степени влияния пространственных ограничивающих факторов, выявлению неиспользуемых ресурсов в естественных условиях. Обладая возобновимостью биопродукционный ресурс характеризуется величиной общей биомассы, являющейся сырьевой базой производства продовольственных товаров.

Результаты и обсуждение

Почвенные ресурсы характеризуются большим разнообразием и объединяются условно в категории по признакам, характеризующим их принципиальные отличия (табл. 2). Категория пространственных ресурсов – площадей по типам, подтипам почв и нижеследующих единиц широко используются в научных исследованиях и практической работе, представляя фундаментальную основу картографии почв.

Таблица 2. Категории разнообразия почвенных ресурсов.
Table 2. Diversity categories of soil resources.

Категории ресурсов	Единицы измерения	Основные параметры	Отличительные признаки
Картографические, пространственные	$м^2$, га	площади генетических разностей почв	повсеместное распространение
Биопродукционные	ц/га, кормовые единицы	биомасса растений урожайность культур	состав и свойства почв по горизонтам
Энергетические	ккал	органическая часть почвы	гумусовая оболочка земли
Информационные	электронная база данных	состав и свойства почв, морфологические признаки	стабильные, устойчивые
Геологические	–	породы разного возраста	функционирование, геологические отрезки времени

Выделенные категории разнообразия почвенных ресурсов базируются на результатах исследований по фундаментальным направлениям почвоведения и смежных наук. В дальнейшем по мере накопления материалов предполагается выявление новых категорий, отражающие изменения, происходящие в свойствах почв под влиянием климатических, биологических, геологических, антропогенных факторов. В современных условиях важное значение имеет изучение категории биопродукционных ресурсов, являющихся необходимым условием создания продовольственной безопасности страны.

Растительный организм обладает важным свойством изменять величину накапливаемой биомассы на единицу площади независимо от размера территорий занимаемых ареалов. Отсутствие факторов ограничения накопления биомассы и ее связь с плодородием почв выдвигает рассматриваемую категорию ресурсов в качестве стратегии фундаментальных исследований по проблеме биологической продуктивности почв. Фракции общей биологической массы, элементы питания и распределение их сохраняя доступность обеспечивает транспорт ЭМП от лучше обеспеченных сегментов к хуже обеспеченным, мигрируясь в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Использование ресурсов ЭМП растениями выступает в качестве особого, недостаточно изученного процесса, происходящего в почвенной среде. Из этого вытекает, что, использование биопродукционных ресурсов позволяет разработать мероприятия, способствующие увеличению получаемой продукции, обеспечивая сохранность контуров и площадей почв в своих геометрических очертаниях. Стабильное сохранение площадей и геометрических очертаний почвенных контуров определяют приоритетное значение проблем, связанных с использованием категории разнообразия биопродукционных ресурсов. Продукционное разнообразие ресурсов и неограниченные возможности их увеличения в пределах ареала одной и той же генетической разности выступают в качестве природного потенциала, способствующего функционированию существующих площадей почв и получению с них продукции, представляющей основу развития пищевой промышленности и продовольственного рынка.

Важное значение имеет изучение потенциала категории биопродукционных ресурсов, происхождение которых связано со свойствами почв и геологических пород, способствующих увеличению синтезируемой биомассы живыми организмами (Вернадский, 1992). Категория геологического разнообразия биопродукционных ресурсов формируется под влиянием минералогического, гранулометрического и химического составов почвообразующих и подстилающих пород. Влияние минералогического состава проявляется изменением генетических свойств и направлений почвообразования. В первую очередь отмечается переход первичных минералов в тонкодисперсные вторичные, отличающиеся максимальными пределами их дробления, создавая рыхлую благоприятную среду для гумусообразования и поселения живых организмов. Почвообразующие породы, состоящие из частиц разного размера оказывают влияние и способствуют изменению свойств почв направленных на создание профильной организации почвенного профиля. Из происходящих изменений в направлении формирования геологической категории биопродукционных ресурсов следует отметить улучшение водопроницаемости, дренирующего влияния, плотности сложения и содержания тонкодисперсных частиц. Геологические породы, как почвообразователи, подвергаются воздействию природных и антропогенных факторов, принимая непосредственное участие в образовании общего ресурсоведческого потенциала почв. Из факторов, связанных с созданием биопродукционных ресурсов преимущественным развитием характеризуется биологический потенциал, создаваемый физико-химическими свойствами: потенциальные, энергетические, информационные. Изучение их параметров и данных по разнообразию ресурсов находится на начальном этапе развития и требует дополнительных исследований. Перечень категорий почвенных ресурсов охватывает их разнообразие, распространенность в аридных регионах нашей страны. В данной работе

приводятся результаты исследований по категории - биопродукционных ресурсов, генетическая природа которых остается до настоящего времени недостаточно изученной.

Биопродукционные ресурсы отличаются возобновимостью во-времени и отсутствием ограничений в освоении резервов включая продовольственную составляющую в составе биологической продукции. В качестве основного критерия формирования продукционного ресурса согласно модели Д. Тильмана (Tilman, 1982) принята пороговая концентрация элемента, как минимальная величина функционирующих сообществ растений со скоростью прироста зеленой массы равной скорости отмирания в виде ветоши и опада.

При определении продукционных ресурсов почв важное значение имеет выявление пороговой концентрации элементов минерального питания азота и фосфора. Трудности заключаются в том, что пороговая концентрация для сообщества растений выявляется для группы в целом, где условия существования разных видов ограничены в разной степени. В гетерогенной среде выдерживает конкуренцию вид, у которого пороговая концентрация выше сравниваемых видов.

Показатели продукционных ресурсов светло-каштановой почвы (площадью 234 тыс. га) представляют основу расчета исходных данных на всей занимаемой ими площади в южных регионах России. Как среда конкуренции за 2-х элементов (азота-фосфора) между растительными организмами сообщества допустимая величина характеризуется концентрацией: гидролизуемого азота – 6.0 мг/100 г., подвижного фосфора – 4.3 мг/100 г. почвы. Доминирующие виды растений: полынь таврическая (*Artemisia tauriaca T.*), костер кровельный *Bromus squarosus L.* При уменьшении концентрации подвижного фосфора до 3.2 мг/100 г. на той же разновидности светло-каштановой почвы костер однолетний уступает лидирующее положение мятлику луковичному *Poa bulbosa L.* Тип растительного сообщества характерного светло-каштановой почве сохраняется (табл. 3). В отдельной группе видов сообщества полынь таврическая и костер однолетний различаются в потреблении 2-х ресурсов и имеют разные отношения в области лимитирования. Каждый вид выбирает микрозону, где он наиболее конкурентоспособен (Grime, 2001). Степень и характер поступления азотных и фософорных соединений в корнеобитаемом слое почв соответствуют дозировке физиологических потребностей каждого вида растений. Потребление N, P осуществляется в пределах содержания: для полыни таврической по слоям 0-10 см – 6.0 мг/100 г., 20-30 см – 2.2 мг/100 г почвы. В обоих случаях ЭМП содержится в оптимуме, а для костра однолетнего во втором случае – в пределах пороговой концентрации. Для лугово-каштановой карбонатной легкосуглинистой почвы под злаково-разнотравной растительностью содержание ЭМП несколько увеличивается, тогда как, различия в величине годового прироста и годового опада уменьшаются. Оптимальное содержание ЭМП характерно для пырея ползучего, где годовой прирост и опад составляет соответственно – 12.8, 10.0 ц/га. Из 2-х незаменимых элементов (N, P) заметные изменения показывают величина подвижного фосфора в слое 0-10 см – 3.1-4.2 мг/100 г. почвы.

Для определения ресурсов, способствующих увеличению фитомассы растений произведены расчеты по усвоению растениями азота и его соединений. По работам Е.И. Ратнера, С.Ф. Ухина (1963) в основе питания растений азотом лежит использование минеральных форм, из которых растение само создает в корнях нужные ему аминокислоты из опада (надземного, подземного) в нужных пропорциях. Эффективность аминокислот, как источника азота для сообщества растений определяется возможностью дезаминирования в корнях и последующим преобразованием разных форм аминокислот (Кретович, 1972). Масштабы этих процессов определяются количеством опада связанного с извлечением ресурсов азота по типам почв. В зависимости от плодородия почв изменяется величина годового прироста зеленой массы и годового опада растений. Поступление ресурсов азотных соединений усвояемых полынью таврической и костром однолетним различаются в небольших пределах, указывая на одинаковое количество усваиваемых форм азота

(аминокислот). Доступное соотношение форм азота в результате дезаминирования в корнях и последующее вовлечение их в синтезе органического вещества у различных видов растений остается без существенных изменений.

Относительно форм фосфорного питания следует указать об усилении конкуренции между доминантами, где ведущая роль принадлежит полыни таврической. Заметные изменения в конкурентных отношениях за ресурсы фосфора и его соединений выявлены в лугово-каштановой карбонатной легкосуглинистой почве, под сообществом злаково-разнотравной растительностью.

Таблица 3. Показатели, определяющие биопродукционные ресурсы почв Терско-Кумской низменности. **Table 3.** Indices defining bioproductioning soil resources of the Tersko-Kumskaya lowland.

Почва	Растительность и доминанты	Надземная фитомасса, ц/га		Азот		Фосфор		Усредненное количество видов
				мг – 100 г. почвы				
				0-10	20-30	0-10	20-30	
		Пр	Оп	см				
Светло-каштановая слабо-солонцеватая средне-суглинистая	эфемерово-полынная полынь таврическая							19
	1у	11.7	8.1	4.9	2.4	2.0	1.8	
	2у	10.8	8.0	5.0	2.0	4.1	1.6	
	3у	9.9	7.5	4.9	1.8	3.7	1.0	
	костер однолетний							
	1у	4.9	3.8	4.5	2.0	3.5	1.1	
	2у	5.0	4.7	3.8	2.1	4.7	1.8	
	3у	5.0	4.6	4.1	1.5	3.9	0.9	
Лугово-каштановая карбонатная легко-суглинистая	Злаково-разнотравная кохия стелющаяся							8
	1у	12.8	10.0	6.0	3.1	4.2	1.7	
	2у	13.1	11.4	5.9	2.2	2.2	0.9	
	3у	13.6	10.4	5.8	2.4	2.1	0.9	
	Пырей ползучий							
	1у	14.5	10.4	5.2	2.1	3.1	1.2	
	2у	12.3	10.7	4.7	2.3	2.9	1.8	
	3у	13.4	11.0	3.9	2.0	3.0	1.6	
Луговая солончаковая тяжелосуглинистая	Солянково-камфоросмовая солянка древовидная							10
	1у	4.1	3.3	3.7	0.9	3.1	0.8	
	2у	3.9	3.5	3.4	1.0	3.4	0.8	
	3у	4.0	2.3	2.9	2.7	2.4	0.7	
	камфорсма Лессинга							
	1у	3.0	3.1	2.1	0.8	2.8	0.9	
	2у	3.7	3.6	2.3	1.1	2.0	0.4	
	3у	3.9	3.0	2.5	0.9	2.3	0.5	

Условные обозначения: Пр – годовой прирост зеленой массы; Оп – годовой опад;
1у – первый участок растительного сообщества;
2у – второй -//-;

3у – третий -//-.

Из доминирующих видов отмечены кохия стелющаяся *Kochia prostrate* L. и пырей ползучий (*Agropyron repens*), у которых различия в величине между Пр и Оп заметно увеличивается. Увеличение долевого участия используемых растениями минеральных форм азота за счет разложения естественного опада указывает о возрастании усваиваемых форм азотных соединений у представителей злаково-разнотравных сообществ. Этот процесс является доказательством превалирующей роли первичного усвоения растениями аминокислот путем их дезаминирования в корнях отдельных видов растений и их сообществ. Отмечается заметное увеличение годового прироста зеленой массы пырея ползучего по сравнению с кохией стелющейся. Можно полагать, что у злаковых растений потребление азота определяется легкостью дезаминирования опада с последующим превращением их в доступные для растений формы. Ресурсоведческий потенциал опада растительных остатков злаково-разнотравных сообществ значительно больше по сравнению с полынно-эфемеровой растительностью. Содержание фосфорных соединений здесь увеличивается в сообществе злаковых – пырея ползучего – 2.0-3.1 мг/100 г. почвы. В естественных условиях абсолютная величина подвижного фосфора превышает на 20-25% по сравнению с их величиной характерной почвенным условиям произрастания кохии стелющейся и разнотравья.

Годовой Пр и Оп растений и их соотношения характеризуют компоненты биологического круговорота, включая определенную часть биомассы растений и ресурсоведческого потенциала почв.

Следует отметить о синхронном уменьшении абсолютной величины годового прироста и годового опада биомассы растений в условиях развития процессов засоления и усилении грунтового увлажнения. Иллюстрация этого явления – полученные данные по луговой тяжелосуглинистой почве, где Пр=6.4, Оп=5.3 ц/га. Разрыв между величинами годового прироста и годового опада на примере солянки древовидной *Salsola dendroides* P. поддерживается на уровне показателей лугово-каштановой карбонатной почвы 7.2-9.0%. У камфорсмы Лессинга *Camphorosma Lessinges* L. отмечается уменьшение абсолютной величины этих показателей, тогда как, соотношение их и структура фракций существенных изменений не показывают. Отличительной чертой биопродукционных ресурсов, составляющих общую биомассу является зависимость их величины от содержания ЭМП и негативного воздействия процессов засоления (Асварова и др., 2013). Отдельные виды сообщества отличаются в объемах потребляемых ресурсов в ЭМП: солянка древовидная потребляет гидролизуемого азота в пределах 2.9-3.7 мг, камфоросма Лессинга 2.1-2.5 мг/100 г. почвы. Общее количество видов отмеченных к концу весеннего периода 2002 года составляет – 11, тогда как, в относительно богатой плодородной почве – 7 видов. Видовой состав ареала растений на засоленных почвах зависит от относительной величины и скорости поступления одного ресурса – азота гидролизуемого. Этот же ресурс становится лимитирующим в накоплении биомассы галофитов с замедленной скоростью. В условиях светло-каштановых почв для полыни таврической накопление биомассы осуществляется при относительно высоком содержании 2-х ресурсов: азота гидролизуемого и фосфора подвижного. При равном поступлении количества азота для полыни таврической и костра однолетнего образуется годовой прирост зеленой массы и опада в разных объемах сохраняя пропорциональное их соотношение (Залибеков, 2010).

У лугово-каштановой карбонатной легкосуглинистой почвы (Лк) в показателях Пр, Оп отмечается небольшое увеличение при заметном обеднении видового состава растений при содержании гидролизуемого азота по глубинам: светло-каштановые – 0-10 см – 4.9-5.0 мг; 20-30 см – 2.0-2.4 мг/100 г. почвы – 19 видов; лугово-каштановые – 0-10 см – 5.3-6.0 мг, 20-30 см – 2.1-3.1 мг/100 г – 8 видов. В условиях засоления, луговой солончаковой тяжелосуглинистой почве (Лсг) зарегистрировано примерно такое же количество как в Лк – 7 видов. Однако, абсолютная величина Пр Оп заметно уменьшается. Между величиной

годового прироста и годового опада биомассы существенных изменений не отмечается. Это подтверждает уменьшение количества азота до пороговой концентрации в среде обитания солянковой растительности. Результаты эксперимента показывают зависимости видового состава растений от пороговой концентрации азота гидролизуемого – 2.1 мг/100 г. почвы. Новизна полученных результатов – установленная степень влияния процессов засоления в сглаживании различий между величинами годового прироста и годового опада. С уменьшением питательных элементов и ухудшением плодородия увеличилось количество видов более чем в 2 раза. Почвы с относительно высоким плодородием накапливают больше фитомассы с низкими показателями разнообразия видового состава травостоя. Радикальные изменения в содержании ЭМП и величинах Пр и Оп происходят в условиях засоления (хлоридно-сульфатного) и близком залегании минерализованных грунтовых вод. Уменьшение абсолютных величин годовых прироста и опада растений в луговой солончаковой тяжелосуглинистой почве связано с токсическим влиянием солей к низкой продуктивности галофитов. Доминирование их в условиях засоления не способствует обогащению видового разнообразия, что объясняется развитием конкурентной стратегии галофитов и отдельных представителей эфемеров. Подтверждается одновременная зависимость флористической насыщенности от степени и типа засоления. Галофитная гетерогенность способствует сосуществованию видов разной экологии, что иллюстрируется сообществами почвенных комплексов приморской полосы региона. Следует указать о том, что есть и другие факторы, оказывающие влияние на разнообразие (увлажнение, плотность сложения горизонтов, пастбищные нагрузки), но в данном случае ведущим фактором является галофитная гетерогенность почв.

Выявленные процессы показывают, что биопотенциал отдельных типов почв и чувствительность сообществ зависят от динамики ЭМП. Светло-каштановая почва с пиком видового разнообразия синтезирует продукцию значительно меньше по сравнению с лугово-каштановой почвой это свидетельствует о наличии недостаточно используемых ресурсов ЭМП. Значительным превышением биомассы со стабильным видовым разнообразием в ареале лугово-каштановой карбонатной почвы выделяются доминирующие виды с конкурентными взаимоотношениями: полынь таврическая в качестве лучшего конкурента за азот, камфоросма Лессинга – фосфор.

Скоординированность 19 видов растений в ареале светло-каштановой почвы показывает широкий диапазон вариаций ЭМП и скорости мобилизации не усвоенных их ресурсов. Другая особенность – уменьшение в лугово-каштановой почве, как результат разрастания конкурентных отношений кохии стелющейся и пырея удлиненного *Agropyron elebentum* L. Установленная зависимость накопления биомассы и флористической насыщенности от содержания N, P изменяется в условиях засоления – Луговой солончаковой тяжелосуглинистой почве (Лсч). При засолении средней и сильной степени доминанты-галофиты конкурентно – исключают другие виды. С уменьшением NP в слое 0-10 см разнообразие эфемеров – мартук восточный *Eremopyrum orienter* L. костер пестрый *Bromus varegatuse* E. ячмень фиолетовый *Hordeum violaceum* B. увеличивается.

Развитие внедряющихся видов при засолении на 3-х уровнях накопления солей показывает сосуществование видов разной солеустойчивости, произрастающей на луговой солончаковой тяжелосуглинистой почве. Эти изменения происходят в относительно влажный весенний период, что объясняется переходом N, P в доступные формы. Динамика биопродукционных почвенных ресурсов при засолении определяется не видовым разнообразием эфемеров, а специализацией доминирующих видов по разным глубинам почвенного профиля. Общая биомасса надземных органов остается на одном уровне (3.0-4.1 ц/га) с фракцией полыни таврической и разнотравья. Ресурсоведческий потенциал лимитируется в формирующихся соотношениях токсичных солей при стабильном содержании ЭМП. Проведенные исследования по биологической продуктивности кормовых

угодий региона с применением данных по пороговой концентрации ЭМП растений позволяет обосновать значимость продукционных процессов в формировании самостоятельного вида почвенных ресурсов. Дифференциация растений по степени обеспеченности ЭМП и учет конкурентного оптимума растений являются важными условиями в разработке мероприятий по повышению продуктивности почв, являющейся основой производства продовольствия.

Выводы

Рассмотрены вопросы разнообразия почвенных ресурсов и параметры одной из основных категорий – продукционного разнообразия. Определены параметры дифференциации продукционных ресурсов и их зависимость от компонентов, составляющих биологическую продуктивность почв.

1. Ресурсы биопродукуционных процессов связаны с составом и свойствами генетических разностей почв, где отдельные свойства оказывают влияние на скорость и величину накапливаемой биомассы. Охарактеризованы отличия категории почвенных ресурсов – картографической площадной – обладающей устойчивостью географического ареала и невозобновимостью потерь в условиях увеличения отводов земель и интенсификации антропогенных воздействий;

2. Потенциал биопродукционных ресурсов определяется пороговой концентрацией ЭМП растений, как лимитирующий фактор прироста зеленой массы за вегетацию и величины годового опада. Пороговая концентрация определена для гидролизуемого азота и подвижного фосфора по основным типам почв и растительных сообществ Терско-Кумской низменности. Лугово-каштановая карбонатная почва характеризуется максимумом содержания азота и фосфора, создавая микрозоны для кохии стелющейся и пырея ползучего. При уменьшении концентрации подвижного фосфора костер однолетний сменяется мятликом луковичным, доказывая формирование новых микрозон создаваемых растениями, где они наиболее конкурентоспособны.

3. Установлено, что в основу потребления растениями азота используются минеральные формы, из которых корневая система растений создает доступные формы аминокислот используя годовой опад в нужных пропорциях. Уровень поступления ресурсов азотных соединений в питании растений на изученных типах почв сохраняется независимо от происходящих изменений в абсолютной величине годового прироста и годового опада.

4. Выявлена зависимость абсолютной величины годового прироста и опада в конкурентных взаимоотношениях за ресурсы лугово-каштановой карбонатной почве: усваиваемые формы азота увеличиваются за счет дезаминирования опада с превращением их в доступные для растений формы. Ресурсоведческий потенциал годового опада растительных остатков злаково-разнотравных сообществ значительно больше по сравнению с полынно-эфемеровой растительностью.

5. Синхронное уменьшение абсолютной величины годового прироста и опада в засоленных почвах гидроморфного режима наступает в качестве определяющего показателя, где соотношение Пр и Оп сохраняется на уровне светло-каштановой карбонатной почвы. Отличительной чертой продукционных ресурсов, составляющих общую биомассу является зависимость их величины от содержания ЭМП и токсического воздействия процессов засоления.

6. Определены объемы потребляемых ресурсов отдельных видов растений и различия в их биомассе по величине фракций травостоя, трансформирующих в пищевые ресурсы природных кормовых угодий. Параметры, потребляемых ОМП и гетерогенность почвенной среды – позволяют выделить растения с лучшими конкурентоспособными взаимоотношениями по азоту и фосфору для условий аридных земель. Категория разнообразия продукционных почвенных ресурсов и выявление неиспользуемых

возможностей конкурентоспособных растений могут быть использованы в сфере проблем, связанных с созданием продовольственной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Асварова Т.А., Залибеков З.Г., Абдуллаева А.С. 2013. Влияние процессов опустынивания на интенсивность миграции радионуклидов в почвах Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. Т. 19, №1. С. 28-35.

Биарсланов А.Б. 2013. О биологическом разнообразии основных типов почв Дагестана. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Гидрогеология и некоторые прикладные аспекты геологии Восточного Кавказа. Вып. №62. С. 89-92.

Вернадский В.И. 1992. Об участии живого вещества в создании почв // Труды по биогеохимии и геохимии почв. М.; Наука. С. 281-301.

Добровольский Г.В. 1996. Значение почв в сохранении биологического разнообразия // Почвоведение, №6. С. 694-699.

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 2000. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 185 с.

Докучаев В.В. 1950. Естественноисторическая классификация русских почв // Сочинения. М-Л. Изд-во АН СССР. Т.4. С. 255-286.

Залибеков З.Г. 2010. Почвы Дагестана. М.: Наука. 244 с.

Залибеков З.Г. 2013. Значение исследования состава гумуса в создании теории поведения почв во времени в создании теории поведения почв во времени. Вестник ДГУ. Естественные науки, №6. С. 42-48.

Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Биарсланов А.Б. 2007. Опустынивание земель в Дагестане и применение ГИС-технологий по управлению почвенными ресурсами // Почвенные и растительные ресурсы южных регионов России и их управление с применением ГИС-технологий. ПИБР ДНЦ РАН. С. 19-17.

Зонн С.В. 1978. Вопросы преобразования почв Дагестана в связи с интенсификацией их освоения // Биологическая продуктивность почв дельтовых экосистем Прикаспийской низменности. Отдел биологии Даг. ФАН СССР. С. 68-74.

Ковда В.А. 1985. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука. 264 с.

Ковда В.А. 1974. Биосфера, почвы и их использование. Материалы 10 Международного конгресса почвоведов. М.: Наука, 130 с.

Кретович В.Л. 1972. Обмен азота в растениях. М.: Наука. 582 с.

Ратнер Е.И., Ухина С.Ф. 1963. Эффективность аминокислот, как источника для питания растений // Физиология растений 12. С. 393-400.

Унчиев Н.Д. 1960. Биохимическая и хозяйственная характеристика кормовых растений зимних пастбищ Дагестана // Труды отдела растительных ресурсов. Даг. ФАН СССР. Т.II. С. 110-164.

Мирзоев Э.М-Р. 1963. Способы оценки засоленности почв в связи с солеустойчивостью плодовых насаждений в плоскостной части Дагестана // Почвоведение, №12. С. 63-69.

Солдатов А.С. 1956. Почвенные исследования в Дагестане // Дагестанский филиал АН СССР. Отдел почвоведения. Т.III. С. 6-22.

Фридланд В.М. 1988. Почвенная карта РСФСР и сопредельных государств. М-б. 1:2500000.

Яруллина Н.А. 1983. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: Наука. 88 с.

Grime J.P. 2001. Plant strategies, vegetation process, and ecosystem properties. 2 nd Editionb Chichester: John Wiley and sons. P. 417.

Tilman D. 1982. Resource competition and community structure. Princetion Universitet, Press. 297 p.

SOIL RESOURCES DIVERSITY AND ITS ROLE IN FOOD SECURITY PRESERVATION

© 2016. Z.G. Zalibekov*, A.B. Biarslanov**

**Institute of geology of the Dagestan scientific center RAS*
Russia, 367000, Makhachkala, Yaragskogo str., 75. E-mail: bfdgu@mail.ru
***Precaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan scientific center RAS*
Russia, 367000, Makhachkala, Gadjieva str., 45. E-mail: axa73@mail.ru

The expediency of cartography method usage in estimation of soil resources by areas with addition of resources diversity: productional, energetic, informative is distinguished. The genetic origin of important diversity category – productional resource is investigated. Annual increase of values ratio, plant litter and reprocessed part of the total biomass in foodstuff, threshold concentration of elements of nutrition and competition in their consumption act as factors of mobilization of resources out-of-use.
Keywords: soil resources, annual, increase, plant litter, threshold concentration, competition, productional diversity, categories, differentiation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 16-24.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 551.582(83) + 631.6.02

О РОЛИ СЕЙСМИЧНОСТИ, МАГМАТИЗМА И ВУЛКАНИЗМА В ФОМИРОВАНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМЛИЙ И КАТАСТРОФ

©2016 г. Д.Г. Осика, А.Ю. Отинова, Н.Л. Пономарева

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000 г. Махачкала, ул. Ярагского, д.75. E-mail: OsikaDG@yandex.ru, NatalyMak@yandex.ru

Поступила 02.03.2015

Естественным источником Ca и CO_2 для процессов осадконакопления в верхнемеловой период был трапповый магматизм, а сейсмичность не являлась определяющим фактором. Концентрация CO_2 в атмосфере того времени была на порядок выше современной, климат повсеместно был близкий к гумидному, а океан - мелководным. В настоящий период геологического потепления климата определяющим фактором формирования климатических аномалий и катастроф являются периодические всплески планетарной катастрофической сейсмичности.

Ключевые слова: меловые отложения, трапповый магматизм, потепление климата, сейсмичность.

Общепринятым считается положение о том, что дифференциация исходного протопланетного вещества нашей планеты не закончилась в архее и кембрии, а продолжается и в настоящее время в скрытой и замедленной форме. Это проявляется в лавовом вулканизме конусного типа и в интрузивном и эффузивном магматизме, - в горячей форме современной дегазации Земли и в виде холодной дегазации в связи с сейсмичностью.

Установлено, что в геологической эволюции в большинстве случаев осадочные образования отражают фациальные обстановки в бассейнах седиментации в различные геологические периоды.

Однако не учитывается роль первоисточников различных химических элементов и соединений (Na, K, NaCl, Ca, CO_2, $CaCO_3$, SiO_2, H_2SiO_3) и их количество, необходимое для процессов осадконакопления. Осадки включают то, что в последующие эпохи могло размываться, растворяться, переноситься и переоткладываться.

Материалы и методика

В архее и докембрии, и в последующие геологические эпохи, вследствие продолжающейся дифференциации исходного протопланетного вещества различные элементы выплавлялись в виде мантийных летучих в плюмтектонической форме или по принципу зонной плавки по А.П. Виноградову. В бассейны седиментации в разное время выносились самые разные летучие - галогены в виде хлористого натрия, из которых формировались толщи солей, огромные объемы силикатов, из которых, в конечном итоге, в стратисфере формировались алюмосиликаты и мощные отложения песчаников межрегионального и даже планетарного простирания.

В отличие от архея, в верхнемеловое время активного вулканизма на щитах практически не было, следовательно, не было выбросов большого количества кислых дымов и осадков, способных вымывать кальций с поверхности кристаллических щитов. Таким образом, снос Ca и CO_2 в обменный бассейн с материков не был определяющим в количественном отношении. Эти обстоятельства и подчеркивают приоритетный характер изучения условий формирования известняков в верхнемеловое время. Масштабы образования карбонатов в этот период связаны с перманентным привносом в бассейны седиментации громадных объемов Ca и CO_2 из глубины вследствие продолжающейся дифференциации протопланетного вещества.

Расчеты показывают, что за 1 млн. лет в бассейнах седиментации верхнемелового океана могло накопиться всего 6м осадков. Это без учета многих неравных положений – в частности, примерно около шестнадцати по литературным данным, а, по мнению В.И.Черкашина (2008) – около двадцати перерывов в осадконакоплении, длительность которых остается не выявленной.

По мнению большинства литологов и палеонтологов по своему происхождению от 2 до 50% мощности верхнего мела составляют органогенные известняки, в основной своей массе состоящие из скелетов фораминифер, радиолярий и другой микрофауны планктона и бентоса, и от части макрофауны: морских ежей, иноцерамусов и других окаменелостей. Остальная часть представлена хемогенными известняками, цементирующими разрозненные остатки органогенного происхождения (Самышкина, 1983). Авторы придерживаются мнения, что большую часть отложений составляет хемогенный карбонат кальция в виде прослоев чистого известняка и карбонатного цемента.

Мощность верхнемелового комплекса варьирует в очень широком диапазоне. От десятков метров в зонах выклинивания, до 1000 и более метров в условиях глубокого погружения в грабенах того времени. В большинстве своем, она колеблется в пределах от 200-300м до 600-700м. Мы в своих расчетах оцениваем среднюю мощность меловых отложений в 500м. Одним из аргументов принятия для расчетов такой мощности являются более двух десятков перерывов в осадконакоплении, установленных на основе палеонтологических, то есть документальных данных. Эти перерывы носили очень длительный характер. Они сопровождались региональным и межрегиональным размывом известняковых толщ, выводимых на дневную поверхность, а после погружения их в океан в бассейнах седиментации формировалась новая биологическая ассоциация фораминифер и прочих биоформ, на что в геологическом времени требовались не десятки и сотни, а тысячи и даже миллионы лет.

В верхнемеловое время над поверхностью океана возвышались кристаллические щиты: Скандинавский, Канадский Бразильский, Африканский, Индостанский, Австралийский и самые древние горно-складчатые системы, в основной своей массе представленные изверженными породами – базальтами самого разного состава, содержащими до 10% CaO (Войткевич, Кокин, 1990). Казалось бы, базальты и базальтоиды щитов могли быть источниками сноса кальция в океан. Однако, по мнению Н.И. Хитарова, А.А. Кадика (1990) и др. базальты являются практически стеклом - прочным сплавом силикатов щелочных и щелочноземельных металлов, которые не могут или очень слабо растворяются в пресных водах поверхностного стока. На территорию кристаллических щитов приходится примерно 1/3 общей площади поверхности планеты. Еще около 1/3 было представлено сушей, с которой, вследствие чрезвычайно низменного и равнинного ландшафта почти не происходило выветривания, и, следовательно, сноса минеральных и органических веществ в океан (Логвиненко, 1967).

Можно полгать, что примерно треть поверхности нашей планеты в меловом периоде была покрыта океаном и составляла приблизительно 170021900 км^2. При принятой средней мощности около 500м, объем всей толщи меловых отложений получается около 85010950 км^3 ($85 \cdot 10^{12}$ м^3). При плотности породы, равной 2,6 г/см^3 масса ее составит порядка $221 \cdot 10^{12}$ т.

Общее уравнение хемогенного синтеза карбоната кальция можно записать в виде:

$$Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2H^+ \qquad (1)$$

По расчетам на образование 100 г/молекул $CaCO_3$ требуется 40г/молекул Ca^{2+} и 44 г/молекулы CO_2, на образование 500 метровой толщи известняков требовалось $2{,}178 \cdot 10^{18}$ м^3 CO_2 и $97{,}24 \cdot 10^{12}$ т кальция.

При этом не учитывается влияние температуры и атмосферного давления на объем углекислоты. По этой причине все расчеты приблизительны. При таких приближениях, израсходованный на образование всей толщи карбонатных отложений углекислый газ составил бы 0,2% от объема всей атмосферы (из расчета, что площадь поверхности планеты составляет порядка $510 \cdot 10^{15} м^2$ и высота однородного слоя атмосферы не превышает 2 км).

Особенности процессов осадконакопления в верхнемеловое время, связны с фациальными обстановками бассейнов седиментации этого периода.

К.Г. Самышкина (1983) установила, что океан мелового времени был мелководным - глубина его варьировала от 50 до 200 м. По проведенным наблюдениям по всему разрезу верхнемеловой толщи наблюдаются неопровержимые доказательства мелководья, заключающиеся в широком распространении волно-прибойной ряби и косой слоистости как по всему разрезу верхнего мела, так и по простиранию. Вместо огромного и очень глубокого океана, в верхнемеловое время имели широкое распространение мелководные моря и озера, сообщающиеся между собой или частично изолированные. Кроме того, по приэкваториальным областям были распространены кораллы. Выявлены единичные полипы и небольшие их колонии красного цвета в верхнемеловых отложениях Кавказа в виде включений в массивные толщи известняков верхнего мела. Установлено, что живые коралловые постройки в океанах встречаются только на малых глубинах (не глубже 20м), т.к. для их нормальной жизнедеятельности необходимы высокие концентрации кислорода и температура воды не ниже 20º.

О мелководности верхнемелового бассейна седиментации свидетельствуют находки *pelicipoda inaceramuse* во всех стратиграфических ярусах верхнего мела. При этом обращает на себя внимание толстостенность раковин и ассиметричное их строение: верхняя створка раковины значительно больше, толще нижней, и более выпуклая. Нижняя – укороченная, почти плоская, что является приспособлением для более плотного прилегания ко дну и удерживания от волочения и переворачивания под действием прибрежных течений и прибоя. Отмечена значительная толщина створок раковин, в сравнении со створками современной перловицы, что так же является приспособлением от разбивания раковин моллюска о прибрежные камни. Чем выше по разрезу обнаруживаются раковины, тем тоньше становятся их створки. Все это свидетельствует о мелководности большинства водоемов верхнего мела (Осика, Магомедов, 2013), где глубина мирового океана того времени в основном была около 20-30 м.

Д.П. Найдин (1986) и другие исследователи считают океан мелового времени мелководным. На основании литологической изменчивости и массовой гибели донной макро- и микрофауны установлено, что лишь в конце мелового периода глубина океана могла достигать в некоторых частях уже 1000 м.

Дополнительным свидетельством являются межформационные и внутриформационные перерывы в осадконакоплении, образовавшиеся в процессе медленных вековых колебаний (эпейрогенеза) дна океана. Время от времени (в геологическом смысле) дно приподнималось над уровнем моря на обширных территориях, что и фиксируется в разрезе верхнего мела в региональном, межрегиональном и планетарном масштабах.

Накопление воды в гидросфере происходило за счет поступления ее из недр в результате вулканизма, сейсмичности, а так же в результате высвобождения химически связанной воды в реакциях конденсации. За счет сейсмичности, по нашим расчетам (Осика, 1981, 2008), уровень океана поднялся на 237 м в течение верхнемелового периода.

Во время перерывов в осадконакоплении в верхнемеловое время не происходило образования гипсов и доломитов. Во всем разрезе верхнего мела не обнаруживаются даже следов загипсованности мела, исключая селитру. На всем простирании меловых отложений Кавказа обнаруживаются вкрапления селитры не промышленного масштаба.

Это свидетельствует о том, что в воде океана практически отсутствовали ионы SO_4^{2-} а содержание Mg^{2+} было значительно меньше, чем в современном океане. Кроме того, в верхнемеловое время на большей части территории планеты преобладали морские фации с относительно теплым, выровненным климатом, без существенных сезонных перепадов температур. Температура воды в мелководном океане того времени колебалась в среднем от 14 до 22˚С, и даже в придонных областях не опускалась ниже 8˚С (Кадик, Луканин, 1990), консервируя осаждение гипсов и доломитов.

Явление сингенетичного накопления селитры и карбоната кальция свидетельствует о возможности субвертикального выноса сложного по своему составу ювенильного флюида. Углерод и азот близки по атомным весам и физико-химическим свойствам и участвуют в совместном выплавлении этих элементов в процессе продолжающейся дифференциации протопланетного вещества.

Предполагается и другой сценарий происхождения селитры, а именно – выщелачивание нитратов из некоторых магматических пород, и последующее совместное осаждение их с карбонатами. О возможности такого сценария говорят выносы большого количества азотных окислов и аммиака во время извержений некоторых вулканов конусного типа в Африке, области Малайского архипелага и т.п. Не исключен и сценарий осадочного происхождения здесь селитры: вследствие того, что во время отдельных перерывов в осадконакоплении на меловых утесах существовали птичьи базары, где из отложений гуано и сформировалась непромышленная селитроносность.

По нашему мнению, океаническая вода была преимущественно хлоридно-натриево-кальциевая, и процесс галогенеза, за исключением образования селитр и седиментации известняков, остановился на стадии формирования карбонатов кальция.

Не смотря на практически полное отсутствие процессов вулканизма на платформах в верхнемеловое время, концентрация углекислого газа в атмосфере была довольно значительна. По оценкам Д.П. Найдина (1986), концентрация CO_2 составляла от 0.1 до 0.3%, что рассчитано только из массы изверженных пород (Рис.1), при этом поступления углекислого газа в связи с холодной дегазацией земли не учитываются.

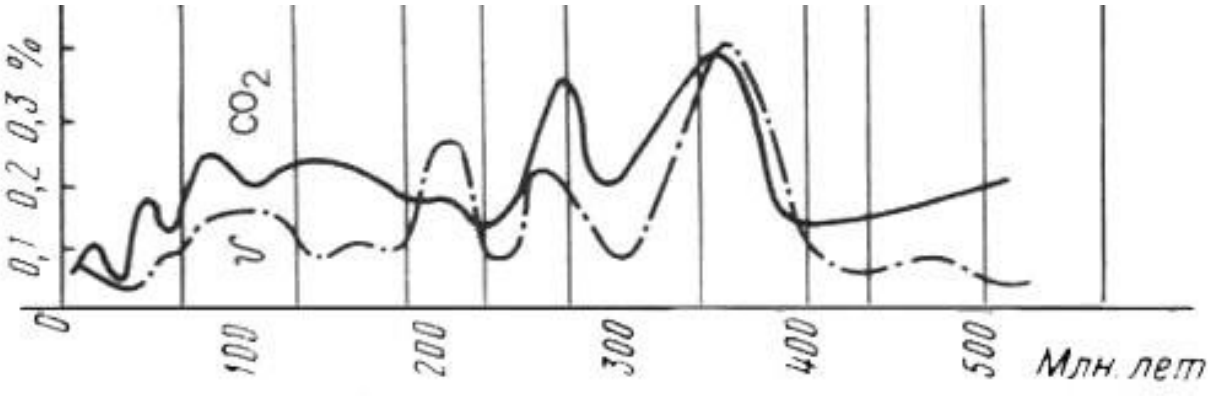

Рис. 1. Содержание CO_2 в атмосфере в фанерозое по М.И. Будыко и А.Б. Ронову. Кривая ν представляет колебания массы вулканогенных пород (10^{21} г/млн. лет). **Fig. 1.** The CO^2 content in the atmosphere in the Phanerozoic by M. I. Budyko and A. B. Ronovo. The curve ν is the oscillation mass of volcanic rocks (1021 g/million years).

В настоящее время, процессы хемогенной седиментации карбонатов идут в мировом океане в областях мелких теплых лагун и морей при концентрации CO_2 в атмосфере на порядок меньше, чем предположительно было в верхнем мелу, формируя карбонатный цемент, ассоциирующий разрозненные остатки органического происхождения. Следовательно, в атмосфере и гидросфере мелового периода концентрации CO_2 были более чем достаточными для прохождения хемогенной садки карбонатов.

Судя по тому, что кальций не сносился в то время со щитов в океан, источником его поступления были только изверженные породы – базальты, которые извергаясь, формировали траппы магматических пород в различных областях мирового океана: Атлантике, Индийском океане, Северной Азии и пр.

Непрерывное поступление исходного вещества для образования карбонатов обеспечивалось постоянными проявлениями траппового магматизма, с одной стороны, и большим количеством CO_2, растворенного в воде и постоянно поступающего в обменный бассейн вследствие того же магматизма и сейсмичности, - с другой.

Наряду с прямым поступлением CO_2 из магматических эффузий, в случаях переслаивания магматических траппов с меловыми осадками, при контакте раскаленной магмы с карбонатными породами, сами известняки тоже теряют CO_2, превращаясь в окиси, и вновь вступают в цикл образования карбонатных осадков.

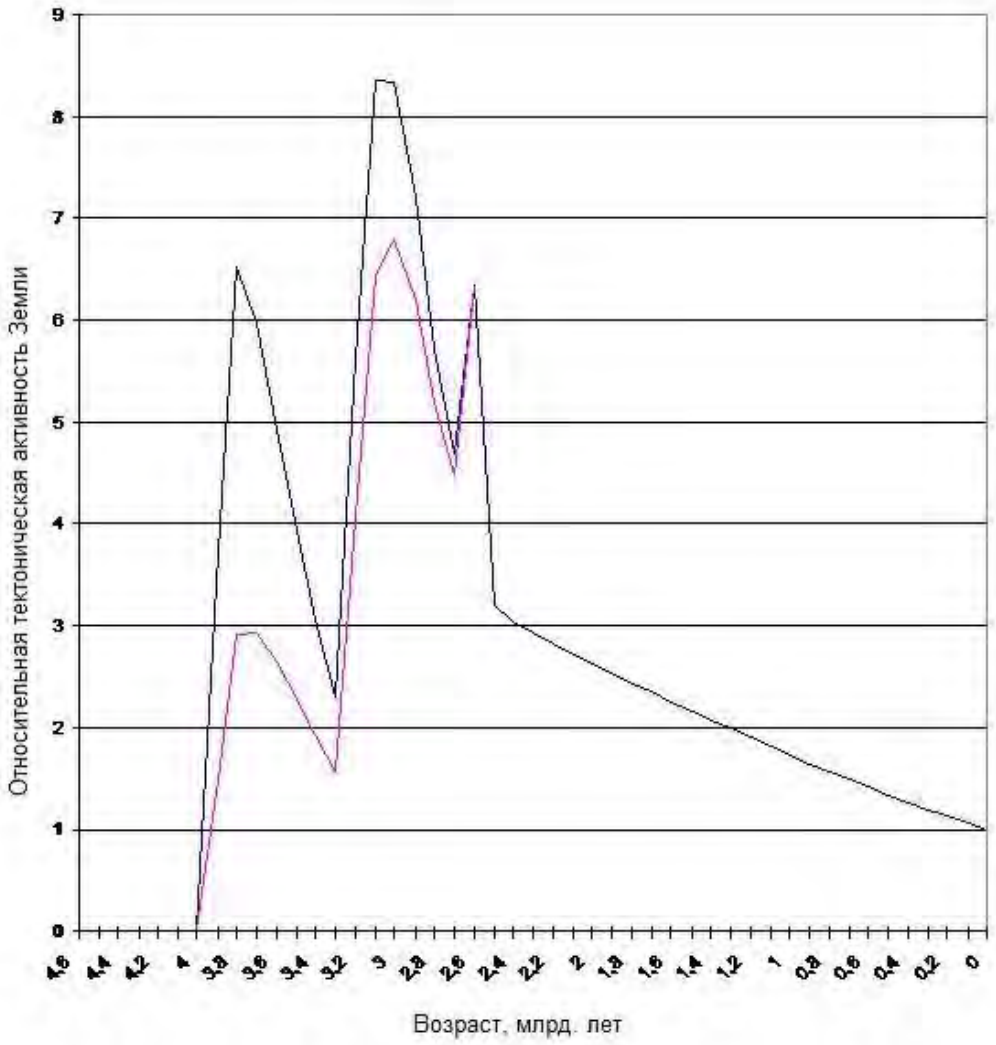

Рис. 2. Относительная тектоническая активность Земли.
Fig. 2. The relative tectonic activity of the Earth.

На примере многих кавказских землетрясений установлено, что плотность теплового потока в связи с сейсмичностью в среднем удваивается в региональных масштабах, а количество тепла, выносимого в обменный бассейн в связи с сильными землетрясениями, увеличивается на 2 порядка относительно фоновых значений (Войтов, 1972 и др.). По видимому, всей совокупностью выноса тепла в связи и с магматизмом, и с сейсмичностью и обусловлен многократный подогрев вод мирового океана и в целом близкий к гумидному

климат того времени. Судя по мелководности океана Тетис, глубина его в среднем около 200 м, и по тому, что формирование магматических траппов на дне охватывало обширные территории (миллионы км^2), а температура изверженных пород превышала 1200ºС, Этим и объясняется чрезвычайная редкость отпечатков скелетов рыб, исключая зубы акульих, так как органические остатки попросту «разваривались».

По мнению О.Г. Сорохтина, Атмосферное давление рассматриваемого периода было выше современного (Сорохтин, 2006), что способствовало большей растворимости CO_2 в водах океана, а так же растворимости карбонатных солей как исходного материала для строения скелетов планктона и бентоса.

Территория предгорного, высокогорного Дагестана является наиболее представительной ячейкой всех зон альпийского орогенеза и их обрамлений нашей планеты. Для данной территории модуль стока спонтанных газов в атмосферу в сейсмически спокойное время был определен в 200 см^3/1м^2 в год (Войтов, 1972 и др.). В периоды сейсмической активности 1970-1975 гг. здесь же он оценивался 430 см^3/1м^2 в год. Однако, учитывая выбросы газов в связи с землетрясениями, в настоящее время модуль стока зон альпийского орогенеза оценивается в 600см^3/1м^2 в год.

В связи с тем, что земная кора мелового периода была меньшей мощности, чем в настоящее время, не было и сравнимых с современными тектонических напряжений, соответственно, меньшей была и энергия максимальных по силе землетрясений. Хотя количество землетрясений для мелового периода удвоили, из их числа исключены события $M \geq 8$.

Общие масштабы холодной дегазации Земли с учетом удвоенного числа землетрясений всей шкалы магнитуд в пределах $4{,}5 \geq M \leq 7$ по нашим расчетам составили ориентировочно $87486{,}32 \cdot 10^{10}$м^3 в год, что в пересчете на двухкилометровую толщу атмосферы составляет порядка 0.15% всего объема атмосферы. Из этих газов 30% (т.е. 0.05% от всей атмосферы) приходится на CO_2, а 70% выделившихся газов (т.е. 0.1% от объема атмосферы) приходится на метан (Войткевич, 1990 и др.). При этом, время активности молекул метана меньше, чем CO_2, и, в конечном итоге, метан тоже превращается в углекислый газ.

С учетом публикации данных Д.П. Найдина (0986 и др.), О.Г. Сорохтина (2006) и результатов наших расчетов, базирующихся на фактических данных многолетнего мониторинга динамики химического состава и дебитов спонтанных газов, выделяющихся в обменный бассейн в связи с землетрясениями различной силы за почти столетний период с 1912 по 2014 гг., становится очевидным, что количество CO_2 в атмосфере мелового периода было на 1-1.5 порядка величины больше, чем в настоящее время.

После каждого всплеска сильной сейсмичности с некоторым запаздыванием во времени (рис.3), обусловленном инерционностью и буферностью обменного бассейна планеты, имеет место рост среднегодовых температур приземных слоев атмосферы асейсмичной территории Курской области. Такие изменения температуры воздуха, по нашему мнению, и являются причиной увеличения количества климатических аномалий и катастроф и их интенсивности.

По мнению авторов роль активного лавового вулканизма конусного типа в формировании климатических аномалий в современной научной литературе переоценена. В настоящее время на земной поверхности насчитывается около двух тысяч вулканов конусного типа. Извергаются из них от одного – двух до пяти в год, и то не каждый год. К примеру, во время четвертой экспедиции Пржевальский Н.М. (1940) и Козлов П.К. наблюдали грандиозные многоцветные световые атмосферные явления и не могли понять, что это такое. Лишь через три года, по возвращении из экспедиции они узнали, что увиденные ими всполохи южного неба обусловлены катастрофическим извержением вулкана Кракатау 1883 года. Каких-либо климатических аномалий в Монголии, Западном Китае и отрогах Тибета они не наблюдали. Это говорит о том, что даже такие гигантские извержения

вулканов могут сформировать лишь локальные, региональные и межрегиональные климатические аномалии, но не глобальные. Посредством расчетов установлено количество тепла, выброшенного в атмосферу в результате извержения вулкана Эйяфьятлайокудль в 2010 году, вследствие которого перегретые воздушные массы, привнесенные на север и северо-восток России, обусловили межрегиональную аномальные жару и засуху и многочисленные природные пожары (Осика, 2011 и др.). Это извержение не привело к глобальным изменениям климата. То же самое можно сказать обо всех крупнейших извержениях вулканов прошлого столетия: вулкан Мон-Пеле на острове Мартиника в1902году, вулкан Катамай на Аляске в 1912 году, Пинатубо на острове Лусон в 1991 году и проч. Версия, что извержение вулкана Тамбора в 1816 году привело к глобальному похолоданию, не оправдана. Похолодание наблюдалось в течение почти трех лет и только в северном полушарии планеты, но оно не затронуло территорию России, Центральную Азию и Восток северного полушария.

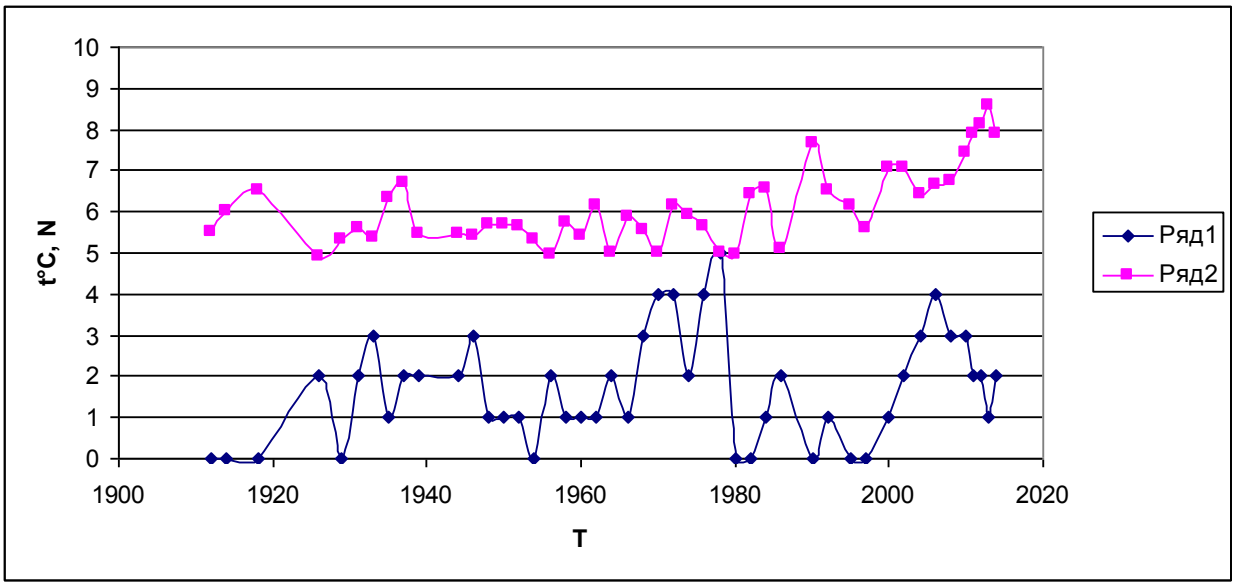

Рис. 3. Ряд 1 – количество землетрясений M≥8. Ряд 2 – температура приземного слоя атмосферы Курской области. **Fig. 3.** Number 1 – the number of earthquakes M≥8. The number 2 is the temperature of the surface layer of atmosphere of Kursk region

Процесс современного глобального геологического потепления климата – явление временное, и в обозримом будущем будет развиваться по двум сценариям. Первый, в виде 20-30 летних флуктуаций температурного поля всей атмосферы, после чего наступит ее постепенное охлаждение; второй как относительно быстрое, в течение ближайших десяти лет, снижение среднегодовых температур на планете до фоновых значений.

Оба прогнозируемых сценария возможны лишь в случае, если на Земле в обозримом будущем не случится очередного всплеска катастрофической сейсмической активности, т.е. не произойдет землетрясений подобных Андамано - Суматринскому 2004г. M=9.1, Японскому 2011г. M=9.0, вследствие чего опять может залихорадить температурный режим обменного бассейна со всеми вытекающими из этого последствиями – ростом количества и мощности климатических аномалий. Судя по установленной Ю.А.Рогожиным, Шестопаловым И.П. (2007) и нами периодичности сильных землетрясений последних десятилетий, мы предполагаем, что такой всплеск сейсмичности будет возможным через 30-40 лет.

Выводы

1. Источниками привноса ионов кальция в воды мирового океана мелового периода являлись грандиозные проявления траппового магматизма, многократно переслаивающегося известняками, где происходило выщелачивание океанической водой ионов кальция и CO_2 из изверженных пород (водные вытяжки при температурах 1200-1500° С). Углекислого газа в атмосфере и водах океана было достаточно для синтеза хемогенных известняков.

2. Фациальные обстановки мелового времени в синеклизах материка Пангея повсеместно были умеренными с климатом, приближающимся к гумидному, и температурой воды от 14 до 23˚С, что способствовало бурному развитию микрофауны планктона и бентоса и хемогенному седиментогенезу $CaCO_3$.

3. Сейсмичность в меловое время не играла определяющей роли в процессах накопления известняковых толщ, однако оказывала косвенное влияние на формирование климата и фациальных обстановок бассейнов седиментации за счет холодной и горячей дегазации недр, выброса парниковых газов и энергетической диссипации. Кроме того, обеспечивала регулярность притока исходных веществ в обменный бассейн, способствуя сдвиганию реакции карбонатообразования в сторону выпадения осадка.

4. Можно полагать, как велика роль CO_2 в атмосфере как катализатора взрывного этапа эволюции биосферы на примере гигантизма растительности в карбоне и животных в мезозое, когда концентрации CO_2 в атмосфере были на порядок больше, чем в настоящее время, и не привели к гибели всего живого, но, возможно, способствовали дальнейшему эволюционному развитию всей биосферы Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Войткевич Г.В., Кокин А.В, Мирошников А.Е, Прохоров В.Г. 1990. Справочник по геохимии. М.: Недра. 450с.

Логвиненко Н.В. 1967. Петрография осадочных пород. М.: Высшая школа. 416с.

Найдин Д.П., Похиалайнен В.П., Кац Ю.И., Красилов В.А. 1986. Меловой период. Палеогеорафия и палеоокеанология. М.: Наука. 268с.

Осика Д.Г., Магомедов Ю.М., Отинова А.Ю., Пономарева Н.Л. 2014. Об источниках и масштабах поступления кальция и CO_2 для процессов седиментации в верхнемеловое время и о роли сейсмичности в этих процессах// Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып.63. «Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия» Сборник статей по материалам научно-практической конференции. Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН, АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.). С.239-245.

Осика Д.Г., Черкашин В.И. 2008. Энергетика и флюидодинамика сейсмичности М.: Наука. 244с.

Осика Д.Г., Алишаев М.Г., Пономарева Н.Л., Отинова А.Ю. 2011. О роли сейсмичности и вулканизма в парадоксах современного климата.// Вестник Дагестанского научного центра РАН. №43.С.27.

Пржевальский Н.М. Автобиографический рассказ. 1940. // Известия Всесоюзного Географического общества. Вып. 4-5. С. 481.

Рогожин Ю.А., Шестопалов И.П. 2007.Вековые циклы сейсмичности Земли и безопасность АЭС// Атомная стратегия. №(03) 29. С.18-19.

Самышкина К.Г. 1983. Фораминиферы и стратиграфия меловых отложений Восточного Кавказа (северо-восточный чклон Большого Кавказа и Восточного Предкавказья). М.: Наука. 169с.

Сорохтин О.Г. 2006. Эволюция климата Земли и происхождение ледниковых эпох // *Вестник РАН*. Т 76. №8. С.699-706.

ON THE ROLE OF MAGMATISM SEISMICITY AND VOLCANISM IN THE FORMATION OF CLIMATE ANOMLY AND KATASTROF

© 2016. D.G. Osika, A.Yu. Otinova, N.L. Ponomareva

Institute of Geology, Dagestan scientific center RAS
Russia, 367000 Makhachkala, Yaragskogo str., 75. E-mail: OsikaDG@yandex.ru, NatalyMak@yandex.ru

A natural source of Ca and CO_2 for the processes of sedimentation in upper Cretaceous period was the trap magmatism, seismicity was not a determining factor. The concentration of CO_2 in the atmosphere at that time was much higher modern, climate everywhere was close to humid, and the ocean is shallow. In the present geological period of climate warming determining factor in the formation of climate anomalies and disasters are periodic bursts of catastrophic planetary seismicity.

Keywords: Cretaceous sediments, trap magmatism, climate warming, seismicity.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 25-31.

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 627.51; 550.334; 556

О СОВРЕМЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

© 2016 г. Ш. Г. Идармачев, А. Г. Магомедов

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000 г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75. E-mail: idarmachev@yandex.ru

Поступила 14.05.2015 г.

Экологические проблемы Каспия и его побережья связаны как долговременными природными изменениями уровня моря, климата, так и современными социально-экономическими проблемами. Разрушение прибрежных ландшафтов, инфраструктуры, вызванное современными изменениями уровня моря, а также добыча полезных ископаемых приводит к дополнительному загрязнению водной среды нефтепродуктами. Первостепенное значение приобретает изучение причин изменения уровня моря, последствия и прогнозирование его многолетних колебаний. Рассматриваются геологические модели, позволяющие объяснить причины короткопериодных колебаний уровня, применяя сейсмо-геодинамическую модель сжатия-растяжения осадочной толщи Южно-Каспийской впадины. Дилатансионное расширение осадочной толщи дна Каспийского моря под действием тектонических напряжений вызывает подъем уровня моря, а снятие напряжений в земной коре сейсмическим подвижками приводит к обратному процессу – опусканию дна и снижению уровня воды.

Ключевые слова: экология, дилатансионное расширения пород, сильные землетрясения, осадочный чехол, деформация пород.

Введение

Каспийское море является самым крупным континентальным водным бассейном Земли, обладающим основными чертами геологии дна мирового океана. Поэтому изолированность Каспийского моря приводила к значительным изменениям его уровня. По археологическим и другим данным за последние 500-700 тыс. лет уровень менялся от минус 140 до плюс 50 мБС, т.е. амплитуда колебания уровня достигала до 190 м (Дадашев и др., 2013). Со временем амплитуды колебаний уменьшились, так в голоцене, последние 10 тыс. лет понижение уровня составило -50 мБС. За последние 2 тыс. лет уровень повысился на 7 м. С 1840 г. по настоящее время максимальная амплитуда изменения составляет 3±0.5 м. Внутри данного периода наблюдается резкое уменьшение уровня, начиная с 1930 по 1977 гг., а затем также увеличивается с 1977 по 1995 гг.

Учитывая, что основным фактором изменения уровня Каспийского моря является баланс приходной и расходной части, этой проблемой заинтересовались и геологи (Антипов и др., 1996; Артюшков, 2007). Образование глубоководной впадины Южного Каспия началось с образования более плотного частей земной коры (эклогит), которая начала погружаться в мантию, с последующим образованием осадочной толщи с мощностью 20-25 км. Согласно исследованиям (Леонов и др., 2004) существенное влияние на эволюцию осадочных бассейнов оказывают образование, состав и движение геофлюидов, в основном подземных седиментационных вод, являющихся главным агентом переноса и перераспределения вещества и тепла в осадочных бассейнах.

Подземные воды осадочных бассейнов, по типам связей между жидкой и твердой фазами, подразделяются на свободные и химически связанные. В осадочной толще Каспийского бассейна содержится $11.9 \cdot 10^{20}$ г химически и физически связанных и свободных подземных вод, из которых на последние приходится почти $7.4 \cdot 10^{20}$ г (Зверев и др., 2013),

что практически на порядок превышает массу воды Каспийского моря ($0.78 \cdot 10^{20}$ г). Основная масса этих вод ($5.3 \cdot 10^{20}$ г) сосредоточена в Южной впадине Каспия, максимальная глубина которой составляет 1200 м.

Отдельные авторы (Леонов и др., 1998) считают, что значительные колебания уровня Каспия связаны с активизацией тектонических напряжений, под действием горизонтальных сжатий часть подземных вод, содержащихся в осадочной толще, может выделиться и поступать в Каспийское море. Для среднего подъема уровня Каспия на 0.25 м необходимо лишь $0.1 \cdot 10^{18}$ г (Зверев и др., 2013), что более чем на три порядка меньше массы физически связанных и свободных вод, содержащихся в осадочном чехле Южной части Каспия. Однако, данная теория позволяет объяснить только повышение уровня в результате поступления воды из осадочного чехла, но допустить возможность обратного процесса, связанного с резким понижением уровня Каспия, механизмом растяжения осадочной толщи не представляется возможным.

Как известно активизация тектонических напряжений в регионе тесно связана с его сейсмическим режимом, поэтому для подтверждения тектонической модели представляется необходимым рассмотреть некоторые аспекты, связанные с сейсмичностью территории Каспия и прилегающих к нему районов.

Материалы и методы исследований

Для анализа сейсмичности исследуемого района были использованы данные Американской системы глобального сейсмического мониторинга IRIS (http://www.iris.edu/seismon/). Карта эпицентров землетрясений с магнитудами M≥3.5, происшедших в Каспийском регионе за последние 5 лет, приведена на рис. 1.

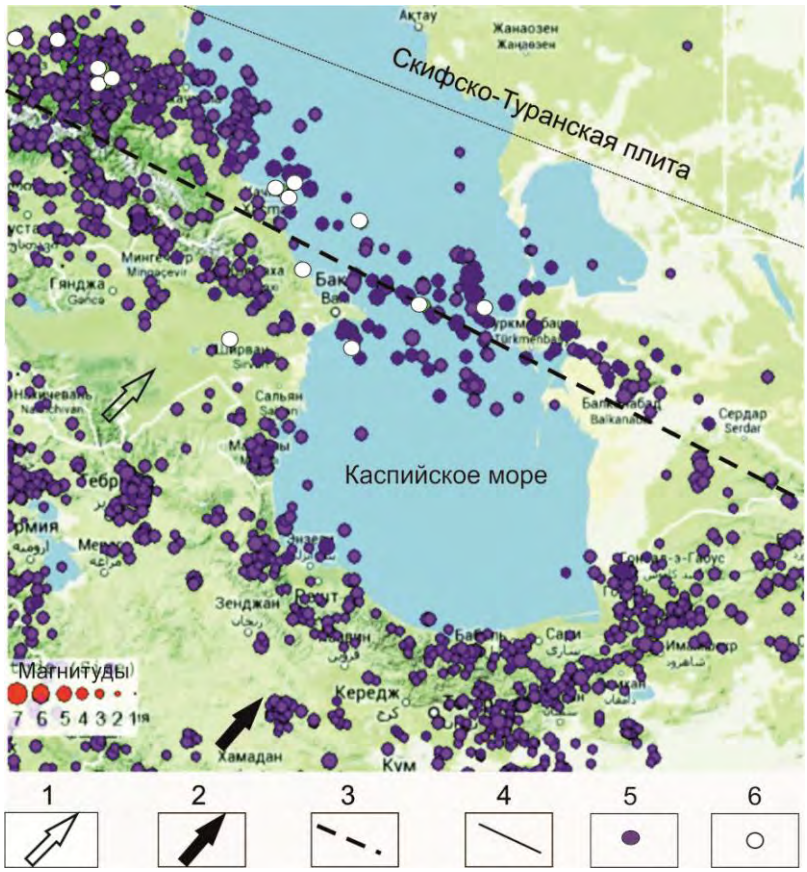

Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Каспийского региона за период 2008-2010 гг.: 1- направление движения Восточного Кавказа; 2- то же территории Ирана; 3- зона Большого Кавказа, Центрального Каспия и Копетдага; 4- граница Скифско-Туранской плиты; 5- эпицентры землетрясений глубинами до 70 км; 6- то же от 70 до 150 км. **Fig. 1.** Map of epicenters of earthquakes in the Caspian region for the period 2008-2013 are: 1 - the Direction movement of the Eastern Caucasus; 2 - the same territory of Iran; 3 - zone of the Great Caucasus, Caspian Central and Kopetdag; 4 - border of the Scythian-Turan platform; 5 - the epicenters of earthquakes with depths of up to 70 km; 6 - the same for 70-150 km.

Картографическое отражение направлений движения Восточной части Кавказской геологической структуры и Иранской плиты показывает на Северо-восточную ориентацию (Уломов и др., 1999). В этих условиях территория, занимаемая Каспийским морем,

оказывается зажатой между Скифско-Туранской - Кавказ, и Иранской плитами. Наиболее интересной является зона, простирающая вдоль Большого Кавказа, Центрального Каспия и Копетдага. В этой зоне основная масса эпицентров сосредоточена на Северо-Восточном склоне Кавказа. Большинство очагов землетрясений имеет глубину до 30 км, отдельные из них достигают глубины 70-150 км. Относительное большее количество более глубоких землетрясений сосредоточено в центральной части Каспия.

Обсуждение результатов

Согласно геодинамической модели (Уломов и др., 1999) литосфера Южного Каспия погружается под Скифско-Туранскую плиту, что вызывает накопление упругих напряжений, а землетрясения способствуют их релаксации. В основном очаги эпицентров для Южного Каспия расположены по береговой части, образуя здесь кольцевую структуру. Центральная часть Южного Каспия характеризуется асейсмичностью. Механизм расположения очагов землетрясений вдоль береговой зоны Южного Каспия может быть связан с тем, что здесь сосредоточена основная масса воды Каспийского моря. Давление, оказываемое весом воды на дно, вызывает его прогибание, при этом максимальные касательные напряжения в земной коре концентрируются на краях водной нагрузки, а землетрясения способствуют снятию накопленных упругих напряжений.

Асейсмичность центральной части Южного Каспия характеризует ее монолитность, при этом давление, оказываемое Иранской плитой на Восток, заставляет ее деформироваться. При горизонтальном сжатии осадочного чехла происходит его расширение по вертикали, вызывая поднятие дна Каспийского моря. При достижении упругих напряжений в земной коре пределов прочности по контуру Южно-Каспийской впадины происходит релаксация напряжений, которая сопровождается увеличением сейсмической активности, в том числе и в субдукционной зоне Среднего Каспия.

Изменение уровня Каспийского моря за период 1840-2010 гг. (рис. 2) взятое из работы

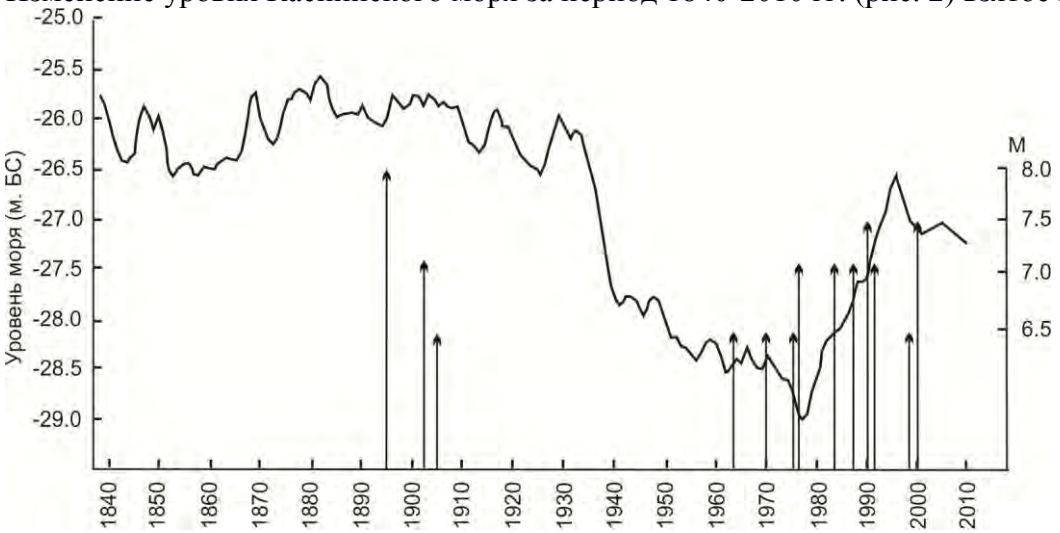

Рис. 2. График уровня моря и сильных землетрясений с магнитудами M=6.5-7.9 в Каспийском регионе за период 1838-2010 гг. **Fig. 2.** Schedule sea level and strong earthquakes with magnitudes M=6.5-7.9 in the Caspian region for the period 1938-2010.

(Дадашев и др., 2013), на котором стрелками отмечены времена сильнейших землетрясений с магнитудами M≥6.5, происшедшие в Каспийском регионе и на Кавказе (Гвишиани и др., 2013) показывает, что период резкого повышения уровня воды на 2.5 м совпадает с увеличением числа сильных землетрясений.

Изменение уровня Каспийского моря имеет связь с современными тектоническими движениями и региональной сейсмичностью (Уломов и др., 1999). Согласно предложенной

им геодинамической модели, сейсмической активизации предшествует изгиб дна Южно-Каспийской впадины и появление «избытка» воды в море. После сильных землетрясений и снятия упругих напряжений сжатия в земной коре дно Каспия опускается, а уровень моря понижается. После катастрофического землетрясения M=7.9, которое произошло на восточном побережье Каспия, вначале наблюдается резкое снижение уровня на 1.8 м, а затем медленно продолжает падать еще на 1.2 м.

Отдельные исследователи (Rebai et al., 1993) Кавказского региона предлагают следующую модель тектонических движений плит (рис. 3). Аравийская плита, двигаясь на

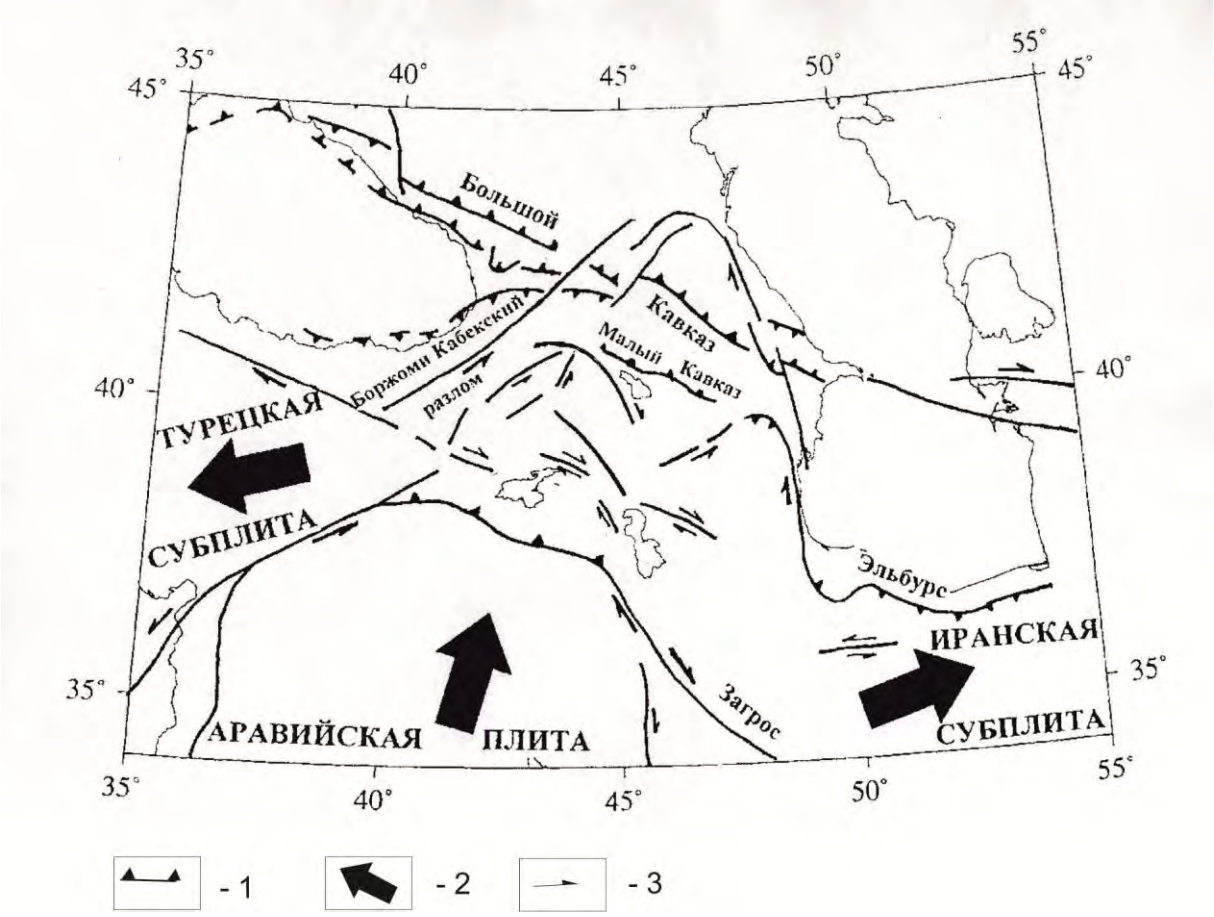

Рис. 3. Схема глобальной тектоники Кавказа и прилегающих районов: 1 - глубинные разломы; 2 – направление движения плит; 3 – тангенциальные движения разломов (Rebai et al., 1993). **Fig. 3.** The scheme of global tectonics of the Caucasus and adjacent areas: 1 - tectonic faults; 2 – direction of plates; 3 – tangential movement faults (Rebai et al., 1993).

Север, оказывает давление на Турецкую и Иранскую плиты, которые в свою очередь давят на Кавказ. По данным векторным GPS картам (Шевченко и др., 1999) Северный Иран и Закавказье перемещаются на Северо-восток со средней скоростью в год 15-20 мм. Из этого следует, что бассейн Каспийского моря также испытывает процесс сжатия, оказавшись зажатым между Скифско-Туранской плитой с одной стороны и Кавказ, Иран - с другой.

Оценки В.И. Уломова (Уломов и др., 1999) для модели сжатия земной коры, где не учитываются упругие свойства пород, т.е. рассматривается чисто геометрическая модель, показали, что сжатие осадочной толщи Южно-Каспийской впадины в горизонтальном направлении на 0.01м приводит к поднятию дна, примерно, на 10 м.

Однако слагаемая горная порода обладает свойствами упругой среды, поэтому данная модель сжатия осадочной толщи Южного Каспия была рассмотрена с учетом упругих параметров горных пород, для периода 1978-1995 гг., когда наблюдалось резкое увеличение

уровня воды в Каспийском море. Для упрощенной модели расчета поднятия дна Каспийского моря рассматривался объем осадочных пород Южно-Каспийской впадины с площадью прямоугольника стороной l=400 км и толщиной h=20 км. Для численных оценок использовалась формула для определения коэффициента Пуассона

$$\mu = \frac{\Delta h}{h} \Big/ \frac{\Delta l}{l} \qquad (1)$$

где $\Delta h/h$ – относительная деформация поперек образца; $\Delta l/l$ – относительная деформация вдоль образца. По формуле (1) было определено абсолютное значение деформационного расширения образца. Для нашего случая это будет равно утолщению осадочного чехла, т.е. поднятию дна Южного Каспия.

$$\Delta h = \frac{\mu \cdot \Delta l \cdot h}{l} \qquad (2)$$

Для осадочных пород величина μ находится в пределах 0.2-0.4. Считая скорость сжатия осадочного чехла Южного Каспия равной 20 мм/год, определяем суммарную величину сжатия для периода 1978-1995 гг. (20·18=360 мм, или 0.36 м), когда происходил быстрый подъем воды. Подставляя в формулу (2) численные значения (μ=0.2-0.4, Δl=0.36 м, l=400000 м, h=20000 м), получаем Δh=0.0036-0.0072 м. Оценки показывают, что модель горизонтального упругого сжатия осадочного чехла Южного Каспия не может объяснить феномен резкого подъема уровня Каспийского моря.

Модель сжатия осадочного чехла, основанная на данных лабораторных исследований по деформированию горных пород, лежит известный эффект увеличения объема породы в процессе сдвиговой деформации в результате образования в ней трещин. Эффект дилатансионного расширения пород зависит еще от упругих свойств и может меняться в различных пределах. Разрушение для различных пород происходит при достижении относительной деформации образца $\Delta V/V = 10^{-3}$ -10^{-4} (Brace et al., 1966).

Была определена предельная величина изменения объема осадочного чехла Южно-Каспийской впадины в результате его «дилатансионного» расширения. Изменение объема осадочного чехла равно $\Delta V = V(10^{-3}-10^{-4})$. Объем осадочного чехла равен $V = l^2 \cdot h = 32 \cdot 10^{14}$ м^3. Тогда $\Delta V = V(10^{11} - 10^{10})$ м^3.

Поднятие осадочного чехла Южно-Каспийской впадины приведет к повышению уровня моря, которое будет равно:

$$z = \Delta V/S \qquad (3)$$

где z- высота увеличения уровня Каспийского моря; ΔV- изменение объема осадочного чехла Южно-Каспийской впадины; S- площадь Каспийского моря.

Подставляя численные значения $\Delta V = 32 \cdot (10^{11} - 10^{10})$ м^3, $S = 40 \cdot 10^{10}$ м^2 в (3), получаем h=0.8-8 м. Отсюда следует, что модель дилатансионного расширения осадочного бассейна Южно-Каспийской впадины позволяет объяснить резкие колебания уровня Каспийского моря.

Обратный процесс снижения уровня Каспийского моря можно объяснить упругой деформацией горизонтального расширения дна в результате снятия сжимающих тектонических напряжений после сильных землетрясений в регионе.

При дилатансионном расширении пород предполагается также изменение флюидодинамического режима осадочного чехла Южного Каспия, так как раскрытие трещин в массиве пород приводит к увеличению его проницаемости и увеличению вертикальных флюидных потоков свободных вод осадочного чехла.

Выводы

1. Основная масса эпицентров землетрясений в Каспийском регионе за последние 5 лет сосредоточена на Северо-Восточном склоне Кавказа. Относительное большее количество глубоких землетрясений (h=70-150 км) располагается в срединной зоне, которая разделяет Каспий на Южный и Северный. В Южной части Каспия очаги землетрясений тяготеют к береговой части, образуя здесь кольцевую структуру, а центральная часть отличается своей асейсмичностью. Расположение эпицентров глубокофокусных землетрясений в Средней части Каспия подтверждает наличие здесь субдукционной зоны, земная кора Южного Каспия погружается под Скифско-Туранскую плиту.

2. В Каспийском регионе происходят сильнейшие землетрясения с магнитудой M≥7.8, которые могут привести как медленным, так и быстрым изменениям уровня моря. Максимальное повышение уровня в период сейсмической активности составило 2.5 м. Такие колебания уровня приводят к изменению ландшафтов в прибрежных зонах, разрушению инфраструктуры, загрязнению водной среды нефтепродуктами.

3. Рассмотрена модель изменения уровня воды в Каспийском море в результате дилатансионного поперечного расширения осадочного чехла Южно-Каспийской впадины от его продольного сжатия тектоническими напряжениями земной коры. Горизонтальное сжатие осадочной толщи Южно Каспийской впадины может вызвать повышение уровня моря в диапазоне 0.8-8 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антипов М.П., Волож Ю.А., Лаврушин Ю.А., Леонов Ю.Г. 1996. Геологические события и изменение уровня Каспийского моря // Геоэкология. № 3. С. 38-50.

Артюшков Е.В. 1996. Образование Южно-Каспийской впадины в результате фазовых переходов в нижней части континентальной коры // Доклады РАН. Т. 416. № 5. С. 647-652.

Гвишиани А.Д., Дзебоев Б.А., Агаян С.М. 2013. О новом подходе к распознованию мест возможного возникновения сильного землетрясения на Кавказе // Физика Земли. № 6. С. 3-19.

Дадашев А.М., Поставик П.В., Яготинцев В.Н. 2013.Уровень Каспийского моря в настоящем и будущем // Мониторинг. №4 (17). С.17-26.

Зверев В.П., Костикова И.А. 2013. Еще раз о возможности влияния подземных вод на изменение уровня Каспия // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. №4. С. 316-322.

Леонов Ю.Г., Волож Ю.А. 2004. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. М.: Научный мир. 526 с.

Леонов Ю.Г., Антипов М.П., Волож Ю.А. и др. 1998. Геологические проблемы колебания уровня Каспийского моря // Глобальные изменения природной Среды. Новосибирск, Изд. СО РАН. С. 39-57.

Уломов В.И., Полакова Т.П., Медведева Н.С. 1999. Динамика сейсмичности бассейна Каспийского моря // Физика Земли. №12. С. 76-82.

Шевченко В.И., Гусева Т.В., Лукк А.А. и др. 1999. Современная геодинамика Кавказа (по результатам GPS измерений и сейсмотектоническим данным) // Физика Земли. № 9. С. 3-18.

Rebai S., Philip H., Dorbath L., et al. 1993. Active tectonics in the lesser Caucasus: coexistenceof compressive and extensional structures // Tectonics. V.12. N. 5. P. 1089-1114.

«http://www.iris.edu/seismon/» (27.02.2014)

ABOUT MODERN DYNAMIC CHANGES OF LEVEL OF THE CASPIAN SEA

© 2016. Sh. G. Idarmachev, A. G. Magomedov

Institute of Geology, Dagestan scientific center of RAS
Russia, 367030, Makhachkala, Ярагского str., 75. E-mail: idarmachev@yandex.ru

Environmental problems of the Caspian sea and its coast are connected as a long-term natural changes in sea level, climate, and contemporary socio-economic problems. The destruction of coastal landscapes, infrastructure, caused by modern changes in sea level, as well as the extraction of minerals leads to additional pollution of the water environment by oil products. Of paramount importance is the study of the causes of sea level change, impacts and prediction of its long-term fluctuations. Discusses the geological model allows to explain the causes of short-period oscillations of level, applying seismic-geodynamic model of compression-stretching of the sedimentary section of the South Caspian basin. Dilatancy extension of the sedimentary strata of the Caspian seabed under the action of tectonic stress causes a rise in sea levels, and relieve stress in the earth's crust by seismic motions leads to the reverse process, lowering the bottom and reducing the water level.
Keywords: ecology, dilatancy expansion rocks, strong earthquakes, sedimentary cover, deformation of rocks.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 32-40.

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 550.4; 551.8 (925.22)

ВАРИАЦИИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА СТРОНЦИЯ В ОБРАЗЦАХ СОВРЕМЕННЫХ УЛИТОК ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАВКАЗА

© 2016 г. Н.И. Шишлина*, Ю.О. Ларионова, И.А. Идрисов***, Е.С.Азаров***

** Государственный исторический музей*
Россия, 109012 Москва, Красная пл., 1. E-mail: nshishlina@mail.ru, hazari4@yandex.ru
*** Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН.*
Россия, 109017 Москва, Старомонетный пер., 35. E-mail: ukalarionova@gmail.com
**** Институт геологии Дагестанский научный центр РАН.*
Россия, 367000 Республика Дагестан, Махачкала, ул. М. Ярагского, 75
E-mail: idris_gun@mail.ru

Поступила 25.06.2014 г.

Значения вариаций изотопного состава стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в различных природных объектах позволяют получить новые данные, имеющие важное значение при определении вероятного места рождения человека древних эпох и определения маршрутов его миграций. Представленные данные получены в образцах современных улиток, обитающих в ландшафтах восточной части Кавказа, характеризующиеся различными почвообразующими породами. Установлено, что в образцах, происходящих из ландшафтов, для которых характерны однотипные породы, значение изотопного состава стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в целом близкое, а в образцах, происходящих из ландшафтов, различающихся по характеру подстилающих горных пород, наблюдаются значительные вариации.

Ключевые слова: вариации изотопного состава стронция, горные породы, Кавказ

Введение

В современных исследованиях при интерпретации данных археологии особое значение имеет «изотопная подпись», сохранившаяся в разнообразных предметах материальной культуры, костях погребённого человека, животных и растениях. Одним из основных показателей мобильности человека являются значения вариаций изотопного состава стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в его костной ткани.

Кальций-содержащие минералы составляют примерно 50% из всех биоминералов; на фосфаты приходится 25% биогенных минеральных типов. Это вполне естественно, поскольку кальций выполняет многие функции в клеточном метаболизме. Наиболее распространенный фосфатный биоминерал – нестехиометричный карбонат-гидроксиапатит, который является основным минеральным компонентом костей и зубов позвоночных организмов.

Зубные ткани содержат большое число микроэлементов. Некоторые из них (например, хром, цинк) необходимы организму для его нормального функционирования. Напротив, целый ряд элементов (алюминий, стронций и другие) не играют особой роли в жизнедеятельности организма, а отдельные (свинец, кадмий, ртуть) токсичны даже в малых количествах. Состав кальцинированных тканей на сегодняшний день активно используется как индикатор загрязнения окружающей среды, в частности, тяжёлыми металлами, поскольку они накапливаются минеральной фазой ткани во время её формирования, при этом время их выведения из тканей продолжается в течение нескольких лет. Для сравнения уровня загрязнения часто привлекаются археологические образцы – зубные ткани людей, живших на данной территории в разные доиндустриальные эпохи.

Зубная эмаль человека представляет собой кристаллический массив, сложенный несколькими видами апатита и загрязнённый протеиновыми компонентами, присутствующими в небольших количествах в зрелой, неживой структуре. Кристаллы в эмали имеют микро-

скопический размер и не могут быть восстановлены, кроме как путем внешнего привнесения требуемых ионов в ротовую полость и строгого соблюдения физико-химических условий равновесия продуктов в растворе.

В течение человеческой жизни клетки, отвечающие за образование минеральной фазы, откликаются на многочисленные биохимические факторы окружающей среды, такие как поступление питательных веществ, гормонов роста, механические нагрузки и другое. Дентин – живая ткань, реагирующая на эти факторы и изменяющаяся, чтобы соответствовать своим функциональным особенностям. Минеральный состав эмали количественно и структурно фиксирован после её формирования. Это и стало основой активно развивающегося сегодня и вошедшего в археологическую практику метода установления места рождения и первых лет жизни человека по изотопному составу стронция, зафиксированному в его зубной эмали [*Bentley, Knipper*, 2005; *Montgomery et al.,* 2005; *Evans et al.,* 2006; *Price et al.,* 2012].

Являясь геохимическим аналогом кальция, стронций способен встраиваться в матрицу гидроксиапатита, замещая его, и накапливаться в зубных и костных тканях. Стронций (Sr) – химический элемент 2-й (IIa) группы Периодической системы Менделеева. Природный стронций состоит из четырех стабильных изотопов ^{88}Sr (82.56%), ^{86}Sr (9.86%), ^{87}Sr (7.02%) и ^{84}Sr (0.56%). Распространённость ^{87}Sr варьирует в связи с образованием его за счёт распада природного рубидия ^{87}Rb. Отношение ^{87}Sr/^{86}Sr в горной породе или минерале, содержащим Rb, зависит от возраста и отношения Rb/Sr в источнике или в материнской породе и представлено значительными вариациями.

В пищевую трофическую цепочку Sr попадает преимущественно из растений, которые, в свою очередь, поглощают его из почвы и поверхностных и подземных вод. Наиболее значительные вариации изотопного состава стронция характерны для первых 20 см гумусового слоя почвы, где значительное влияние на состав и концентрации элементов оказывают атмосферные осадки. Однако с глубиной изотопный состав стронция почв приближается к изотопному составу подстилающих горных пород. Изотопный состав стронция воды также зависит от состава и возраста размываемых пород. Геолого-геохимическая обстановка, характерная для того или иного региона, определяет изотопный состав стронция, который входит в растения и живые организмы, обитающие на изучаемой территории [Шишлина и др., 2012].

Накопление стронция в зубной эмали человека происходит с момента рождения и в детские годы (примерно до 12 лет и появления постоянных зубов); его изотопный состав отражает систему питания, компоненты которой происходят из определённого геолого-геохимического региона или нескольких регионов [*Bentley et al.,* 2004; *Eckardt et al.,* 2009]. Значение ^{87}Sr/^{86}Sr в зубной эмали не меняется со временем (наиболее информативными являются премоляры и моляры M1, M2). Определив изотопный состав стронция в образцах зубной эмали и зная региональные геологические и изотопно-геохимические характеристики предполагаемых районов проживания древнего населения, можно определить, где человек родился и провел свое детство.

Задачей данной статьи является публикация новых данных «Атласа вариаций изотопного состава стронция ^{87}Sr/^{86}Sr» по материалам восточного Кавказа.

Кавказ характеризуется длительной и сложной историей развития. Это обусловило развитие нескольких структурных этажей, сложенных существенно разновозрастными и разнообразными горными породами [Геология…, 1968]. Характерная тектоническая структура Кавказа [Тектоника…, 2009] на фоне значительной неотектонической активизации и выведения на поверхность разновозрастных пород является характерной особенностью этой грандиозной горной страны.

Особенности развития Кавказа способствовали выделению в нем крупных природных районов. Северная часть (Предкавказье) – это территория Скифской плиты, которая в различной степени была активизирована неотектоникой. Она простирается на север вплоть до Кумо-манычской впадины в географическом смысле районирования, и складчатых структур

Донбасса – кряжа Карпинского – в тектоническом. Южная часть (Кавказ) – собственно горная страна с резко ассиметричным строением с пологим северным склоном и крутым южным. Также наблюдается поперечная дифференциация региона с выделением западной, центральной и восточной частей. Подобное деление характерно и для Предкавказья и для горной территории.

В формировании Кавказа можно выделить современный (альпийский) этап развития и предшествующие доюрские этапы [Тектоника…, 2009], отложения которых, в целом, слагают фундамент, который был сильно дислоцирован, размыт. В центральной части Кавказа он приподнят на большую высоту, где выходит на поверхность. Породы этого времени отличаются большим разнообразием, также они в значительной степени переработаны метаморфическими процессами. На остальной территории (в том числе в высокогорной части Западного и Восточного Кавказа), доюрские породы находятся на глубине в несколько километров.

В юрское время начался современный альпийский этап развития Кавказа. Современная территория Кавказа в начале этого этапа располагалась вдоль северного края океана Тетис и вместе с обширными территориями Альпийско-Гималайского пояса пришла в движение в связи с активными процессами, обусловленными движениями материков и их блоков. В это время произошла значительная перестройка развитых в предшествующее время структур, что привело к образованию современной структуры Кавказа.

Для восточного Кавказа характерны следующие крупные группы горных пород (снизу вверх): глинистые сланцы и песчаники нижней и средней юры; крепкие бронирующие известняки верхней юры-нижнего мела; песчаники нижнего мела; глины нижнего мела; трещиноватые известняки и мергели верхнего мела и палеогена; мощная толща глин майкопской свиты (палеоген-неоген) – широко развитых вдоль предгорий Кавказа и сопредельных горных сооружений; песчаники с прослоями глин чокрак-карагана (миоцена) – образующих внешний передовой хребет Кавказа, непрерывно протягивающийся вдоль северного склона, а также образующий большую часть Центрального Предкавказья (Ставропольскую возвышенность); мощная толща глин с подчиненным прослоем известняков сарматского возраста – эти породы сильно размыты, но образуют ряд останцовых гор вдоль северо-востока Кавказа; выше залегают преимущественно терригенные породы конца плиоцена-четвертичного периода, особенно широко развитые вдоль юго-восточного окончания Кавказа.

Прогрессивно усиливающаяся коллизия способствовала быстрому росту Кавказа в неогене и в плейстоцене. Одновременно начали образовываться прогибы (Индоло-Кубанский, Терско-Каспийский, Северо-апшеронский, Рионский, Нижне- и Среднекуринские). Восток Терско-Каспийского прогиба не был скомпенсирован осадконакоплением и к современности превратился в глубоководную впадину Среднего Каспия. На остальных участках мощность накопленных в неоген-четвертичное время осадков достигает 3-5км; а на юго-восточном и северо-западном погружениях Кавказа (Апшерон и Тамань) превышает 10км. В четвертичное время в центральной части Кавказа развился значительный вулканизм, когда вершины вулканов (Эльбрус и Казбек) преодолели 5 км.

Быстрый рост Кавказа привел к тому, что в осадках окружающих равнин прогрессивно возрастает доля грубообломочных пород. Это связано со значительным ускорением эрозионных процессов, обусловленной ростом размеров и высоты прилегающих горных хребтов. Еще одной характерной особенностью плейстоценовых отложений региона являются резкие колебания уровня Каспийского моря амплитудой более 1000 м за 3 млн. лет, и около 180 м – за последние 20 тыс. лет.

В неоплейстоцене обширные территории к северу от Кавказа (включая ряд низкогорий) покрывались шлейфом лёссовых пород. В целом, подобные отложения характеризуются близкими геохимическими особенностями.

Материалы и методика работ

Для построения геохимической карты вариаций изотопного состава стронция в восточной части Кавказа выбраны образцы улиток, которые являются прекрасным источником информации о локальном местном сигнале $^{87}Sr/^{86}Sr$. При отборе образца с помощью GPS-навигатора фиксировалась точная географическая привязка (рис.1). По возможности, образец улитки определялся до вида (табл.).

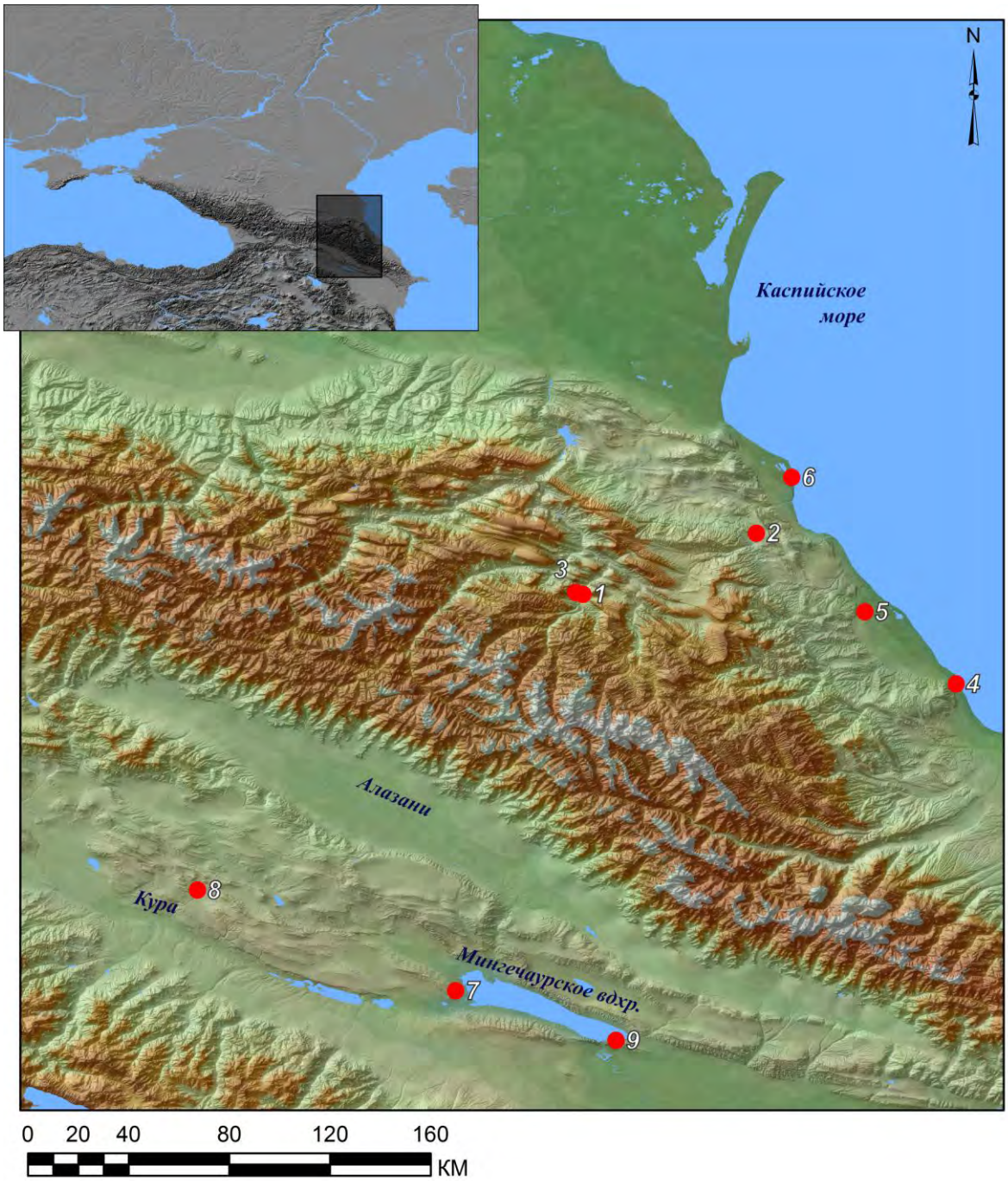

Рис. 1. Обзорная карта Восточного Кавказа с точками отбора образцов.
Fig. 1. Overview map of the Eastern Caucasus with sampling point.

Для построения своей раковины улитки используют известь, извлекая её из почвы, растений, воды, а при недостатке кальциевого материала могут извлекать его непосредственно из твёрдых пород и минералов. Являясь геохимическим аналогом кальция, стронций концентрируется в раковине моллюсков и его изотопный состав отражает геохимический сигнал

окружающей среды, из которой стронций поступил в живой организм. В последние десятилетия в связи с повышением разрешающей способности аналитической аппаратуры появились сведения о фракционировании в живых организмах стабильных изотопов стронция ($^{88}Sr/^{86}Sr$ в кораллах). О фракционировании $^{87}Sr/^{86}Sr$ сведений нет: оно не происходит или его эффект столь незначителен, что на сегодняшний день не может быть обнаружен.

Изучение изотопного состава проводилось в лаборатории изотопной геологии и геохронологии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН.

Обсуждение результатов

Образцы отобраны на участках с различными почвообразующими породами в различных высотных поясах Восточной части Кавказа, на территории России, Азербайджана и Грузии, которые в основных чертах характеризуют геологическое разнообразие района исследований. Проанализировано 9 участков (в двух случаях – по два экземпляра на участок для проверки точности измерений). Средняя статистическая поправка составила ±0.000010 (табл.).

Таблица. Вариации изотопного состава стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в образцах современных улиток Восточного Кавказа. **Table.** Variations in the isotopic composition of strontium 87Sr / 86Sr in the samples of modern sale, the current Eastern Caucasus.

№	образец	Sr, мкг/г	$^{87}Sr/^{86}Sr$	±2□
1	Дагестан, Гунибский р-н, с. Гуниб. Высота 1235м. Известняки – нижний мел. N 42°23′20″ E 46°57′47″	1031	0.708044	0.000011
2	Дагестан, Карабудахкентский р-н, с. Гурбуки. Аллювий-делювий. Высота 480м. Известняки – верхний мел. N 42°36'25" E 47°34'55"	739	0.708099	0.000009
3	Дагестан, Гунибский р-н, Гунибское плато. Высота 1515м. Известняки – нижний мел. *Helicopsis* N 42°23′44″ E 46°56′14,7″	851	0.707859	0.000012
4	Дагестан, г. Дербент; Цитадель Нарын-Кала. Высота 110м. Известняки – сарматский ярус – неоген. *Helicopsis* N 42°04′09″ E 048°17′45″	1488	0.708542	0.000010
5	Дагестан, Каякентский р-н, с. Герга. Высота 30м. Дубовый лес. Глина. Раннехвалынская терраса – поздний неоплейстоцен. N 42°19'35" E 047°58 '09"	2700	0.70859	0.000009
6	Дагестан, Карабудахкентский р-н, учебная база МГУ Турали. Высота -21 м. Пески, ракушечниковый детрит берегового вала. Новокаспийский ярус – голоцен. N 42°48'24" E 047°42'29"	2574	0.708326	0.000009
7	Азербайджан, хребет Палантекян. Высота 135м. Суглинки, супесь. Апшеронсий ярус – эоплейстоцен. N 40°58'27" E 046°30'33,97"	1411	0.707274	0.000009
8	Азербайджан, Джейранчель. Высота 440м. Сухая степь. Суглинки, аллювий притока р. Кура. Неоплейстоцен – голоцен. N 41°20'02" E 045°35'15"	1021	0.707395	0.000010
9	Азербайджан, хребет Боздаг (Гараджа), 3 км к востоку от гор. Мингечаур. Высота 130м. сухая степь полупустыни. Суглинки, глины. Апшеронский ярус – эоплейстоцен. N 40°47'51" E 047°04'51"	1877	0.707669	0.000010

На фоне различного содержания Sr в образцах (обусловленного специфической геохимической обстановкой) наблюдаются относительно близкие соотношения исследуемых изотопов. Изотопный состав стронция в изученных образцах современных улиток восточной части Кавказа варьирует от 0.70727 до 0.70859.

Наиболее высокие значения характерны для молодых морских осадков (новокаспийских и хвалынских), которые во многом сохранили химические особенности морской воды, из которой они отлагались. Карта-схема расположения пунктов отбора, совмещенная с геологической картой приведена ниже (рис.2).

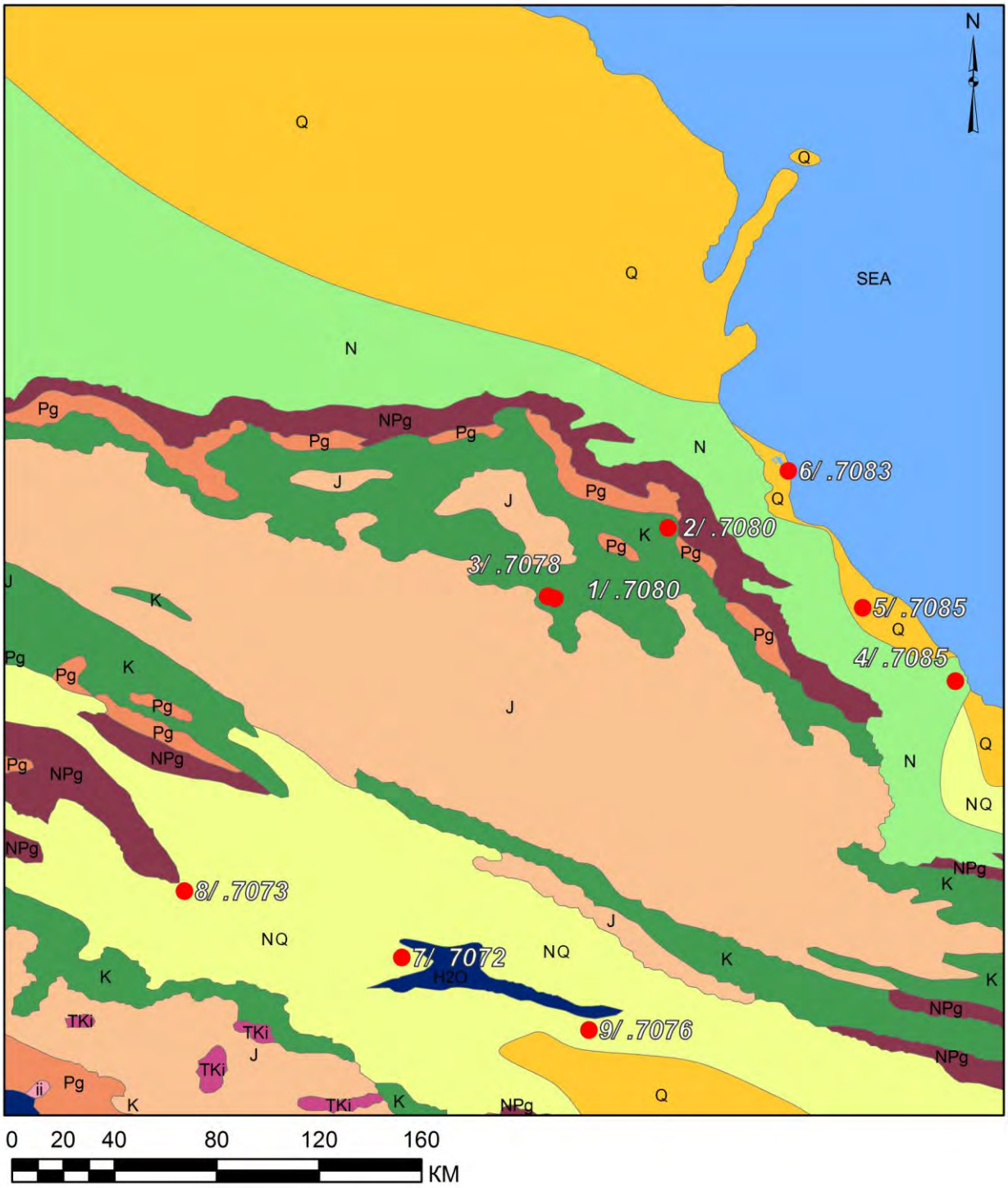

Рис.2. Геологическая карта восточной части Кавказа.

Fig.2. Geological map of the eastern part of the Caucasus.

Рис.3. Условные обозначения к геологической карте Восточной части Кавказа.
Fig. 3. Key to the geological map of the eastern part of the Caucasus.

В других регионах Кавказа отношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ варьирует от 0.7074 (Абрау-Дюрсо) и 0.7075 на побережье Чёрного моря в Абхазии (Гагры) до 0.7089 (Темрюк) [Шишлина и др., 2012; Trifonov et al., 2012]. В равнинно-предгорной полосе Северо-Западного Кавказа $^{87}Sr/^{86}Sr$ меняется от 0.7075-0.7076 (Отхара, Лыхны, Псыбе, Шепси) до 0.7087 (с. Старокорсунская), варьируя в горных районах в пределах 0.7093-0.7099 (Нижний Афон и др.). Относительно большие вариации значений связаны с контрастными литологическими особенностями аллювия, слагающего предгорные территории в данной части Кавказа, обусловленные разнообразием размываемых в верховьях рек горных пород.

На равнинах центрального Предкавказья и прилегающей с севера территории соотношение составляет 0.7089-0.7092 [Шишлина и др., 2012] с минимальным разбросом значений, что вероятно обусловлено распространением здесь лёссовых пород.

Исследованные в восточной части Кавказа образцы можно объединить в несколько групп. В первую группу вошли образцы, отобранные в среднегорных и предгорных ландшафтах Восточного Кавказа, на высотах от +480 до 1515м. Здесь наблюдаются значения в интервале 0.70786-0.70810, приуроченные к районам распространения известняков юры и мела. Такие породы резко доминируют для данной части Кавказа.

Для низменных (прикаспийских) районов установлены соотношения в интервале 0.70832-0.70859 (образцы 5-6). Данные получены для контрастных образцов: глин позднего неоплейстоцена (хвалыни) и ракушечного детрита среднего голоцена. Вероятно, подобное соотношение изотопов стронция фиксируют особенности состава вод Каспийского моря, сохранившиеся в этих морских осадках. Соответственно подобные значения можно ожидать для всех хвалынских и новокаспийских отложений вдоль всех берегов Каспийского моря (от Волгограда до западной Туркмении).

Получена одна проба для полосы предгорий (низкогорий) северо-восточного Кавказа – 0.70854 (образец 4), для участка развития неогеновых сарматских известняков, имеющих широкое распространение вдоль всего юга Восточно-Европейской равнины (от Карпат до Устюрта). Непосредственно вдоль северо-востока Кавказа сарматские известняки сохранились в виде нескольких небольших останцов, суммарной площадью менее 500 км^2 (плато Тарки-тау, Джалган, Избербаш, Шерябаш и ряд других). При этом для восточной части Кавказа характерно контрастное распределение пород. Соответственно для данной территории для других пород палеогена-неогена соотношения изотопов стронция может отличаться.

Обособленную группу представляют собой образцы центральной части Закавказья (образцы 7-9). Для них характерны значения от 0.70727 до 0.70766 (образцы из западной части Азербайджана) и 0.70807 (Центральная Грузия). Образцы 7-9 отобраны на расстоянии 150 км для пород контрастного возраста от эоплейстоцена до голоцена. Среди горных пород данной территории резко доминируют терригенные мелкообломочные породы (глины, суглинки, пески), которые могут многократно размываться, переотлагаться и вновь накапливаться. В

целом, подобные характеристики соотношения изотопов Sr могут быть характерны для всех предгорий, которые широкой полосой опоясывают Кавказ с юга, а также для территории Куро-Араксинской низменности, лежащей еще южнее.

Заключение

Вариации значений соотношения изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в современных образцах улиток из Восточного Кавказа дополняют данные, полученные по другим регионам России. Они иллюстрируют изотопное соотношения для Sr для отдельных крупных регионов восточной части Кавказа: меловых известняков Внутригорного Дагестана, позднеплейстоценовых-голоценовых морских террас Каспийского моря, терригенных пород Аджиноурского региона и всей юго-восточной периферии Кавказа. Для других регионов (северо-восточные предгорья Кавказа, высокогорная зона развития юрских пород, Центральный Кавказ) необходимо продолжение исследований с отбором образцов из участков с различным геологическим строением. Выявленные особенности соотношения изотопов стронция в образцах, отобранных на различных горных породах, свидетельствуют об определенном их разнообразии и возможности выделения крупных регионов с однотипными изотопными соотношениями, в том числе при составлении Атласа вариаций изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в современных образцах. Эти данные можно будет использовать при интерпретации естественно-исторических событий.

Работа поддержана грантом РФФИ №13-06-12003 офи_м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геология СССР. Т.IX Северный Кавказ. Ч.1 Геологическое описание. М.: Недра. 1968. 760с.

Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка к тектонической карте Черноморо-Каспийского региона. Под ред. акад. В.Е. Хаина, В.И.Попкова. Краснодар. 2009. 213с.

Шишлина Н.И., Ларионова Ю.О., Сафонов И.Е., Севастьянов В.С. Масс-спектрометрические исследования и проблема миграций населений степной зоны Кавказа в эпоху бронзы: первые результаты // Новейшие открытия в археологии Северного Кавказа: исследования и интерпретации. XXVII Крупновские чтения. Махачкала, 2012. С.145-146.

Шишлина Н.И., Ларионова Ю.О. Вариации изотопного состава стронция в образцах современных улиток юга России: первые результаты // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. Археология, краеведение, музееведение. Отв. ред. А.Белинский. Ставрополь: Наследие. 2014. С. 63-72.

Bentley R.A., Price T.D., Stephan E. Determining the local $^{87}Sr/^{86}Sr$ range for archaeological skeletons: a case study from Neolithic Europe // JAS. – 31. – 2004.

Bentley R.A., Knipper C. Geological patterns in biologically available strontium, carbon and oxygen isotope signatures in Prehistoric SW Germany // Archaeometry. – 47, 3. – 2005.

Eckardt H., Chenery C., Booth P., Evans J.A., Lamb A., Muldner G. Oxygen and strontium isotope evidence for mobility in Roman Winchester// – JAS. – 36. –2009.

Evans J., Stoodley N., Chenery C. A strontium and oxygen isotope assessment of a possible fourth century immigrant population in a Hampshire cemetery, southern England // JAS. – 33. – 2006.

Montgomery J., Evans J.A., Powlesland D., Roberts Ch.A. Continuity or Colonization in Anlo-Saxon England? Isotope Evidence for Mobility, Subsistence Practice, and Status at West Heslerton // American Journal of Physocal Anthropology. – 126. – 2005.

Price T.D., Frei K.M., Tiesler V., Gestsdottir H. Isotopes and mobility: Case studies with large samples // Population Dynamics in Prehistory and Early History. New Approaches Using Stable Isotopes and Genetics. – Berlin, 2012.

Trifonov V.A., Zaitseva G.I., van der Plicht J., Burova N.D., Bogomolov E.S., Sementsov A.A., Lokhova O.V. The dolmen Kolikho, Western Caucasus: isotopic investigation of funeral practice and human mobility // Radiocarbon, Vol. 54, Nr 3-4, 2012.

VARIATIONS IN $^{87}SR/^{86}SR$ RATIOS IN THE SNAIL CONTEMPORARY SAMPLES OBTAINED FROM THE EASTERN CAUCASUS

© 2016. N.I. Shishlina*, Yu.O. Larionova, I.A. Idrisov***, E.S. Azarov***

**State History Museum, Russia, 109012 Moscow, Red Square., 1.*
E-mail: nshishlina@mail.ru, hazari4@yandex.ru
*** Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russia, 109017 Moscow, Staromonetniy l., 35.*
E-mail: ukalarionova@gmail.com,
**** Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center, RAS.*
Russia, 367000, Makhachkala, M. Yaragskogo str., 75. E-mail: idris_gun@mail.ru

Local geochemical environment of different regions is characterized by specific obtained for rock, groundwater, soil, plants and animals and through components of diet is incorporated into human tooth enamel during the time of formation. It provides data for identifying a possible place of individual origin. Ten $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio data obtained from the different areas of the Eastern Caucasus present variations due to the differentiation of rock and water of local landscapes.
Keywords: variation of the isotopic composition of strontium, sediments, Caucasus.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 41-47.

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574 (470.67)

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

© 2016 г. Р.А. Магомедов

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, д 75. E-mail: ra-mag@yandex.ru

Поступила 03.04.2015 г.

До настоящего времени уделяется недостаточное внимание экологическим проблемам, которые могут возникнуть в сейсмоактивных регионах. Обоснована необходимость проведения прогнозных геоэкологических исследований в регионе, на примере территории Восточного Кавказа. Разработаны способы прогнозирования назревающегося сейсмического события, основанные на анализе формирующегося аномального гидрогеодеформационного поля (ГГД-поля) и деформационном мониторинге. Рекомендуется возобновление работ по сейсмическому микрорайонированию и созданию сети сейсмометрических станций на территории региона.

Ключевые слова: геоэкология, современная сейсмичность, прогноз.

Введение

Природные процессы на поверхности Земли испытывают воздействие новейшей геодинамики и современной сейсмичности. Определенный вклад в исследование связи развития общества с геодинамикой и геоэкологией внесли работы (Арнольд, 2004; Залибеков, 1996; Стасюк и др., 2002; Исаков и др., 2013). При всем многообразии публикаций по проблемам геоэкологии, казалось бы, охватывающих весь спектр взаимодействия живой и косной (литогенной) материи, недостаточное внимание оказано мощному природному фактору – геодинамические и сейсмические процессы, определяющие тенденции в развитии условий живой природы.

Возросший интерес к геоэкологическим проблемам Восточного Кавказа диктуется тем, что в сферу повышенных сейсмических воздействий попадают крупные энергетические объекты Сулакского каскада ГЭС, включающие действующие в настоящее время Чиркейскую, Миатлинскую, Чирюртовскую, Ирганайскую ГЭС, а также строящееся множество малых ГЭС, основные транспортные коммуникации, высоковольтные линии электропередач, нефте-газопроводы федерального и республиканского значений, аэро- и морской порты и крупные, разросшиеся города и поселки региона.

Литосфера – сложнейшая природная система и фундамент, на котором развивается общество. Отсутствие исследований по проблемам развития системы может привести к нежелательным экологическим последствиям. По своим разрушительным действиям, количеству жертв, материальному ущербу и деструктивному воздействию на среду обитания человека, землетрясения занимают одно из первых мест среди других видов природных катастроф. Эти грозные явления природы опасны прежде всего потому, что происходят там, где человек живет и работает. Исторически так сложилось, что людям было удобно и экономически выгодно селиться именно там, где время от времени возникают землетрясения. Восточный Кавказ, особенно его предгорная часть с прилегающими аридными экосистемами, не является исключением. Разрушения и гибель людей обуславливаются различными вторичными природными явлениями, которые могут активизироваться в результате землетрясения.

Многочисленные исследования, открытия в области геологии, геофизики, геохимии, биологических наук показали, что имеются разнообразные аналогии между живой и неживой

природой. Грань между ними, по заключению А.И. Опарина, является условной, поскольку жизнь нельзя охарактеризовать определенными свойствами; жизнь представляет специфическую комбинацию этих свойств и их взаимодействий. «*Жизнь*» - это одна из бесчисленных форм существования вечно меняющейся материи (Магомедов, 2012).

Углубленные знания о малозаметных, но жизненно важных закономерностях развития недр имеют исключительно важное значение, не только для прогнозирования землетрясений, но и для научно обоснованного, рационального освоения минеральных ресурсов, использования подземного и наземного пространств, строительства сложных природно-технических систем и решения других важных практических задач. Накопленный сейсмологический и геолого-геофизический материал свидетельствует, что процесс «созревания» землетрясения охватывает большие отрезки времени, исчисляемые десятками лет. Однако, как показывает мониторинг гидрогеодеформационного поля (ГГД-поля), на заключительном этапе подготовки этого катастрофического геодинамического события процесс «созревания» идет существенно быстрее и длится всего несколько месяцев, а иногда – и суток (Вартанян, 1995; Осика и др., 1981, 2013; Магомедов, 2001, 2002). Подготовка аномальных природных процессов проходит неоднозначно. Поэтому познание законов развития природных процессов, их углубленное изучение с целью определения вероятных путей развития и эволюции с экологической точки зрения приобретает особую значимость.

Объект и методы исследования

Восточный Кавказ характеризуется самой высокой сейсмической активностью в европейской части России. В сейсмогеодинамическом отношении он принадлежит Иран-Кавказ-Анатолийскому региону Средиземноморско-Гималайского пояса, которому свойственны очень крупные землетрясения. Выявление потенциальных сейсмических очагов и долгосрочный прогноз их очередной активизации имеют первостепенное значение для адекватной оценки сейсмической опасности и сейсмического риска в этом густонаселенном и промышленно развитом регионе страны.

Для исследования привлекался геолого-геофизический материал территориальных фондов геологической информации по РД и ИГ ДНЦ РАН а также каталог землетрясений, произошедших на территории Восточного Кавказа и прилегающих территорий за период с 1960 года по настоящее время. Здесь охвачен инструментальный период наблюдений с проведением комплексного анализа всего материала (Магомедов, 2013). В исследовании также использовался метод структурного анализа, основанный на изучении геологических карт и геологических разрезов.

Анализ и обсуждение результатов исследований

В результате проведенных исследований составлена схема дизъюнктивной тектоники (Магомедов, 2013, 2014), которая позволила установить блоковое строение геологической среды Восточного Кавказа (рис. 1). Схема служит необходимым основанием для изучения процессов взаимодействия блоков, локализации источников напряжений. На основе составленной схемы выполнено прогнозирование зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) в области Дагестанского выступа (ДВ). Современная очаговая зона землетрясений приурочена к зоне сочленения Сулакского выступа с Капчугайским грабеном. Потенциально новой очаговой зоной землетрясений является место сочленения Талгинского выдвинутого блока с Капчугайским грабеном и Губденским блоком. Критическими в области ДВ являются узкие, линейно-вытянутые зоны горст-грабенов в районе Миатлов, Шамхал-Булака и Экибулака. По результатам анализа пространственно-временного распределения и миграции эпицентров землетрясений, помимо отмеченной современной высокосейсмичной зоны – ДВ, в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа нами выделены 4 сейсмоактивные зоны (Магомедов, 2013): Дербентская, Кубачи-Дейбук-Харбук-Уркарахская,

Аргун-Гудермес-Хасавюртовская и Лагодехи-Белоканы-Закаталинская зоны, характеризующиеся своими особенностями по периодичности и сейсмических циклов.

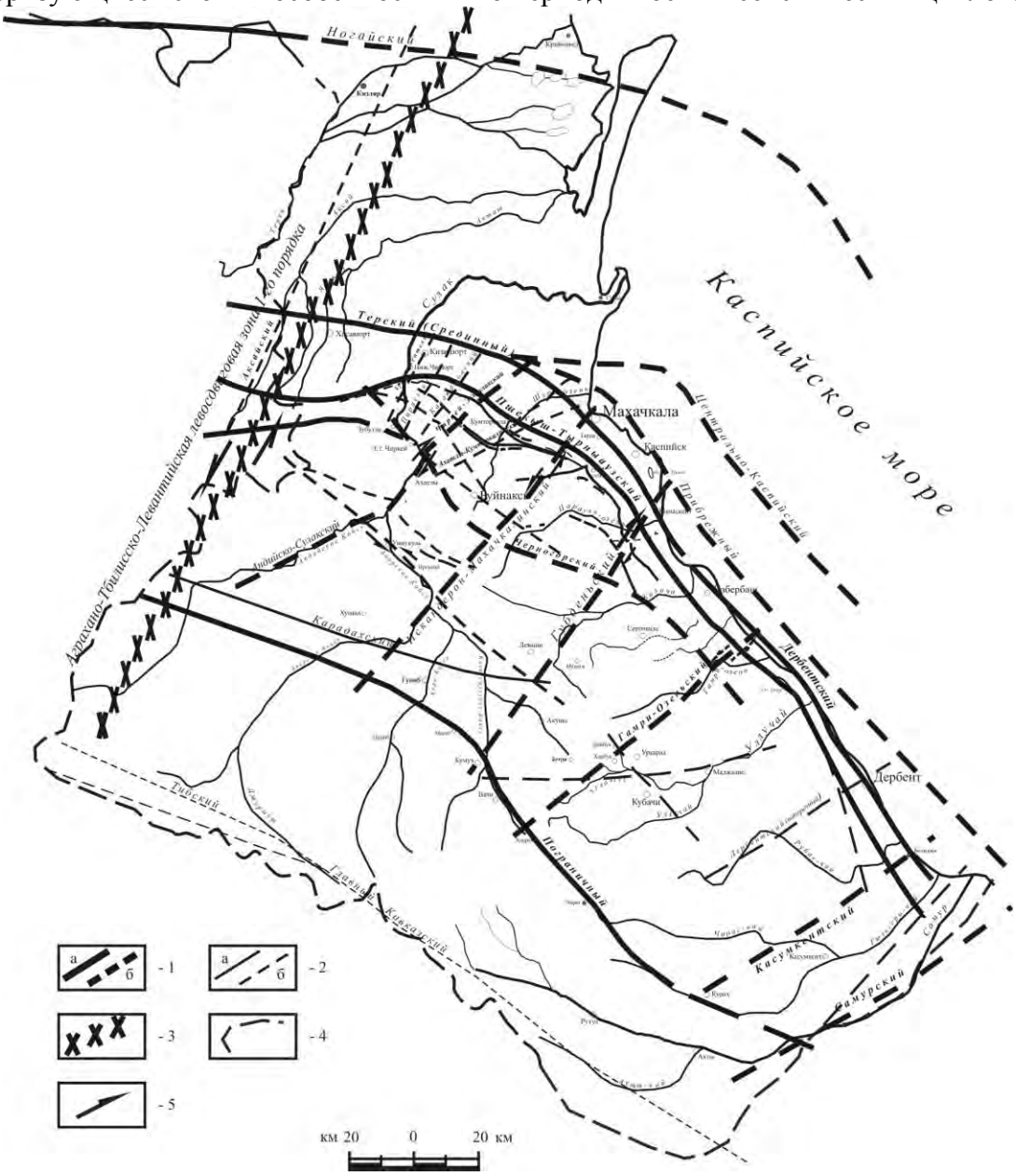

Рис. 1. Схема разломно-блокового строения Дагестанского сектора Восточного Кавказа: 1 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны доюрского фундамента (а – достоверные, б – предполагаемые). 2 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны осадочного чехла (а – достоверные, б – предполагаемые). 3 - Аграхано-Тбилисско-Левантийская левосдвиговая зона первого порядка. 4 – граница республики. 5 – направление движения блоков. **Fig. 1**. Diagram of the fault-block structure of the Dagestan sector of the Eastern Caucasus: 1 - boundary fault-block structures and destructive zone of the pre-Jurassic basement (a - reliable b - probable). 2 - boundary fault-block structures and destructive zones of the sedimentary cover (a - reliable b - probable). 3 - Agrahara-Tbilisi-Levantine levodopa area of the first order. 4 - the border of the Republic. 5 - the direction of movement of the blocks.

Исследования в области ДВ Восточного Кавказа позволили установить отличия в интенсивностях развития ГГД-поля в зависимости от наличия и геометрии зон разломов. Наибольшие аномальные изменения уровней и дебитов подземных вод, в период формирования сейсмического события, происходят вдоль системы разломов. Установлено,

что аномальное ГГД-поле ориентируется вдоль системы разломов, показывая тем самым, зону потенциальной сейсмической активности (рис. 2).

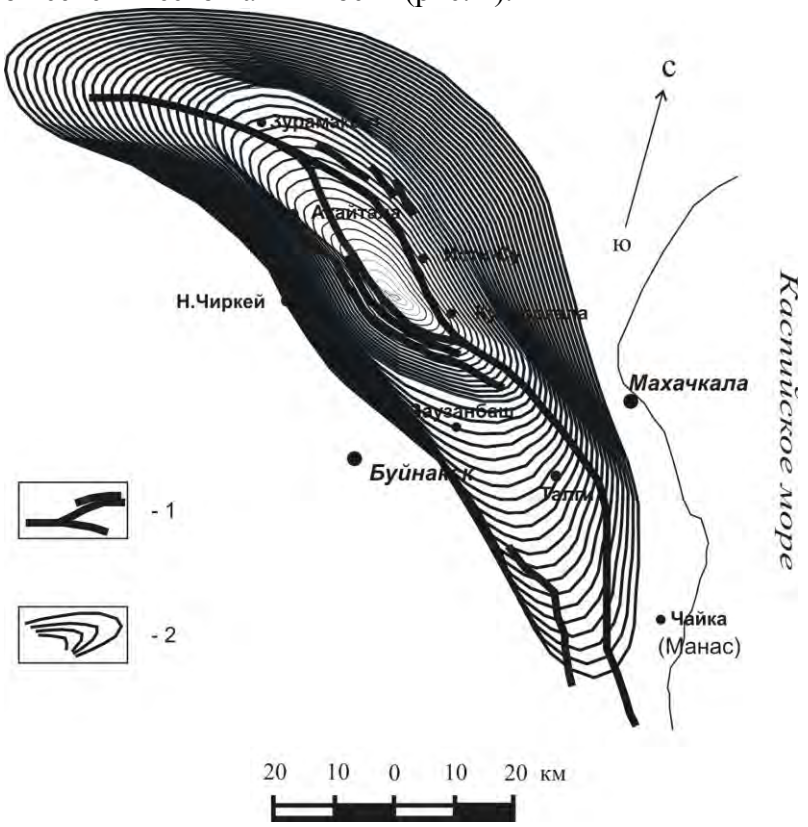

Рис.2. Форма аномального ГГД-поля в плане в связи с подготовкой сейсмического события в области ДВ Восточного Кавказа: 1 – Нарат-Тюбинская зона разломов; 2 – изолинии аномального ГГД-поля.
Fig.2. The anomalous form HHD-field in the plan in connection with the preparation of seismic events in the area of DV Eastern Caucasus: 1 - Narat-Tyube fault zone; 2 - anomalous contours HHD-field.

Исходя из рассмотрения особенностей поведения ГГД-поля Земли (Вартанян, 1982; Вартанян, 1995) и возможностей получения экологически значимой информации, представляется, что одним из основных полученных выводов является важность и необходимость создания надрегиональной системы слежения за геодинамической обстановкой, базирующейся на принципах высокоточного мониторинга. Познание закономерностей эволюции ГГД-поля Земли, протекающей в реальном времени, оказывается мощным инструментом в решении ряда геологических задач, таких как выявление краткосрочных предвестников сильных землетрясений, обнаружение периодов геодинамической активизации сейсмически опасных регионов, оценка воздействия природных геофизических и геохимических полей на коллективную реакцию биологических сообществ.

Исследования деформационного развития региона проводились в пределах региона и имеют выраженный циклический характер. Результаты проведенного анализа (Магомедов, 2010; 2013) геолого-геофизического материала и каталога землетрясений за весь инструментальный период наблюдений показывают, что в геодинамических циклах становится возможным различать восходящую и нисходящую фазы, приуроченные к мощным разрядкам накопившейся упругой энергии (рис. 3).

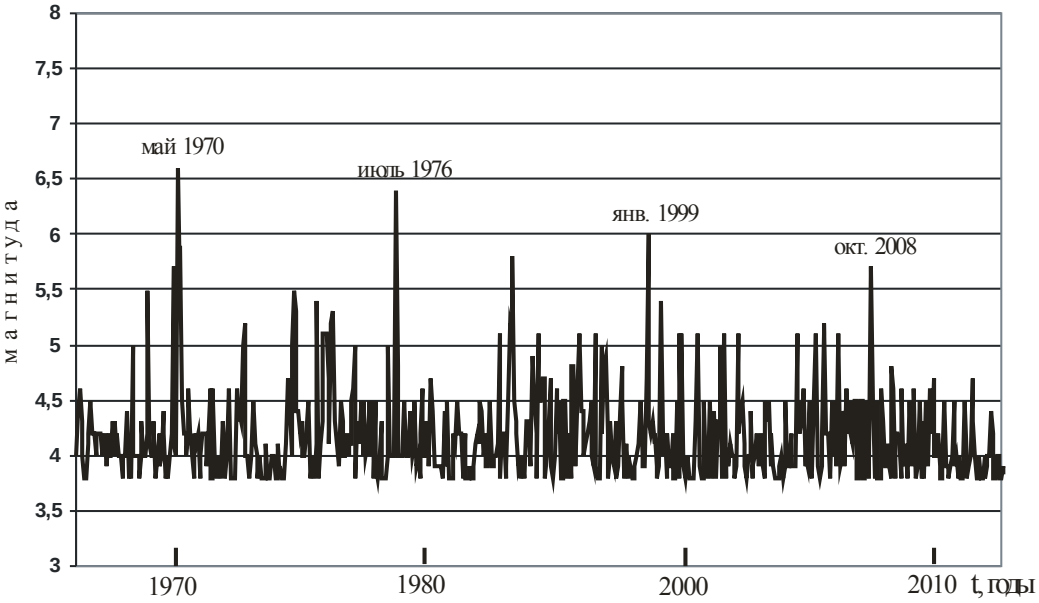

Рис. 3. Циклы геодинамической активизации по сейсмологическим данным в период 1960-2012 гг. (Восточный Кавказ). **Fig. 3.** Cycles geodynamic activation in seismological data in the period 1960-2012, (Eastern Caucasus).

Разработки, выполненные Д.Г. Таймазовым (2006, 2007) в ИГ ДНЦ РАН с геофизическими методами позволяют установить аномальные изменения в деформационном поле и специфичную картину «взаимодействия» крупных блоков земной коры и предсказать вероятный интервал времени надвигающейся природной катастрофы. Активизация современных геодинамических процессов выражается в усилении горизонтального тектонического напряжения земной коры, подтверждающее результатами высокоточных линейно-угловых геодезических измерений, проводившихся в 1991 г. (Лилиенберг, 1998). Установлено относительное смещение в плане на северо-восток восточной части ДВ, а величина средних скоростей горизонтальных перемещений геодезических пунктов за 24-летний период (1967-1991 гг.) достигает 2 см/год. ДВ (особенно северо-восточная часть) характеризуется высокими скоростями современного подъема земной поверхности. Приморская равнина, являющаяся побережьем Каспийского моря, испытывает на большей площади погружение. Современные скорости вертикальных опусканий здесь варьируют в пределах 2-5 мм/год.

Анализ результатов оценки сейсмической безопасности городов, населенных пунктов, объектов промышленности и гражданского значения Восточного Кавказа, вызывает определенную обеспокоенность (Черкашин и др., 2003; Крамынин и др., 2004). В соответствии с нормами и правилами, разработанными Госстроем РФ, сейсмическое микрорайонирование городов и других объектов должно обновляться через каждые 10 лет. Связано это как с изменением геолого-сейсмологической ситуации, так и с освоением новых площадей, занимаемых под строительство зданий и промышленных сооружений. Последняя карта сейсмического микрорайонирования г. Махачкала и большинства городов юга России была составлена более 30 лет назад. За это время города значительно увеличились по занимаемой площади, т.е. вышли за пределы карты сейсмического микрорайонирования, следствием чего является значительное увеличение степени сейсмического риска при возможном сильном землетрясении. Учитывая изложенное с 1997 года, согласно карте общего сейсмического районирования (ОСР-97), Прибрежная и Предгорная части республики, включая и г. Махачкала, переведены в девяти балльную зону сотрясений. Предлагается возобновить работы по сейсмическому микрорайонированию и создать сеть сейсмометрических станций. Сейсмическим микрорайонированием должны быть охвачены в

Дагестане такие города, как: Махачкала, Грозный, Нальчик, Буйнакск, Кизилюрт, Каспийск, Дербент и другие крупные населенные пункты.

Заключение

Применительно к управленческим решениям, подлежащим реализации на федеральном и муниципальном уровнях, а также для целей оценки экономической приемлемости того или иного инженерного подхода требуется создание системы экологического слежения за геодинамическими процессами, происходящими в регионе. Принимаемые экономические решения должны адекватно учитывать возможные изменения в природной среде под влиянием геотектонических процессов, современной сейсмичности и антропогенной нагрузки. Прогнозные геоэкологические исследования включают:

1. В пределах активных участков геодинамических зон особое внимание уделять геологическому методу поиска признаков сейсмичности (палеосейсмодислокаций) и оценке параметров геодинамических зон, с учетом которых прогнозируют расположение потенциальных зон ВОЗ и оценивают максимальные магнитуды.
2. Исходя из особенностей поведения ГГД-поля Земли и возможностей получения экологически значимой информации, представляется необходимым создание надрегиональной системы слежения за геодинамической обстановкой, сейсмически активных регионов России базирующейся на принципах точного мониторинга.
3. Для оценки тектонических и сейсмических условий региона рекомендуется использовать последовательное рассмотрение мелкомасштабных, среднемасштабных и крупномасштабных материалов изысканий и исследований. Такой подход позволяет последовательно (от общего к частному) рассмотреть потенциальную опасность региональных, местных и локальных структур, установить их взаимосвязь и подчиненность, обеспечить повышение детальности исследований.
4. Современной службой сейсмического прогноза в качестве высокочувствительного способа краткосрочного и оперативного предупреждения о грядущем землетрясении должны быть приняты на вооружение разработки и методы исследования деформационного поля, разработанные в Институте геологии ДНЦ РАН и представляющие контрастный специфический показатель надвигающейся геодинамической катастрофы. С учетом различия геодинамического поведения отдельных блоков земной коры с помощью деформационных методов исследований геологической среды возможно осуществление районирования территории региона по степени их подвижности относительно господствующим знакам деформации и сейсмофизической обстановки.
5. Необходимо возобновить работы по сейсмическому микрорайонированию городов и крупных населенных пунктов на территории региона. Создать сеть современных цифровых сейсмометрических станций. Предложенный вариант исследований позволит снизить риск экологических последствий современной сейсмичности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арнольд В.И. 2004. Теория катастроф / В.И. Арнольд. М.: Едиториал УРСС, 128 с.

Вартанян Г.С. 1995. Гидрогеодеформационное поле в исследовании механизмов геодинамики // Отечественная геология. № 4. С. 29-37.

Залибеков З.Г. 1996. Новые аспекты проблемы борьбы с антропогенным опустыниванием в регионах Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы. Т.2. № 2-3. С. 18-25.

Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Юсупов А.Р. 2013. Проявление вулканических пеплов в долине реки Истису в аридной зоне Дагестана (Восточный Кавказ) // Аридные экосистемы. Т.19. №3 (56). С. 99-106.

Крамынин П.И., Черкашин В.И., Абакаров А.Р., Магомедов Р.А., Магомедов А.Г., Крамынин К.П. 2004. Сейсмотектонические и геодинамические особенности района Чиркейского гидроузла // Гидротехническое строительство, № 9, Москва, Энергопрогресс. С. 67-71.

Лилиенберг Д.А. 1998. Закономерности и механизмы современной геодинамики морфоструктур Крыма, Кавказа и Каспия // Проблемы геоморфологии и геологии Кавказа и Предкавказья. Материалы международного совещания «геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие». XXIV пленум геоморфологической комиссии РАН. Краснодар, 1998 г.

Магомедов Р.А. 2001. Патент РФ № 2163385. Способ предсказания силы и места землетрясения // БИ, 2001. № 5.

Магомедов Р.А. 2002. Связь скорости изменения значений гидрогазогеохимических показателей с сейсмичностью на примере отдельных землетрясений Тр. ДНЦ РАН, ИГ, вып. 48. Махачкала 2002. С. 91-93.

Магомедов Р.А. 2013. Особенности пространственно-временного распределения и миграции очагов сильных землетрясений Восточного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. № 4, Владикавказ, 2013. С. 34-43.

Магомедов Р.А. 2014. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа // Отечественная геология, № 3. С. 69-77.

Магомедов Р.А. 2014. К разломно-блоковой тектонике Дагестанского сектора Восточного Кавказа // Модернизация современного общества: пути развития, проблемы, перспективы. Материалы Международного электронного Симпозиума. Махачкала, 22 октября 2014 г. С. 22-33.

Осика Д.Г. 1981. Флюидный режим сейсмически активных областей. М, Наука, 204 с.

Осика Д.Г., Отинова А.Ю., Пономарева Н.Л. 2013. О природе глобального потепления и естественных причинах формирования климатических аномалий и катастроф // Аридные экосистемы. Т.19. № 4(57). С. 104-112.

Стасюк Н.В., Шоба С.А., Залибеков З.Г., Зонн И.С. 2002. Деструктивные изменения почвенного покрова на берегах Каспийского моря в связи с колебанием его уровня // Аридные экосистемы. Т.8. № 17. С. 31-41.

Таймазов Д.Г. 2006. Многокомпонентный скважинный деформограф // Вестник ДНЦ РАН. № 26.- С. 9-16.

Таймазов Д.Г. 2007. Многокомпонентная деформационная станция траншейного типа для сейсмопрогностических наблюдений: Тр. / ДФ ГС РАН. Вып.1. С. 177-184.

Черкашин В.И., Дорофеев В.М., Крамынин П.И., Магомедов Р.А., Мамаев С.А., Никуев Р.Ю. 2003. Организация инженерно – сейсмометрической службы в Республике Дагестан // Вестник ДНЦ РАН, Вып. 14, Махачкала 2003. С. 25-37.

ON THE ENVIRONMENTAL ASPECT OF THE MODERN SEISMICITY OF THE TERRITORY THE EASTERN CAUCASUS

©2016. R.A. Magomedov

Institute of Geology, Dagestan scientific center of RAS
Russia, 367030, Makhachkala, M. Yaragskogo str., 75. E-mail: ra-mag@yandex.ru

To date, insufficient attention is given to environmental problems which may occur in seismically active regions. Recognition of the need for predictive geo-ecological research in the region. Consider the option of conducting such studies in the Eastern Caucasus. The methods of forecasting nasewaupee seismic events, based on analysis of emerging anomalous hydrogeodeformation field (HHD-field) and deformation monitoring. It is recommended that resumption of work on seismic zoning and establishing a network of seismic stations in the region.

Keywords: geoecology, modern seismicity, forecast.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 48-55.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.4, 581.132(134)

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

© 2016 г. А.Т. Маммаев, М.Ю. Алиева, М.Х.-М. Магомедова, Е.В. Пиняскина

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45
E-mail: pibrdncran@mail

Поступила 03.09.2015 г.

Предлагается биофизический методический подход к оценке состояния почв по параметрам люминесценции гуминовых веществ и флуоресценции растений для разработки концептуальных основ применения методов при экспресс-мониторинге состояния почвы и моделирования экологического риска деградационных процессов. Использование оптических методов в исследовании проблем аридизации и загрязнения среды поможет своевременно информировать и расширить возможности прогнозирования дальнейшего развития событий, своевременно разработать способы предотвращения признаков деградации почвы на начальной стадии.

Ключевые слова: экспресс-мониторинг, лазерная индукция флуоресценции, гуминовые вещества, флуоресценция, фотосинтез, засоление почвы, тяжелые металлы, мониторинговые исследования.

Структурное состояние почвы - один из важнейших факторов ее экологической устойчивости и плодородия. Познание генезиса почвенного агрегата является необходимой научной предпосылкой для -разработки приемов сохранения агрономически ценной, стабильной структуры. Исследование закономерностей формирования элементов почвенной структуры отнесены к одной из важных проблем почвоведения (Зубкова, Карпачевский, 2001). К настоящему времени еще нет исчерпывающего научного объяснения механизмов формирования и устойчивости почвенной структуры. Особое внимание этот вопрос приобретает в связи с агрогенным воздействием на почву. Это влияние отражается на одном из основных факторов структурообразования - органическом веществе, а, следовательно, и на агрегатном уровне организации почвы. Идея об определяющей роли органического вещества в образовании почвенной структуры подтверждена исследованиями Н.И. Саввинова (1931), И.В. Кузнецовой (1994).

Из всех сложных, взаимосвязанных процессов, происходящих в почвах, наиболее важное значение имеет регулирование направленности трансформации органического вещества. Известно, что люминесценция минералов является обязательным условием их характеристики. По цвету и спектру люминесценции оцениваются генетические особенности образований как важного диагностического признака (Горобец, 2001). Впервые люминесцентные характеристики гуминовых кислот в комплексе диагностических признаков, применяемых при реконструкции палеоприродной среды использованы О.А. Некрасовой (Некрасова, 2002).

Исследования, посвященные люминесценции почв (Маммаев и др.,2007, Ефремов, 2011, Martinsa, 2011) и почвенных компонентов до настоящего времени не проводились. Гумус и гуминовые кислоты (ГК) играют решающую роль в образовании агрономически важной структуры почвы и во многом определяют ее физические и химические свойства. Почвы, функционирующие в названных условиях, подвержены прямому воздействию солнечного света, поэтому как компоненты почв ГК претерпевают фотохимические превращения. Фотохимическая активность ГК заметным образом зависит и от типа почв, из которых они

были выделены (Ильин, 1975, Орлов, 1990). Отсутствие адекватного аналитического обеспечения и методологических подходов к анализу гуминовых веществ (ГВ) привело к тому, что, определение их класса основано на способе экстракции из природных объектов, а общепринятая классификация - на процессе фракционирования. Актуальность изучения фотохимической активности ГК особенно выросла в последнее время в связи с проблемой деградации почв под действием различных аридизационных и загрязняющих факторов (Залибеков, 2011).

За последние 30-40 лет на севере Дагестана усилилась аридизация, деградация земель, особое значение приобрела проблема засоления почв. Потери гумуса в почвахдостигают 25 - 30% от валового их содержания. Помимо непосредственного сверхнормативного использования почвенных ресурсов, серьезный урон почвам наносит нерациональное природопользование, связанное с промышленной, транспортной, строительной и другими видами хозяйственной деятельности.

Почва как неотъемлемая часть любого наземного биогеоценоза и биосферы в целом является основным каналом стока загрязняющих веществ из атмосферы и их последующего поступления в наземные экосистемы. Загрязнение почвы выбросами транспорта связано с их составом. На поверхности почвы осаждаются тяжелые металлы, оксиды серы, азота, сажа и другие токсичные соединения.

Объекты и методы исследования

Предложены биофизические методы измерения зависимости лазерной индукции флуоресценции различных типов почв от разности содержания гумуса; исследования зависимости квантового выхода фотосинтеза растений от содержания гумуса и азота в почвах с различной степенью засоления и от уровнязагрязнения почв солями тяжелых металлов.

Исследованы почвы низменных, предгорных и горных районов республики Дагестан на фотолюминесцентных установках с использованием методов лазерной (азотный, аргоновый) индукции флуоресценции (ЛИФ), которые основаны на регистрации люминесцентного излучения полициклических ароматических углеводородов, присутствующих в почвах. Образцы почв нами отбирались по общепринятой методике (Орлов, 1990). Каждая фракция гранулометрического состава почвы была проанализирована в трех - пяти повторностях.

Проведен анализ почвы на засоленность, содержание гумуса (%) и гидролизуемого азота (мг/100г) в почвах с трех опытных площадок, измерялись квантовый выход фотосинтеза и количество фотосинтетических пигментов растений Кермек Мейера (LimoniumMeyeri), произраставших на трех опытных площадках с различной степенью засоленности.

Изучена зависимость пигментного состава и фотосинтетической активности древесных растений г. Махачкала от степени транспортной нагрузки и содержания в почве солей тяжелых металлов. Произведен абсорбционный анализ почв на содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Ni, Co, Cu).

Измерения параметров флуоресценции растений проводились на портативном хлорофилл-флуориметре MINI-PAM YeinzWalzGmbH, количественное определение пигментов на спектрофотометре СФ–26. Концентрацию определяли по формуле H.K. Lichtenthaler 1987 г. Математическую обработку материалов провели с применением статистического пакета «Statistica 6».

Результаты и обсуждение

Проведены исследования фотолюминесцентных характеристик отдельных типов почв Дагестана с учетом изменений происходящих всодержании гумуса.

Спектры люминесценции некоторых почв при возбуждении азотным лазером (рис.1) представляют одновершинные (черноземовидные) и двухвершинные (солончак) кривые. Светло-каштановые почвы представлены также двухвершинной кривой с максимумами в

области 480 и 550 нм. при возбуждении азотным лазером; одновершинным максимумом 520 нм. при возбуждении аргоновым лазером (Маммаев, 2014).

Определенный практический интерес представляет использование в качестве источника фотовозбуждения люминесценции почв аргонового лазера. Лазерная индукция флуоресценции (аргоновый лазер, λ-480нм) песчаной фракции светло-каштановой почвы представляет широкую полосу с максимальной длиной волны 520-530 нм (Маммаев, 2014).

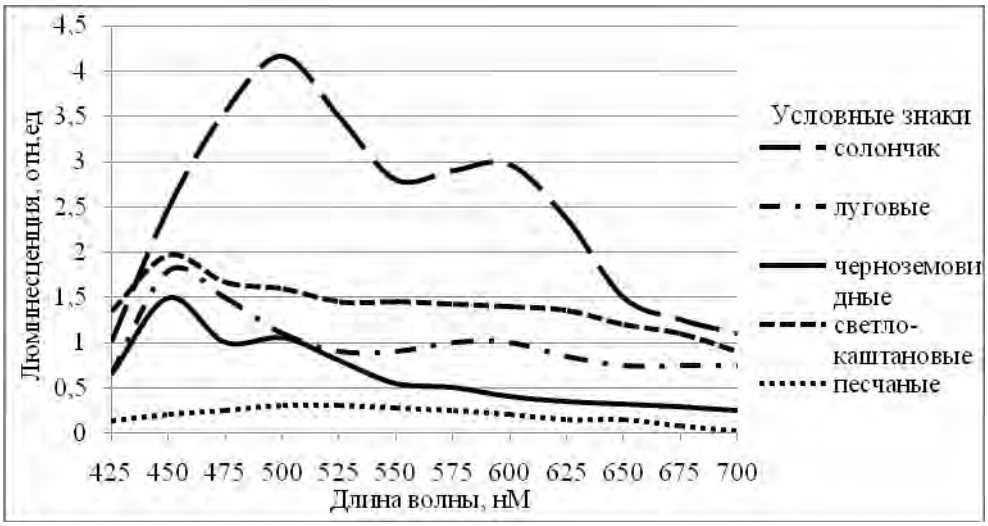

Рис.1. Спектры флуоресценции отдельных типов почв.
Fig. 1. Fluorescence spectra of individual soil types.

Другие исследованные нами образцы почв дали аналогичные по характеру кривые спектров люминесценции. Различия в показателях спектров люминесценции зависели от типов почв, количества гумуса и глубины отбора. Выявлена достоверная зависимость интенсивности люминесценции от гумифицированности почвенных образцов (табл.1). Исследования показали, что люминесцентные методы изучения почв дают возможность количественной дифференциации органического углерода в почвах.

Таблица 1. Лазернаяи ндукция флуоресценции различныхтипов почв Дагестана. **Table 1.** The laser induction of fluorescence of various typessoils of Dagestan.

Глубина разреза	Каштановые почвы		Лугово-каштановые карбонатные почвы		Светло-каштановые карбонатные почвы	
	Гумус, %	ЛИФ, отн,ед.	Гумус, %	ЛИФ, отн,ед.	Гумус, %	ЛИФ, отн,ед.
0-30	0.78	3.6	2.8	8.3	1.3	4.6
30-50	0.68	2.8	1.9	5.2	0.8	3.4
50-70	0.42	1.9	1.2	4.1	0.5	2.1
70-100	0.35	1.1	0.7	2.9		

Чувствительность метода ЛИФ фотохимического зондирования можно сделать достаточно высокой. Это обстоятельство с точки зрения дифференциации органического углерода, обусловливает преимущество данного метода перед другими, чувствительность которых постоянна и которой при малых различиях в свойствах ГК может оказаться недостаточными для их выявления. Кроме этого, люминесцентные методы исследования почв значительно менее трудоемки.

Определены зависимость квантового выхода фотосинтеза и пигментного состава растений от содержания гумуса и азота в почвах с различной степенью засоления.

Наибольшее процентное содержание гумуса обнаружено в типичных и бугристых солончаках, наименьшее на лугово-болотной почве (рис. 2*А*).

Наибольшая плотность растительных сообществ наблюдалась на лугово-болотной почве. Азот усваивается растениями и поэтому его концентрация на лугово-болотной почве самая низкая. Концентрация азота в бугристом солончаке и типичном солончаке в два раза превышает показателей концентрации азота лугово-болотной почвы (рис.2*A*).

Учитывая, что гумус является аккумулятором азота, можно полагать и концентрации азота больше на почвах, где наибольшие показатели гумуса.

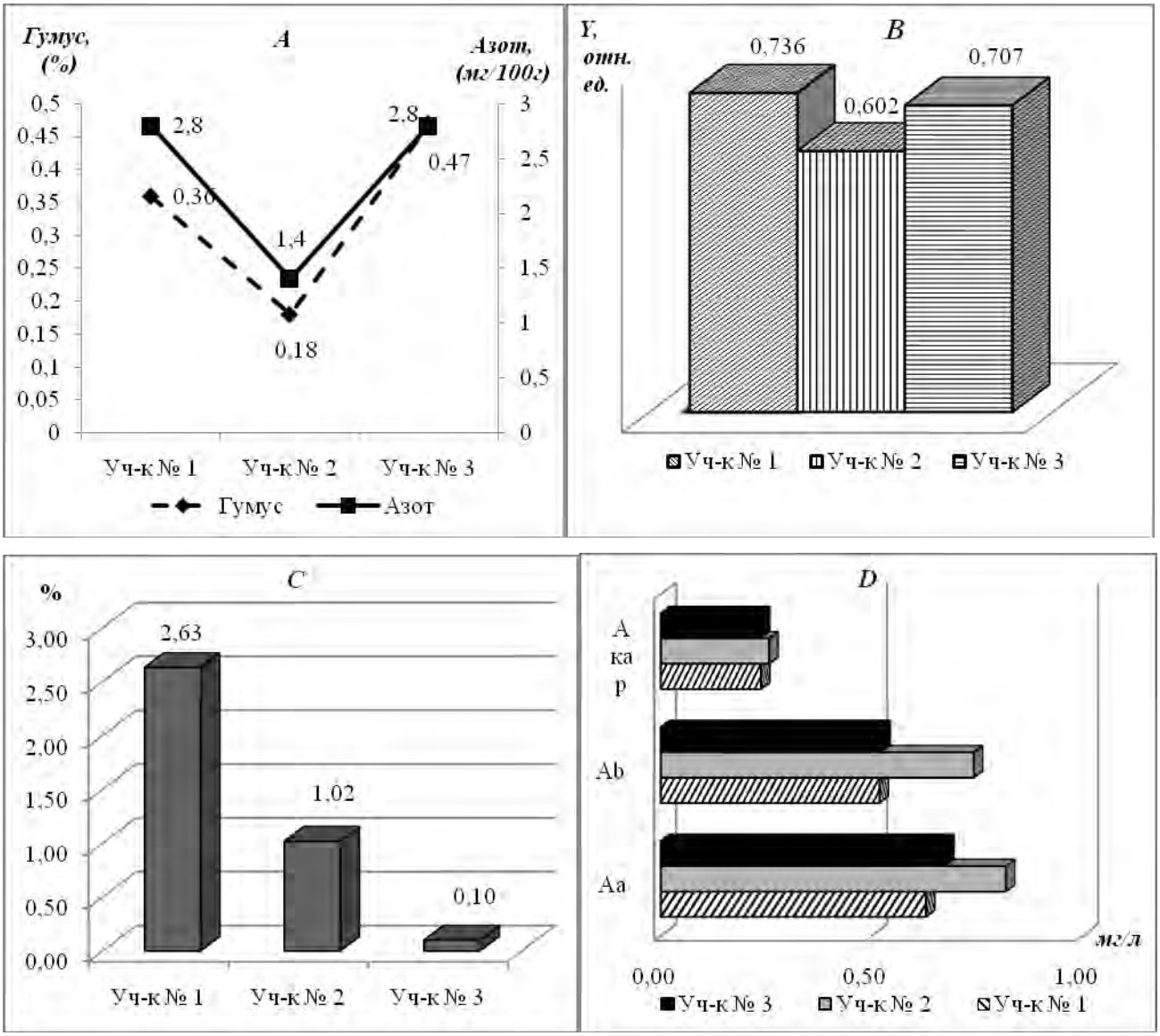

Рис. 2. ***A*** - содержание гумуса и концентрация азота в почвах опытных участков с различной степенью засоления, ***B*** - квантовый выход фотосинтеза растений Кермек Мейера *(LimoniumMeyeri*), ***C***-плотный остаток в почвах (%), ***D*** - содержание пигментов в листьях растений Кермек Мейера (мг/л).

Fig. 2.*A* - humus content and the concentration of nitrogen in soils the experimental plots with varying degrees salinization, ***B*** - quantum yield of photosynthesis of plants Kermek Meyer (LimoniumMeyeri), ***C*** - dense residue in soils (%), ***D*** - the content of pigments in the leaves of plants Kermek Meyer (mg / l).

Обнаружена прямая корреляция квантового выхода фотосинтеза с содержанием гумуса и концентрацией азота в почвах: чем выше содержание гумуса и азота в почве, тем выше показания интенсивности квантового выхода фотосинтеза растений (рис. 2*A, B*).

Содержание фотосинтетических пигментов обратно коррелирует с содержанием гумуса и азота в почвах (рис. 2*A, D*). Наименьшая концентрация гумуса и азота в почве (рис. 2*A*)

стимулирует растения на увеличение содержания фотосинтетических пигментов (рис. 2*D*), что позволяет растениям уменьшить нагрузку на фотосинтетический аппарат, т.е. снизить интенсивность фотосинтеза на единицу пигмента (рис. 2*B*). Прямой зависимости квантового выхода фотосинтеза и соотношениясодержания пигментов в растениях от засоленности почвы по плотному остатку не обнаруживается (рис. 2 *A, B, C, D*).

Растения являются концентраторами тяжелых металлов (ТМ), которые могут поступать в них как из почвы, через корневую систему при поглощении почвенного раствора, содержащего высокие концентрации ТМ, так и непосредственно из атмосферного воздуха. На поступление ТМ в растения оказывают влияние химический состав почв, кислотно основные и окислительно-восстановительные условия, физические свойства, уровень микробиологической активности. К особо опасным для деревьев в случае их накопления относят кобальт, хром, медь, свинец, цинк, кадмий, ртуть.

Изучены древесные растения следующих видов: Робиния псевдоакация (*Robiniapseudoacacia*), Платан восточный (*Platanusorientalis* L.), Тополь черный (*Populusnigra* L.), Клен остролистный (*Acerplatanoides* L.), Ясень обыкновенный (*Fráxinusexcélsior*). Для экспериментов были выбраны деревья, произрастающие на участках с различной степенью транспортной нагрузки. На каждой пробной площади были выбраны визуально неповрежденные деревья, находящиеся в одинаковых условиях освещенности и увлажнения. Для каждой из древесных пород изучались особи примерно одного возраста, измерения проводились в утренние часы одного дня. Исследования проводились в период физиологической и вегетативной активности объектов.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почвах опытных участков (мг/кг).
Table 2. The content of heavy metals in soils of experimental plots (mg / kg).

Металл / Участок	Pb	Zn	Co	Cu	Ni
Парк	9.035	28.05	0.18	0.715	0.61
Проспект	21.5	37.35	0.301	2.46	0.64

Абсорбционный анализ почв, отобранных с исследуемых территорий на содержание (в мг/кг) тяжелых металлов (Pb, Zn, Ni, Co, Cu) выявил следующие закономерности: в почвах, отобранных в зоне проспекта содержание свинеца, меди, кобальта и цинка выше относительно этих показателей у образцов с контрольной территории. Отмечается повышение содержания меди в 3 раза, свинца в 2.4 раза, кобальта на 41%, цинка на 24%. По содержанию никеля существенных отличий не выявлено(табл.2).

В экспериментах отмечается различная чувствительность деревьев к неблагоприятным воздействиям в зависимости от видовой принадлежности. Фотосинтетическая активность листьев деревьев, произрастающих в парковой зоне на 10-15% выше, чем у деревьев на проспекте. Обнаружена положительная корреляция между загрязненностью почвы солями тяжелых металлов и величиной фотосинтетической активности хлорофилла, которая характеризует эффективность фотохимического преобразования энергии в фотосистеме II. Установлено, что в промышленных районах, где содержание в почве солей тяжелых металлов превышало допустимые нормы в 3 - 10 раз, фотосинтетическая активность хлоропластов растений достоверно уменьшалась (на 10-15 %) (Правкина, 2006).

Результаты исследований свидетельствуют, что ингибирующее действие ионов тяжелых металлов на фотосинтетические функции растений обусловлено их взаимодействием с компонентами фотосистемы II. В основе влияния ионов кобальта на функционирование фотосинтетического аппарата лежат их электростатические взаимодействия с поверхностными полярными группами белков свето-собирающего комплекса фотосистемы II

и участком связывания первичного хинона QA белка D1 реакционного центра фотосистемы II.

В городских условиях резервы продуктивности насаждений, не реализуются из-за техногенного обострения экологической обстановки. У растений развивается особое состояние – фитостресс в результате того, что в среде складывается ситуация, отличная от природной фоновой, затрудняющая естественное существование растений (Быков, Неверова, 2002).

В природных условиях для листьев находящихся в хорошем физиологическом состоянии показатель фотосинтетической активности хлоропластов приближается к 0.8. Показатели интенсивности квантового выхода фотосинтеза (рис.3) Робинии псевдоакации, Платана восточного, Клена остролистного и Ясеня обыкновенного для образцов, произрастающих на участках с различной степенью загрязнения транспортной нагрузки, отличаются незначительно, с общей тенденцией к снижению интенсивности Y(II) у образцов с опытного участка, демонстрируя устойчивость к загрязняющим факторам среды. Находятся в относительно хорошем состоянии. В экологически благоприятной питомниковой зоне парка г.Махачкала показатель Y(II) находится в пределах 0.812 – 0.702. На неблагоприятном ПО загрязненности ТМ участке 0.782 – 0.546.

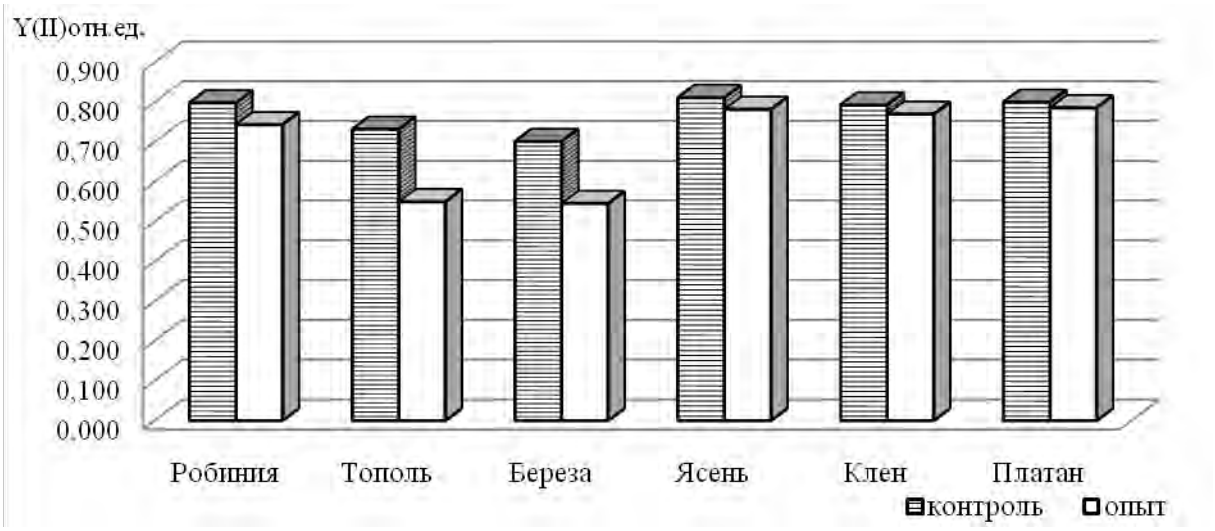

Рис.3. Показатели квантового выхода фотосинтеза листьев древесных растений г.Махачкала.
Fig. 3. Indicators of the quantum yield of photosynthesis of leaves of wood plants Makhachkala.

Наиболее значимое уменьшение показателя фотосинтетической активности отмечено у тополя и березы произрастающих в условиях транспортной нагрузкигде снижение фотосинтетической активности составляют (0.500 и 0.546 соответственно). Помимо повышения загрязнителей проявляются факторы дефицита минерального питания, водного и температурного стресса. Фотосинтетический аппарат березы и тополя в климатических условиях региона, возможно, является более чувствительным к стрессовым факторам (Алиева и др., 2014). На фотосинтез существенное влияние оказывает световой режим. Свет высокой интенсивности подавляет фотосинтез и вызывает разрушение пигментных комплексов (Бухарина и др., 2007; Быков, Неверова, 2002).

При изучении количественного и качественного пигментного состава листьев исследуемых видов не отмечено существенного отличия в содержании хлорофилла a и b. Содержание каратиноидов у растений, произрастающих на территории с повышенной транспортной нагрузкой несколько выше, чем у контрольных видов.

Показатели интенсивности квантового выхода фотосинтеза у листьев деревьев произрастающих в благоприятных условиях свидетельствует об их хорошем физиологическом состоянии. Наибольшую устойчивость к неблагоприятным факторам

показали Робиния псевдоакация, Платан восточный, Клен остролистный, Ясень обыкновенный. Флуоресцентные их показатели на опытных участках мало отличались от контрольных образцов, где более чувствительным к стрессовым факторам оказалась береза.

Заключение

Люминесцентныеметодыизученияпочв могут быть использованы для количественной дифференциации органического углерода в почвах. Достаточно высокая чувствительность метода ЛИФ фотохимического зондирования может быть применена при исследовании почв с незначительным количеством гуминовых веществ.

Выявленная прямая корреляция интенсивности фотосинтеза и обратная корреляция содержания пигментов в растениях с содержанием гумуса и азота в почве позволяет предложить биофизические измерения квантового выхода фотосинтеза, как метода обнаружения признаков деградации почвы на начальных этапах возникновения дисбаланса.

Выявлено угнетение фотосинтетической активности древесных растений, произрастающих на территориях с повышенным содержанием тяжелых металлов в почве, определена зависимость степени подавления фотосинтеза от ихвидовых характеристик и уровня воздействия повреждающих факторов. Метод оценки флуоресцентных показателей растений рекомендуется использовать при сравнительной оценке состояния зеленых насаждений и оперативном экологическом мониторинге городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алиева М.Ю., Маммаев А.Т., Магомедова М.Х.-М., Пиняскина Е.В. 2014. Изучение параметров флуоресценции хлорофилла древесных растений в условиях различной транспортной нагрузки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Издательство - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский научный центр Российской академии наук. Том 16. №1(3). С.701-704.

Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. 2007. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. 216 с.

Быков А.А., Неверова О.А. 2002. Моделирование загрязнения атмосферы и экологическое зонирование территории г. Кемерово // Инженерная экология. № 6. С. 25-32.

Горобец С., Рогожин А.А. 2001. Спектры люминесценции минералов. М. //Минеральное сырье. С.312-315.

Ефремов И.В. 2011. Исследование экологического статуса систем "почва-растение" степной зоны при антропогенном воздействии. Диссертация доктора биологических наук. Оренбург. 354 с.

Залибеков З.Г. 2011. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления//Аридные экосистемы. Т.17. № 1. С.5-14.

Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. 2001. Матричная организация почв. Изд. «Русаки», 294 с.

Ильин Н. П. 1975. Роль фотохимических реакций в образовании гумуса: Автореф. дис. канд. биол. наук. Изд-во МГУ. 42с.

Кузнецова И.В. 1994. Роль органического вещества в образовании водопрочной структуры дерново-подзолистых почв // Почвоведение. № 5. С. 34-41.

Маммаев А.Т. 2014. Люминесцентные исследования почв Дагестана// Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. Сборник статей по материалам научно-практической конференции (27-29 мая 2014г.), посвященной 80-летию д.б.н., проф., з.д.н. РФ, Залибекова З.Г. Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.). С.112-116.

Маммаев А.Т., Ибрагимов М.М., Вердиев М.С. 2007. Оптические свойства некоторых почв Дагестана // Биофизические методы изучения растений, микроорганизмов и почв. Махачкала. С. 135-141.

Некрасова О.А. 2002. Гуминовые кислоты почв южного Урала и оценка возможностей их использования при палеореконструкциях природной среды. Диссертация кандидата биологических наук. Томск.194 с.

Орлов Д. С. 1990. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. // М.: Изд-во МГУ. 325 с.

Правкина С.Д. 2006. Мониторинг экологического состояния агроландшафтов в зоне влияния выбросов транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники (на примере Рязанской обл.). Рязань. Автореф. дисс. кандидата биол. наук. 37 с.

Саввинов Н.И. 1931. Структура почвы и ее прочность на целине, перелоге и старопахотных участках. М.: 46 с.

Martinsa T,.Saabb S.C, Miloric D.M.B.P, Brinattib A.M., Rosa J.A.,. Cassarob F.A.M and Piresb L.F. 2011. Soil organic matter humification under different tillage managements evaluated by Laser Induced Fluorescence (LIF) and C/N ratio. Soil and Tillage Research Volume 111. Issue 2. Pages 231-235.

FLUORESCENTRESEARCHSOIL-PLANTSYSTEM

© 2016. A.T. Mammaev, M.Y. Alieva, M.H.-M. Magomedova, E.V. Pinyaskina

Pricaspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center RAS
Russia, 367000, Makhachkala, Gadjieva str., 45
E-mail: pibrdncran@mail.ru

Proposed to biophysical methodical approach to assessing the state of soil on parameters luminescence of humin substancesand fluorescence of plants for developing of conceptual bases of application given methods in the express - monitoring the state of soil and modeling of ecological risk degradationprocesses.The use of optical techniques in the investigation of problems aridization will duly inform and expand opportunities predicting further developments in a timely manner to develop ways to of preventing signs of of soil degradation at an early stage.

Keywords: laser fluorescence induction, humic substances, fluorescence, photosynthesis, soil salinization, heavy metals, monitoring studies.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 56-62.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.48

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАТОПЛЕННЫХ ПОЧВ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ КАСПИЯ В ПЕРИОДЫ ИХ ИССУШЕНИЯ И АРИДИЗАЦИИ

© 2016. Д.Б. Асгерова, З.Д. Бийболатова, П.А. Батырмурзаева, В.А. Желновакова

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского Научного Центра РАН
Россия, 367000, Махачкала, ул. Гаджиева, д.45. E-mail: asdi7408@mail.ru

Поступила 12.03.2015 г.

Изменение уровенного режима Каспия и периодическая смена процессов затопления – иссушения дают возможность непосредственно наблюдать за процессами крайне редкими в природе: сменой, трансформацией, эволюцией морских экосистем наземными и периодическим обновлением новыми образованиями. Биологически активная поверхность прибрежных земель непрерывно испытывает иссушение и затопление, представляя арену борьбы наземных и морских экосистем (Солдатов 1956, Каспийское море, 1990). Выраженность признаков наземного и подводного почвообразования и их изменение зависят от продолжительности периода иссушения и контакта данной поверхности с атмосферой. Целью настоящей работы является выявить особенности изменения почв (засоления, заболачивания) в условиях разной продолжительности стадий иссушения, усыхания в регионах Западного Прикаспия.
Ключевые слова: циклы затопления–иссушения, луговые солончаки, светлокаштановые карбонатные, солонцеватые почвы, уровенный режим Каспийского моря, гидроморфные и автоморфные почвы.

Объект и методы исследования

Изменение свойств почв под водой после затопления и перехода к наземному почвообразованию проходят циклы необходимые для формирования новой системы пространственной организации почв и профильного их строения. Учитывая эти особенности, изучение новообразуемых вариантов почв проводилось с учетом высотных отметок и продолжительности циклов затопления-иссушения. Для проведения исследований выбран опытный полигон в Терско-Кумской низменности, где распространение ареалов типов почв согласуется с изменением высотных отметок рельефа местности постназемного функционирования. Гипсометрическое положение ареалов почв переходящих из состояния подводного объекта к наземному, характеризуется минусовыми отметками в пределах 26.0-27.5 м с постепенным понижением рельефа по мере приближения к береговой полосе. С приближением к аквитории формируются различия в микрорельефе в диапазоне относительных высот 0.2-0.5 м, способствуя формированию таксономических единиц – видов разновидностей. Изменение генетических разностей затопленных почв при переходе к наземному режиму функционирования характеризуется разной продолжительностью циклов с формированием новых свойств по направлениям солончакового, болотного, лугово-болотного процессов. Это позволяет определить возраст постгидрогенных почв и их свойств в современных условиях почвообразования (Залибеков и др. 2011).

Результаты исследований

В почвенном покрове Терско-Кумской низменности преобладающими почвами являются, светлокаштановые карбонатные, луговые солончаки, луговые солонцеватые и лугово-каштановые солонцевато-солончаковатые. Формирование их после схода водной

оболочки протекает по периодам, где каждый почвенный тип отличается продолжительностью циклов и имеет возрастные градации. Максимальная продолжительность функционирования (возраста) характеризуются светлокаштановые карбонатные солонцеватые почвы (табл.1). Возраст и продолжительность функционирования почв уменьшается с увеличением степени гидроморфизма, связанного с уровенным режимом Каспийского моря. Относительно короткий возраст и периодичность циклов затопления-иссушения характерны болотным почвам и речным плавням, образующимся в устьевой части русел рек Терека и Кумы. Приведенные данные по датировке возраста отдельных типов почв показывают наличие корреляционных их связей с гипсометрией территории.

Таблица 1. Смена типов почв по продолжительности циклов затопления ↔ иссушения. (З.Г. Залибеков, 2000 г.). **Table 1.** Change of soil types by duration of cycles of flooding – desiccation. (Zalibekov Z.G., 2000).

Типы почв	**Высотные отметки, м**	**Продолжительность циклов**	**Трансформация почв**
Светло-каштановые	минус 20.0 и выше	Полувековая, вековая	Светлокаштановые, автоморфные в лугово-полукаштановые полугидроморфные
Лугово-каштановые	минус 20.0 – (-26.0)	Многолетняя	Лугово-каштановые в луговые солончаковатые слабо-среднезасоленные
Луговые	минус 26.0 – (-27.0)	Многолетняя	Луговые солончаки, лугово-болотные
Лугово-болотные	минус 27.0 – (-27.5)	Среднегодовая от 3-5 лет	Лугово-болотные в болотные
Болотные	минус 27.0 и ниже	Сезонная	Маршевые (болота)

Периодизация циклов с дифференциацией продолжительности стадий затопления ↔ иссушения осуществлена выделением стадий, условно приняв за основу отрезок времени необходимого для формирования различий в пространственной организации ареала и профильном строении почв и непочвенных образований (Залибеков, 2000). Учитывая, что периодичность циклов колеблется в широком диапазоне, характеристика преобладающих вариантов представлена по интервалу времени, необходимому для смены указанных типов почв на данной местности.

Недельный цикл (табл.2) затопления ↔ иссушения территории характеризуется продолжительностью до 6–7 суток, способствует просыханию грунтов в разной степени и небольшому уплотнению слоя 0 – 10 см. Поверхность морского дна испытывает резкую смену условий подводного почвообразования - наземными. Участки акватории, которые служили местом биологической деятельности морских организмов, уходят из этой сферы переходя к наземным условиям функционирования. При этом цикле процессы иссушения идут с инфильтрацией застойных морских вод, в результате чего освобождается поровое пространство зоны аэрации слоя 0 – 10 см с кратковременным их слиянием с грунтовыми водами.

Месячный цикл – характеризуется уменьшением степени насыщенности влагой и непродолжительным периодом просыхания поверхностных слоев. Фильтрация морских вод происходит до глубины 0 – 50 см. На поверхности донных отложений отмечается коркообразование с появлением мелких трещин. Ареалы распространения месячного цикла иссушения в пределах побережья Кизлярского залива (Западная акватория Каспия) достигают 300 – 500 м. по продолжительности береговой полосы. Характерной особенностью рельефа высвобожденной территории является слабозаметное понижение в

сторону акватории Каспия. В вертикальном профиле разреза заложенного после месячного цикла отмечается неясная горизонтальная слоистость и пестрота по гранулометрическому составу. Признаки формирования наземной растительности отсутствуют, что объясняется недостаточной продолжительностью функционирования иссушенной территории в наземных условиях.

Таблица 2. Почвообразование в периоды иссушения затопленных территорий.
Table 2. Soil formation during the periods of submerged territories.

Почвообразование в периоды иссушения затопленных территорий

Стадия	Процессы	Признаки
Недельная	Нисходящая инфильтрация	Грунты слабо насыщены водой 0-20 см
Месячная	Просыхание поверхности, фильтрация слоя 0-20 см	Слабая дифференциация профиля по влажности
Сезонная годовая	Усыхание поверхности, отток морских и грунтовых вод	Начало коркообразования, трещины на поверхности
Многолетняя 10-25	Испарительное осаждение, дренирование,	Дифференциация гориз А + В
Полувековая 25-50	Виологическое иссушение, транспирация	Дифференциация профиля, начало деградации автоморфных почв
Вековая 50-100	Атмосферное, иссушение, аридизация	Полнопрофильные почвы, испытывают процессы деградации

Годовой цикл. Слагается из усредненного интервала трехлетней продолжительности. Функционирование осушенных участков продолжительностью до 1 года обусловлено сгонно-нагонными ветрами и естественным режимом колебания уровня моря, связанного с глобальными и региональными факторами. Такие образования распространены в северной части побережья Кизлярского морского заповедника «Бирючек» и поселка Новотеречный. На освобожденной от морской воды территории формируются условия для физических, химических и биологических процессов, способствующих развитию почвообразования. Наиболее характерными показателями являются мощность иссушенного горизонта (40 – 50 см) и падение уровня грунтовых вод до 1 м. На участках с глинисто-суглинистым материалом отмечается накопление солей на поверхности грунта. Дифференциация профиля по степени увлажнения имеет динамику: сухой → свежий → сырой; небольшое уплотнение поверхностного слоя и формирование зоны аэрации – характерные черты физических свойств отложений, являющихся субстратом для почвообразования. Изменения наблюдаются и в химических свойствах накопления солей в слое 0 – 10 см и органических остатков с гигрофильной растительностью. Влияние климатического фактора сводится к повышению температуры высвобожденной от водных масс донной поверхности, приближаясь к показателям теплового режима полупустынного климатического пояса (Алисов. 1990).

Многолетний цикл. Имеет продолжительность от 4 до 10 лет. Трансформируется из категории донных осадков в категорию наземного почвенного покрова с характерными для него показателями. Продолжительность функционирования морских отложений в контакте с атмосферой (после отхода морской воды) составляет от 10 до 20 лет, в результате которого определяющим становится действие фактора времени и обуславливающего формирование биологически активного слоя почв. Происходит дифференциация профиля с образованием гумусовых горизонтов. Из почвенных показателей следует отметить слабую дифференциацию гор. **А + В** и их морфологических признаков – по окраске, сложению, характеру межгоризонтных переходов и включений. Следует указать о дифференциации признаков оглеения, водопроницаемости и накопления гумуса. Появляются структурные образования характерные солонцовым почвам и условий полупустыни. В растительном покрове формируются луговые, лугово-степные сообщества с соответствующим видовым и флористическим многообразием.

Полувековой цикл иссушения – представляет стадию первого этапа изменения почв с определенной стабильность устойчивостью и функциональными характеристиками компонентов наземных экосистем, в том числе и почвенного покрова. Изменение почвообразовательных условий в данной стадии осуществляется под воздействием наземных природных факторов. Преобладающими типами почв здесь являются слаборазвитые луговые разной степени засоления и лугово-каштановые слабо и среднезасоленные (Зонн 1983, Добровольский и др. 1986, Керимханов 1979). На повышенных элементах мезорельефа и при залегании на породах легкого гранулометрического состава образуются светло-каштановые почвы, типичные признаки которых (кроме дифференциации горизонтов **А + В**) находятся в стадии формирования: карбонатно-аллювиального горизонта, солонцеватости и др. Полувековое затопление - иссушение приближается, располагаясь ближе к континентальной части суши в пределах отметок минус 20 – 25 м. Растительный покров представлен луговыми сообществами с богатым видовым и флористическим составом (Чиликина 1960, Ярулина 1983).

Вековой цикл иссушения – представляет собой условно принятый полный цикл развития гидроморфных и автоморфных почв в пределах высвобожденных от затопления территорий. Формирующиеся почвы имеют полнопрофильное строение и их показатели соответствуют параметрам общепринятой диагностики. Автоморфные почвы по положительным элементам микрорельефа приобретают свойства зональных представителей,

в данном случае светло-каштановых карбонатных и солонцеватых разновидностей. Их формирование протекает в возвышенной части затопляемых территорий. Почвообразующие породы засолены, имеют слоистое строение и значительную пестроту в гранулометрическом составе (Крыщенко и др. 2006). Полугидроморфные и гидроморфные разности отличаются значительным содержанием легкорастворимых солей и формированием на глинисто-тяжелосуглинистых отложениях. Грунтовые воды минерализированы, глубина их залегания колеблется в пределах 0.5 – 1.5 м. В летний период глубина их залегания увеличивается до 2-х м, сохраняя капиллярную кайму по всему профилю. Рассматриваемая стадия эволюции полугидроморфных и гидроморфных почв представлена лугово-каштановыми, луговыми, лугово-болотными и болотными разновидностями, засоленными в разной степени. Значительную часть территории занимают солончаки сульфатно-хлоридного засоления, преимущественно глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава (Капустянская 1959). Для перечисленных типов почв характерно климатическое иссушение и аридизация. Но степень их проявления дифференцируется следующим образом: светло-каштановые почвы испытывают аридизацию с признаками дегумификации, ветровой эрозии и увеличения плотности подгумусового горизонта. Новизна полученных данных заключается в том, что радикальные изменения, происходящие в коротких отрезках времени в свойствах почв образуются под влиянием природных факторов.

Полугидроморфные почвы (лугово-каштановые) испытывают деградацию в засушливые годы: ветровую эрозию гумусовых горизонтов, иссушение верхнего метрового слоя почв и слабое уплотнение подгумусового горизонта. Деградационные процессы здесь приостанавливаются в те годы, когда атмосферные осадки выпадают не ниже среднегодовых норм. В этой связи можно отметить, что в полугидроморфоных почвах деградация имеет обратимый характер и зависит от частоты повторения засух и их продолжительности (Розанов, 1984). При гидроморфном режиме формируются луговые, лугово-болотные и болотные почвы, причем, засоленные варианты занимают более 50% занимаемой ими территории. Среди гидроморфных почв значительное распространение имеют луговые солончаковые почвы, солончаки луговые и солончаки корковые. В плане деградации наиболее уязвимыми являются солончаки типичные, испытывающие пастбищную эрозию и вторичное засоление. Превышение пастбищных нагрузок, в незначительных размерах, приводит к усилению процессов соленакопления с последующей потерей устойчивости и продуктивности. Для оптимизации нагрузок необходимо поддерживать плотность выпасаемого скота на 1 га до одной единицы поголовья выпаса.

При повышении уровня морской воды выше отметок минус –27.5 м отмечается изменение почвенного покрова дельт Кумы и Терека. Общая площадь затопленной части аккумулятивно-морской равнины в пределах Дагестана к настоящему времени составляет около 50% всей затопленной суши прибрежных ландшафтов Западного Прикаспия. Усиление гидроморфизма территорий приводит к смене почвенных разновидностей с высоким содержанием солей, развитию процессов глееобразования, гумификации и др. По повышенным элементам рельефа прилегающей территории появляются просадочные явления, изменяя элементы микро-мезорельефа. В подтопленной части (включая участки, периодически заливаемые сгонно-нагонными ветрами) доминируют процессы гидроморфизма, засоление грунтов и почвообразующих пород.

Выводы

Территория подверженная воздействию процессов затопления-иссушения в пределах прибрежной полосы Прикаспийской низменности отличается особым режимом почвообразования и радикальными изменениями условий среды, обусловленных уровенным режимом Каспийского моря. Изменения происходящие в профильном, пространственным аспектам формируются в интервале коротких отрезков в условиях полупустынного климатического режима без вмешательства человека.

1. Изменения почвенного покрова приморских регионов протекает по периодам, продолжительность которых определяется циклическими изменениями уровенного режима Каспийского моря. Относительный возраст и продолжительность функционирования отдельных типов почв зависят от гипсометрического положения и литологического состава почвообразующей породы.
2. Периодизация циклов осуществлена выделением стадий (этапов) и исхода отрезка времени необходимого для пространственной организации почв и создания морфологического их профиля. Определена продолжительность циклов, по интервалам времени способствующая формированию почвенных образований относящихся различным стадиям, представляющие основу для датировки морфологических признаков и дифференциации профиля на горизонты.
3. Стадии изменения недельного, месячного, годового циклов способствуют дифференциации профиля (0-30 см) по физическим свойствам: уплотнению, формированию зоны аэрации, водопроницаемости, степени оттока грунтовых вод. Многолетняя, полувековая стадии приводят к испарительному осаждению и поселению отдельных видов растений- гигрофитов. Отмечается биологическое иссушение корнеобитаемого слоя с признаками гумусообразования.
4. Завершающая стадия процессов затопления-иссушения- вековой цикл определяет профильную дифференциацию горизонта А+В по окраске, скоплению, структуре с выделением карбонатных железистых новообразований. Новообразованные признаки вертикального профиля характерны при глинисто-тяжелосуглинистом гранулометрическом составе мелкозернистых аккумуляций: их параметры могут быть использованы при датировке возраста отдельных свойств с прогнозом их развития в условиях аридизации и опустынивания. Для формирования свойств характерных современным почвам дельтовых территорий необходимо устойчивое функционирование почв в течение 5-6 циклов вековой стадии прохождения почвенных процессов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алисов Б.К. 1990. Климатические области и регионы СССР. М.: «Наука», 152 с.

Добровольский Г.В. Федоров К.Н., Стасюк Н.В. 1986. Проблемы изучения почв Прикаспийской низменности. // Почвоведение, №3. С.31-38.

Залибеков З.Г. 2000. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М., 219 с.

Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.Р. 2011. Почвенная карта Дагестана. Изд. Институт геологии ДНЦ РАН, Прикаспийский институт биоресурсов ДНЦ РАН. Махачкала.

Зонн С.В. 1983. Особенности пустынных почвообразовательных процессов и почвы пустынь // Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука. С. 45-58.

Капустянская Н.Г. 1959. Характеристика главнейших почв междуречья Акташ – Сулак. Тр. Отдела почвоведения Даг. ФАН СССР. Т. 4. С. 47-60.

Каспийское море. Гидрология устьев Терека и Сулака. М.: Наука, 1993. 160 с.

Керимханов С.У. 1979. Почвы Дагестана. Махачкала, Дагучпедгиз. 82 с.

Ковда В.А. 1980. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука. 112 с.

Крыщенко В.С., Рыбянец Т.В., Бирюкова О.А., Кравцова Н.Е. 2006. Компенсационный принцип анализа гумус-гранулометрических соотношений в полидисперсной системе почв // Почвоведение, №4. С.473-483.

Розанов Б.Г. 1984. Аридизация суши и антропогенное опустынивание // Почвоведение, №12. С. 96-107.

Солдатов А.С. 1956. Почвенные исследования в Дагестане // Тр. отдела почвоведения Даг. Филиала АН СССР. Т.3. С. 5-62

Чиликина Л.Н. 1960. Очерк растительности Дагестанской АССР и природных и кормовых угодий // Природная кормовая растительность Дагестана. Т.2. Махачкала. С. 8-80.

Яруллина Н.А. 1983. Первичная биологическая продуктивность дельты Терека. М.: Наука. 88 с.

THE CHANGE OF FLOODED SOILS OF LITTORAL ZONE OF CASPYI DURING THEIR DRYING AND ARIDIZATION PERIODS

© 2016. D.B. Asgherova, Z.D. Biubolatova, P.A. Batirmurzaeva, V.A. Gelnovakova

Prekaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan scientific center of RAS
Russia, 367000, Makhachkala, Gadjieva str., 45. E-mail: asdi7408@mail.ru

The change of the Caspian sea level regime and periodical hesitation of submersion-desiccation processes give an opportunity to observe uncommon natural processes: change, transformation, evolution of sea ecosystems by terrestrial and periodical renewing with new formation. Biologically active coastal lands' surface continuously suffers from desiccation and submersion presenting the field of rivalry between terrestrial and marine ecosystems (Soldatov 1956, the Caspian sea, 1990). Features expression of land and underwater soil formation and their change depends on duration of desiccation period and its interaction with atmosphere. The aim of the work is particularities of soil change (solinization, water logging) reveal in conditions of different duration of desiccation and shrinkage in the Western Caspian region.

Key words: submersion-desiccation cycles, meadow solonchak, light chestnut carbonaceous, solonetz soils, Caspian sea level regime, hydromorphous and automorphous soils.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 63-71.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК:550•36:663•1(470•67)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

© 2016 г. Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова, С.Ц. Котенко

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000 Махачкала, ул. Гаджиева, 45. E-mail: islammagomedova@mail.ru

Поступила 28.07.2015 г

Рассмотрены современное состояние и перспективы освоения подземных вод Дагестана. Комплексное теоретическое и экспериментальное изучение механизмов влияния биологически активных веществ геотермальных вод на метаболизм дрожжей послужило основанием для разработки биотехнологий получения биохимически активных штаммов *Saccharomyces*, хлебобулочных изделий и этанола. Применение продуктов новых технологий в различных отраслях промышленности открывает возможности для создания высокоэффективных предприятий агропромышленного комплекса как в Дагестане, так и в других регионах России, где имеются геотермальные ресурсы.

Ключевые слова: геотермальные ресурсы, бактерии, дрожжи, этанол, биотехнологии

Введение

Природные экосистемы, являясь важнейшим компонентом биосферы, определяют состояние земельных и водных ресурсов, а также качество среды обитания человека. Негативные изменения экосистем могут вызвать как нерациональная хозяйственная деятельность людей, так и климатические факторы (Залибеков, 2004; 2011). Одной из проблем, успешное решение которой будет иметь определяющее значение для дальнейшего развития мирового сообщества, является целесообразное использование возобновляемых ресурсов (Фортов, Попель, 2014). Доминирующим в ряде стран становится применение экологически безопасных геотермальных технологий (Алхасов, 2010; Joseph et al., 2011). Основой использования и охраны подземных вод являются закономерности их формирования и геологической деятельности в связи с природными условиями и возрастающими во времени техногенными факторами (Голицын, 2010).

Изучение микробных сообществ, ассоциированных с подземными водами, общепризнанно является актуальной научной и практической проблемой (Tin et al., 2011). Различные геологические и гидрологические условия формирования обуславливают гидрохимическое разнообразие термальных вод, которые находятся под значительным влиянием современной биосферы. Разносторонний характер воздействий термальных вод на микробные сообщества представляет интерес для изучения экологии и биоразнообразия микроорганизмов (Fardeau et al., 2009). Исследование микрофлоры, выделенной из различных термальных источников, позволило идентифицировать представителей родов уникальных бактерий. В результате изучения метаболизма микроорганизмов выяснены ферментативные механизмы, благодаря которым термофильные бактерии могут существовать в условиях глубоководных гидротерм (Федосов и др., 2008).

Одним из перспективных регионов России для изучения и освоения геотермальных ресурсов является Дагестан, расположенный на стыке трех генетически разновозрастных геолого-тектонических структур. Химический состав термальных вод формируется в породах миоценового и плиоценового отделов чокракского, караганского горизонтов,

представленных чередованием глин, песчаников и мергелей в зоне затрудненного водообмена сульфатно – восстановительного метаморфизма и катионного обмена (Курбанов, 2001). Процесс формирования крупнейшего на юге России Восточно-Предкавказского бассейна термальных вод и в его составе Дагестанской провинции редкометальных гидроминеральных ресурсов изучен комплексными гидрогеологическими, геотермическими и газогеохимическими исследованиями (Идрисов, 2013; Булаева, 2013).

Области и эффективность применения геотермальных вод зависят от их энергетического потенциала, общего дебита и запаса скважин, экологических показателей, химического состава, минерализации. Известно, что термальные воды Дагестана являются перспективным промышленным гидроминеральным сырьем с высоким содержанием редких металлов, используются для генерации тепловой и электрической энергии и т.д. (Алхасов, 2001; Рамазанов и др., 2010; Курбанова, Гусейнова, 2015). Особое место занимает проблема использования геотермальных вод в промышленных биотехнологиях. На основе многолетних фундаментальных исследований коллективом лаборатории эколого-биохимических основ рационального использования биологических ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН создано новое научное направление «Геотермальные воды в биотехнологических процессах». Основоположником данного направления является доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки России и республики Дагестан Ш.А. Абрамов. Исследования влияния геотермальной воды в составе среды культивирования на морфофизиологические, биохимические свойства дрожжей занимали особое место в научном творчестве Ш.А. Абрамова. Результаты его научных исследований представляют значительный интерес для развития высокоэффективных секторов экономики республики, в том числе для производства хлебопекарных дрожжей и этанола. Под руководством Ш.А. Абрамова разработаны инновационные биотехнологии, получены многочисленные авторские свидетельства на изобретения и патенты РФ. Разработки лаборатории включены в Единый реестр инновационных проектов Республики Дагестан, вошли в число важнейших результатов Российской академии наук, рекомендованных для практического применения.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили штаммы дрожжей *Saccharomyces: S. cerevisiae Y-503, S. oviformis M-12X, S. oviformis Y-2635,* хранящиеся во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ГНИИ генетики и в коллекции микроорганизмов Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН. В работе использовались подземные воды различного состава: среднеминерализованные геотермальные воды Махачкалинского месторождения (географические координаты: 42°58′31″ с. ш., 47°30′08″ в. д. и 42°58′34″ с. ш., 47°30′08″ в. д.) и низкоминерализованная вода Кизлярского месторождения (43°50′49″ с. ш., 46°42′54″ в. д.). Перечисленные термальные воды характеризуются как пресные, бесцветные, без запаха, со слабощелочной реакцией среды. Дрожжи выращивали на лабораторной установке глубинным методом в периодическом режиме по известной технологической схеме на мелассных питательных средах с геотермальной водой (опыт) и по традиционной технологии (контроль) при pH 4.5 и температуре 30°C в аэробных и анаэробных условиях (Абрамов и др., 1995; Котенко и др., 2010).

Фенотипические свойства микроорганизмов, выделенных из подземного источника Кизлярского месторождения (Дагестан), изучали с использованием стандартных методов (Нетрусов А.И. и др., 2005). Морфологический анализ бактериальных клеток осуществляли с помощью светового лабораторного микроскопа CX21FS1 OLYMPUS (Япония) и сканирующего электронного микроскопа LEO – 1450 с микрозондовым анализатором ISYS с системой EDX (Leica Micro – systems Wetzlar Gmbh, Германия). Содержание свободных аминокислот в биомассе дрожжей определяли модифицированным методом жидкостной

ионообменной хроматографии на приборе «Hitachi», L-8800, (Spackman, 1958). Содержание Na и K определяли пламенно-фотометрическим методом на приборе «Flapho 4» (ГДР), Ca, Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cu – атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «С-115-М 1» (Лурье, 1984). Определение рибофлавина, тиамина, никотиновой и фолиевой кислот проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (Стыскин, 1986) на приборе с ультрафиолетовым детектором LCД 2563. С использованием спектрофотометра СФ–26 изучалась активность следующих ферментов: алкогольдегидрогеназы (1.1.1.1), альдолазы (4.1.2.13), пируватдекарбоксилазы (4.1.1.1) (Мешкова, Северин, 1979), глюкоамилазы (3.2.1.3) – модифицированным глюкозооксидазным методом, суммарное количество протеолитических ферментов (3.4) - модифицированным методом Ансона (Юркевич, 1998). Определение активности ферментов α-глюкозидазы (3.2.1.20) и β-фруктофуранозидазы (3.2.1.26) проводили поляриметрическим методом на приборе СМ–3. Модифицированным методом кислотного гидролиза с последующей экстракцией смесью петролейного и диэтилового эфиров изучали общее содержание липидов (Кейтс, 1975); фосфолипидов и фосфора (Новаковская, Шишацкий, 1990) определяли колориметрическим методом на приборе ФЭК-56. Дыхательную способность дрожжей (Дамаскин, Петрий, 1978) исследовали полярографическим методом на приборе ОН-105.

Результаты и обсуждение

Впервые исследовано биоразнообразие микробного сообщества подземного источника, расположенного в Кизляре (Дагестан) и относящегося к чокракскому месторождению термальных вод. Выделенные термофильные бактерии способны обитать в широком диапазоне сред и участвуют в продукции органического вещества подземной воды. Данные бактерии обладают свойствами промышленных микроорганизмов и могут использоваться в получении биологически активных веществ, технологических схемах очистки воды и почвы. Дальнейшее изучение фенотипической дифференциации микробных сообществ термальных источников Дагестана представляет интерес для научных исследований в области микробиологии, биологического разнообразия микроорганизмов и практического применения в биотехнологических процессах (Халилова и др., 2014).

Установлено, что минеральные и органические компоненты подземных вод, характеризующиеся большим химическим потенциалом, могут быть использованы в качестве нового дополнительного источника питания дрожжевых организмов (Абрамов и др., 1995). Показано, что дрожжевая клетка способна перестраивать метаболические пути в зависимости от условий культивирования (Аливердиева и др., 2006; 2009). Изучение характера влияния геотермальной воды в составе питательной среды на физиолого – биохимические свойства *Saccharomyces* позволило расширить представление об особенностях метаболизма дрожжей (табл. 1). В аэробных и анаэробных условиях обнаружено более значительное накопление свободных аминокислот в биомассе дрожжей, культивируемых на среде с геотермальной водой, по сравнению с традиционной технологией (Халилова, Абрамов, 2001). Оптимальное содержание в биомассе макро- и микроэлементов, играющих важную роль в поддержании и регуляции многих процессов жизнедеятельности, в процессе аэробного культивирования способствовало повышению активности ферментов углеводного обмена и, соответственно, улучшению биотехнологических показателей дрожжей; анаэробного - интенсификации процесса биосинтеза этанола (Исламмагомедова и др., 2011). Геотермальная вода, обогащенная пуриновыми и пиримидиновыми основаниями, принимающими непосредственное участие в образовании витаминов, влияет на внутриклеточную концентрацию водорастворимых витаминов группы В (Абрамов и др., 2003). Установлено повышение в 1.2 – 1.8 раза активности ферментов углеводного и азотистого обмена, играющих решающую роль в определении качества хлебопекарных дрожжей (аэробное культивирование) и представляют большой интерес для спиртового брожения (Котенко и др., 2010).

Таблица 1. Влияние геотермальной воды в составе питательной среды на содержание биологически активных веществ в биомассе дрожжей *S. cerevisiae Y-503* в различных условиях культивирования. **Table 1.** Influence of geothermal water in the composition of the nutrient medium on the content of biologically active substances in the biomass of yeast *S cerevisiae Y-503* in the different culture conditions.

Показатели	**Питательная среда с геотермальной водой** (опыт)		**Питательная среда традиционная** (контроль)	
	аэробные условия	анаэробные условия	аэробные условия	анаэробные условия
Аминокислоты, (мг/г)				
Аланин	111.97±9.11	2.12±0.17	27.25±2.07	1.91±0.12
Аргинин	1.99±0.13	0.19±0.01	2.02±0.05	0.18±0.01
Аспарагиновая	0.95±0.09	0.11±0.01	1.10±0.02	0.06±0.01
Валин	0.61±0.01	1.22±0.08	0.63±0.01	1.24±0.08
Гистидин	1.47±0.02	0.10±0.01	1.73±0.03	0.09±0.01
Глутаминовая	92.53±6.35	1.61±0.11	66.94±5.95	1.14±0.08
Глицин	9.79±0.64	0.6±0.04	0.66±0.02	0.37±0.02
Изолейцин	4.11±0.28	0.77±0.05	10 65±0.91	0.69±0.05
Лейцин	4.03±0.17	1.10±0.08	11.72±1.09	0.8±0.05
Лизин	2.64±0.05	0.17±0.01	5.41±0.13	0.15±0.01
Метионин	следы	0.14±0.01	следы	0.10±0.01
Тирозин	6.11±0.52	1.0±0.08	3.84±0.11	0.7±0.06
Треонин+серин	35.46±3.14	1.21±0.07	6.58±0.17	0.24±0.02
Фенилаланин	1.47±0.12	следы	2.93±0.08	следы
Цистеин	5.89±0.11	следы	6.08±0.15	следы
Минеральные элементы: макро- , (мг/г)				
Натрий	2.53±0.13	2.90±0.18	2.45±0.11	2.76±0.16
Калий	6.07±0.57	4.15±0.40	5.97±0.52	4.37±0.40
Кальций	1.05±0.09	0.49±0.05	0.95±0.09	0.38±0.04
Магний	1.01±0.07	0.82±0.06	0.38±0.03	0.69±0.05
микро- , (мкг/г)				
Марганец	4.78±0.37	3.80±0.33	2.8±0.13	3.15±0.18
Железо	16.0±0.79	17.83±0.91	12.70±1.06	18.45±1.11
Кобальт	0.59±0.04	0.42±0.03	0.30±0.02	0.38±0.03
Никель	0.83±0.04	0.73±0.04	0.70±0.06	0.88±0.07
Цинк	1.88±0.15	1.55±0.13	2.09±0.18	1.54±0.14
Медь	0.42±0.03	0.33±0.03	0.55±0.05	0.36±0.04
Витамины, (мкг/г)				
Тиамин	41.23±2.55	48.11±3.14	17.02±1.18	31.00±2.02
Рибофлавин	51.31±3.22	92.24±6.01	39.10±2.87	49.00±3.20
Никотиновая кислота	339.00±22.29	271.0±17.82	276.22±19.48	226.24±9.99
Фолиевая кислота	219.22±14.25	179.0±11.77	54.01±18.15	198.06±9.88
Активность ферментов, Е/мг клеток				
алкогольдегидрогеназа	0.68±0.03	0.69±0.06	0.43±0.04	0.43±0.04
глюкоамилаза	1.75±0.07	1.59±0.11	1.40±0.07	1.38±0.08
суммарная протеаза	0.18±0.01	0.17±0.01	0.15±0.01	0.15±0.01
альдолаза	0.36±0.02	0.35±0.03	0.29±0.02	0.28±0.02
пируватдекарбоксилаза	20.11±1.67	19.40±1.32	15.0±1.31	14.1±1.12
α-глюкозидаза	32.10±1.19	30.20±1.70	26.30±1.71	25.87±1.79
β-фруктофуранозидаза	36.20±1.18	32.60±1.20	28.59±1.78	28.50±1.70

Оптимальное содержание органических и минеральных веществ в среде с геотермальной водой приводит к повышенному накоплению в биомассе дрожжей общего количества фосфора (на 18-20%), липидов (30%), фосфолипидов (40%), влияющих на различные

химические превращения в клетке и регуляцию процессов брожения и дыхания. В условиях репрессии дыхательной системы геотермальная вода в составе среды культивирования способствует стимуляции процессов анаэробной утилизации углеводов дрожжевыми клетками (Аливердиева, 2001), увеличению удельной скорости прироста биомассы и выхода клеточной популяции в стационарную фазу роста. Преобразование морфофизиологических свойств (Абрамов и др., 1997) и люминесцентных спектров клетки подтверждает влияние компонентов геотермальной воды на метаболизм дрожжей. Полученные данные позволяют расширить представление о механизме влияния биологически активных веществ геотермальной воды в составе питательной среды на особенности биохимических, физиологических процессов и представляют значительный интерес для практического применения.

Комплексные теоретические и экспериментальные исследования механизмов влияния органических и минеральных веществ геотермальных вод на метаболизм дрожжей рода *Saccharomyces* послужили основанием для создания биотехнологий различного назначения (табл. 2).

Таблица 2. Инновационные проекты на основе использования геотермальных вод Дагестана.
Table 2. Innovative projects based on the use of geothermal waters of Dagestan.

Изобретение	**Краткое описание изобретения**	**Состав геотермальной воды**
1	2	3
А.с. СССР №1730140 Питательная среда для выращивания дрожжей (1992г)	Использование геотермальной воды в качестве нового дешевого источника минерального питания дрожжей позволяет исключить применяемые в производстве элементы среды	$M_{6.5}$ $\underline{Cl50\ SO_4 35\ (HCO_3 15)}$ Na 97 $T56^0$ pH 7.4
Патент РФ №2035865 Способ производства хлеба из пшеничной муки (1995г)	Применение геотермальной воды при замесе теста ускоряет процесс тестоведения и улучшает качественные показатели хлеба	$M_{6.5}$ $\underline{Cl50\ SO_4 35\ (HCO_3 15)}$ Na 97 $T56^0$ pH 7.4
Патент РФ №2084519 Способ получения питательной среды для выращивания хлебопекарных дрожжей (1997г)	Создание сбалансированной питательной среды с использованием геотермальной воды повышает продуктивность дрожжей	$M_{6.5}$ $\underline{Cl50\ SO_4 35\ (HCO_3 15)}$ Na 97 $T56^0$ pH 7.4
Патент РФ №2151795 Способ получения сушеных дрожжей (2000г)	Использование среды, где в качестве минерального и органического питания применяется геотермальная вода, позволяет получить активные сушеные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*	$M_{5.2}$ $\underline{SO_4 46\ Cl\ 29\ HCO_3 25}$ Na 98 $T54^0$ pH 7.7
Патент РФ №2188232 Штамм дрожжей *Saccharomyces oviformis Y-2635* для производства хлебопекарных дрожжей (2002г)	Штамм *S. oviformis Y-2635*, полученный при культивировании на мелассной среде с геотермальной водой, характеризуется высокой продуктивностью	$M_{5.2}$ $\underline{SO_4 46\ Cl\ 29\ HCO_3 25}$ Na 98 $T54^0$ pH 7.7
Патент РФ №2329302 Способ сбраживания мелассного сусла (2008г)	Сбраживание мелассного сырья с применением геотермальной воды способствует повышению синтеза этанола и снижению образования побочных метаболитов	$M_{5.2}$ $\underline{SO_4 46\ Cl\ 29\ HCO_3 25}$ Na 98 $T54^0$ pH 7.7
Патент РФ №2495117 Наливка «Солнечный Дагестан» (2013г)	Создание яблочно – виноградной наливки с использованием спирта, полученного на основе геотермальной воды, позволяет расширить ассортимент элитной продукции	$M_{5.2}$ $\underline{SO_4 46\ Cl\ 29\ HCO_3 25}$ Na 98 $T54^0$ pH 7.7
Патент РФ №2492229 Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae,* используемый для получения спирта (2013г)	Штамм, сбраживающий концентрированное мелассное сусло с геотермальной водой, позволяет интенсифицировать процесс получения спирта	$M_{2.1}$ $\underline{HCO_3 48\ Cl46\ SO_4 7}$ Na 97 $T98^0$ pH 7.15

Продолжение таблицы 2.

1	2	3
Патент РФ №2495936 Способ получения этанола (2013г)	Способ получения этанола с использованием геотермальной воды в составе среды выращивания дрожжей обеспечивает более полное сбраживание углеводов, повышение содержания технического спирта и снижение количества примесных соединений	$M_{2.1}$ $\underline{HCO_3 48\ Cl46\ SO_4 7}$ Na 97 $T98^0$ pH 7.15

Разработаны ресурсосберегающие технологии получения биохимически активных и высокопродуктивных прессованных и сушеных хлебопекарных дрожжей; технология получения хлебобулочных изделий, расширяющих ассортимент диетической продукции; технология биосинтеза этанола, направленная на более эффективное применение отходов производства сахарной промышленности и позволяющая увеличить на 25% выход спирта улучшенного качества с низким содержанием примесных соединений за счет использования многофункциональных компонентов термальной воды; технология получения технического спирта. Потребителями продуктов новых технологий могут являться пищевая, косметическая, медицинская отрасли промышленности. Использование геотермальной воды в качестве нового дополнительного источника питания дрожжей позволит снизить затраты на приобретение вспомогательных материалов, исключить блок дорогостоящего оборудования, увеличить выход конечного продукта.

Принято считать, что технический этанол в качестве оксигената является одним из перспективных компонентов моторного топлива (Jianming et al., 2011). Применение разработанной нами технологии открывает возможности для создания высокоэффективных предприятий по производству топливного этанола как в Дагестане, так и в других регионах России, где имеются геотермальные ресурсы.

В целях обеспечения экологической безопасности исследованы сточные воды производства хлебопекарных дрожжей, основанном на использовании геотермальных вод. Установлено, что при соответствующей обработке сточные воды можно использовать в безотходном производстве для получения кормовых добавок в животноводстве (Абрамов, Аливердиева, 1998).

В настоящее время актуальным является создание энергоэффективной технологии получения биотоплива с использованием геотермальных вод и альтернативного сырья растительного происхождения - биомассы микроводорослей с высоким содержанием липидов. Микроводоросли наиболее удобны в ускоренном воспроизводстве биомассы за счет преобразования солнечной энергии и являются перспективным нетрадиционным сырьем для биоэнергетики, в том числе для получения энергии и моторного топлива (Чернова и др., 2014). Обнаружено, что морская и геотермальная воды в составе среды культивирования микроводорослей *Nannochloropsis salina,* в сочетании с дополнительно внесенной минеральной композицией, способствуют физиологической активности и сокращению длительности процесса роста популяции, что отразилось на динамике накопления биомассы и синтезе липидов (Магомедов и др., 2013). Результаты проведенных работ могут служить научным обоснованием для дальнейших исследований по проблеме «Геотермальная вода – микроводоросли – биотопливо» и при конструировании ресурсосберегающей технологии производства высоколипидных микроорганизмов с применением морских, артезианских, геотермальных ресурсов - доступных водных источников различного химического состава.

Заключение

Рациональное использование геотермальных ресурсов является актуальной научной и практической проблемой. В создание новых технологий внесли свой вклад извлечение редких металлов и получение альтернативных источников энергии, определение биоразнообразия и структуры микробных сообществ, выделенных из термальных

источников. Полученные результаты позволили выйти на новый уровень освоения подземных вод Дагестана. Установленные параметры влияния минеральных и органических компонентов геотермальных вод в составе среды культивирования дрожжевых организмов определили степень влияния на углеводный, азотистый, фосфорный, липидный обмен, дыхательную способность и функциональное состояние клетки. Комплексное теоретическое и экспериментальное изучение механизмов влияния биологически активных веществ геотермальных вод на метаболизм дрожжей рода *Saccharomyces* послужило основанием для разработки биотехнологий различного назначения. Применение продуктов новых технологий в пищевой, косметической, медицинской отраслях промышленности открывает возможности для создания высокоэффективных предприятий как в Дагестане, так и в других регионах России, где имеются геотермальные ресурсы. Актуальны дальнейшие фундаментальные научно – исследовательские работы по изучению современного состояния подземных вод, их химического состава, биоразнообразия микробных сообществ. Представляется важным создание с использованием геотермальных ресурсов региона высокоэффективных и экологически безопасных технологий получения таких альтернативных источников энергии, как биоэтанол, биогаз, биотопливо, которые позволят решать эколого-экономические и социальные проблемы региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Эфендиева Д.А., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Даунова С.М. 1995. Новая питательная среда для выращивания дрожжей // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 31. № 2. С. 232-233.

Абрамов Ш.А., Аливердиева Д.А., Котенко С.Ц. 1997. Морфологические и биохимические свойства нового штамма *Saccharomyces cerevisiae Y-503* // Прикладная биохимия и микробиология. Т.33. № 3. С. 325 - 328.

Абрамов Ш.А., Аливердиева Д.А. 1998. О сточных водах производства дрожжей при использовании геотермальных источников // Хранение и переработка сельхозсырья. № 2. С. 11-13.

Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Рамазанов А.Ш., Исламова Ф.И. 2003. Содержание витаминов в дрожжах рода *Saccharomyces* в зависимости от состава питательной среды // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 39. № 4. С. 438-440.

Аливердиева Д.А. 2001. Сравнительное изучение некоторых параметров энергетического обмена двух штаммов *Saccharomyces cerevisiae* // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 37. № 1. С. 90 - 96.

Аливердиева Д.А., Мамаев Д.В., Лагутина Л.С., Шольц К.Ф. 2006. Особенности изменения содержания субстратов эндогенного дыхания в клетках *Saccharomyces cerevisiae* при низкой температуре // Биохимия. Т. 71. № 1. С. 50-58.

Аливердиева Д.А., Мамаев Д.В., Лагутина Л.С. 2009. Транспорт сукцината в клетки *Saccharomyces cerevisiae* после продолжительной холодовой преинкубации // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 45. № 5. С. 577-585.

Алхасов А.Б. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии // Известия Российской Академии наук. Энергетика. 2010. № 1. С. 59-72.

Булаева Н.И. 2013. Комплексный мониторинг геотермальных ресурсов Дагестана и разработка информационного обеспечения исследований // Мониторинг. Наука и технологии. № 3. С. 19-29.

Голицын М.С. 2010. Проблемы региональных гидрогеологических и гидрогеохимических исследований // Разведка и охрана недр. № 2. С. 32-34.

Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. 1978. Основы теоретической электрохимии. М.: Высшая школа. С. 113-128.

Залибеков З.Г. 2004. Об основных направлениях исследований почв охраняемых территорий юга России // Аридные экосистемы. Т. 10. № 22. С. 7-9.

Залибеков З.Г. 2011. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления // Аридные экосистемы. Т. 17. № 1 (46). С.5-13.

Идрисов И.А. 2013. О структуре рельефа юго-запада Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы. Т. 19. №1 (54). С. 36-43.

Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А. 2011. Потребление минеральных веществ и аминокислот дрожжами *Saccharomyces oviformis* в процессе спиртового брожения // Производство спирта и ликероводочных изделий. № 3. С. 17-19.

Кейтс М. 1975. Техника липидологии. М.: Мир. 322 с.

Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Халилова Э.А. 2010. Ферментативная активность и морфологические особенности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae Y-503* при культивировании в аэробных и анаэробных условиях // Юг России. № 1. С. 12-16.

Курбанов М.К. 2001. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М.: Наука. 260 с.

Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш. 2015. Экологические аспекты мышьяковистого загрязнения Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Аридные экосистемы. Т. 21. № 1 (62). С. 47-51.

Лурье Ю.Ю. 1984. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия. С.21-229.

Магомедов М.-Р.Д., Власова О.К., Гасанова А.Ш. 2013. Геотермальные воды и микроводоросли *Nannochloropsis salina* // Первый международный форум «Возобновляемая энергетика. Пути повышения энергетической и экономической эффективности». Москва. С. 397-398.

«Малый практикум по биохимии» под ред. *Юркевича В.М.* 1998. *М.:* МГУ. С. 170-172.

Нетрусов А.И., *Егорова М.А.*, *Захарчук Л.М.* 2005. Практикум по микробиологии. М.: Академия. 608с.

«Практикум по биохимии» под ред. *Мешковой Н. П. и Северина С. Е.* 1979. М.: МГУ. 428 с.

Рамазанов А.Ш., Каспарова М.А., Сараева И.В., Атаев Д.Р., Ахмедов М.И., Камалутдинова И.А. 2010. Сорбционное извлечение лития из геотермальных вод хлоридного типа // Вестник Дагестанского научного центра. № 37. С. 23-28.

Стыскин Е.Л., Щиксон Л.Б., Брауде У.В. 1986. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия. С.230-256.

Федосов Д.В., Подкопаева Д.А., Мирошниченко М.Л., Бонч-Осмоловская Е.А., Лебединский А.В., Грабович М.Ю. 2008. Метаболизм термофильной бактерии *Oceanithermus profundus* // Микробиология. Т. 77. № 2. С. 188-195.

Фортов В.Е., Попель О.С. 2014. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика. № 6. С. 4-13.

Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. 2001. Влияние питательных сред на состав свободных аминокислот дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 37. № 5. С. 578-580.

Халилова Э.А., Нуратинов Р.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А. 2014. Углеводородоокисляющие микроорганизмы геотермального источника и их значение в оценке биоразнообразия микробных сообществ // Аридные экосистемы. № 1 (58). С. 51-58.

Чернова Н.И., Киселева С.В., Попель О.С. 2014. Эффективность производства биодизеля из микроводорослей // Теплоэнергетика. № 6. С. 14-21.

Jianming Y., Shoubao Y., Pingchao W. 2011. Method for using corn stalk fiber carrier to prepare immobilized yeast cells employed in kitchen waste fermentation for ethanol fuel production / Patent CN № 102199631.

Joseph E.P., Fournier N.N., Lindsay Y.M., Fischer T.P. 2011. Gas and water geochemistry of geothermal systems in Dominica, Lesser Antilles Island arc // Journal of volcanology and geothermal research. V. 206. № 1-2. P. 1-14.

Spackman D., Staein W., Moozes F. 1958. // Anal. Chem. V. 30. №6. P.1190-1205.
Tin S., Bizzoco R.W., Kelley S.T. 2011. Role of the terrestrial subsurface in shaping geothermal spring microbial communities // Environmental Microbiology Reports. 3 (4). P. 491–499.

USE OF GEOTHERMAL WATERS OF DAGESTAN IN SCIENTIFIC RESEARCH AND BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES (REVIEW)

© 2016. E.A. Islammagomedova, E.A. Khalilova, S.C. Kotenko

Pricaspian Institute of Biological Resources of Dagestan scientific center RAS
Russia, 367000 Makhachkala, Gadjieva str., 45. E-mail: islammagomedova@mail.ru

The current state and prospects of development of groundwater Dagestan are reviewed. The complex theoretical and experimental study of the mechanisms of the influence of biologically active substances of geothermal water on the yeast metabolism served as basis for development of biotechnologies of production of biochemically active *Saccharomyces* strains, bakery products and ethanol. Application of new technology products in various industries opens up possibilities for creating high-performance agro-industrial enterprises both in Dagestan and other regions of Russia, where there are geothermal resources
Key words: geothermal resources, bacteria, yeast, ethanol, biotechnologies.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 72-77.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.445.52(470.67)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАЗЕМНО-АКВАЛЬНОГО ЭКОТОНА МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНОГО ДАГЕСТАНА

©2016 г. М.И. Джалалова, Р.М. Загидова, П.А. Абдурашидова

**Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН*
Россия, 367000, Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: d.marina.66@mail.ru

Поступила 12.08.2015 г.

Выделены и охарактеризованы 4 блока наземно-аквального экотона – аквальный, флуктуационный, динамический, дистантный. Блоки дифференцированы в пространстве и во времени, представляя целостное образование. Это подтверждается видовым насыщением на уровне современной структуры и предшествующих ареагенетических связей.
Ключевые слова: Каспийское море, литораль, экотон, блок, аквальный, флуктуационный, динамический, дистантный.

Со второй половины прошлого столетия наметилось понимание экотонов и их роли - как объективно существующих в природе самостоятельных образований и как следствие разные подходы к их изучению и определению их параметров. Одним из основных направлений был биоценотический - сторонником и последователем, которого был В.Б. Сочава (1979,1978). Ландшафтно-экологическое направление, отличающееся изучением пространственно-временной экологической неоднородности смежных территорий, развивалось в работах Г. Вальтера и Е. Бокса (1976). В.С. Залетаев (1989; 1997), предложил комплексный подход, особенностью которого было определение видообразовательных процессов, происходящих в экотонах. В работе Н.М. Новиковой (2008) рассмотрены научные достижения в изучении экотонных систем «вода-суша» и поставлены задачи с разработкой направлений дальнейших научных исследований.

Прибрежная полоса Каспийского моря в пределах Республики Дагестан рассматривалась при изучении почвенно-растительного покрова в условиях изменяющейся динамики уровня моря (Алиев и др.1997; Бейдеман, 1957; Сулейманова, 2001, 2002; Свиточ и др. 1994; Сулейманова, Гасанова, 2003). Экотонные области прибрежной полосы Каспийского моря изучены в работах Л.В. Кулешовой (1997, 2000), с описанием почвенно-растительных связей связанных с его колебаниями в условиях изменяющегося уровенного режима Каспия. Вопросы эволюции, трансформации и продуктивности почвенного покрова затопляемых-иссушаемых территорий подробно рассмотрены в работах З.Г. Залибекова (2000), Л.В. Кулешовой (2000) и др.

Образование экологически кризисных ситуаций на экотонных территориях прибрежной полосы Каспийского моря определяется повышенной их ранимостью, сформировавшихся и функционирующих в повышенно динамических условиях среды, для которой специфичен большой диапазон флуктуации ее естественных параметров. Флуктуационность, относительная неустойчивость жизненно важных для биоты характеристик среды представляет собой одно из главных условий формирования специфического состава и структуры экотонных биотических сообществ и систем.

Применяя ландшафтно-экологический подход, северная часть Каспийского моря рассматривается, как наземно-аквальный экотон с разработкой закономерностей пространственно-временного распределения структурных блоков экотона наземной и литоральной зоны.

Материалы и методы

Территория Кизлярского залива, где проведены эксперименты, расположена в северо-западной части Дагестанского прибрежья Каспийского моря, в пределах Тарумовского района Республики Дагестан. Экосистемы залива и прилегающих земель находятся под непосредственным влиянием речных стоков Волги, Кумы и Терека. Залив отличается мелководностью – до 50 м от берега его глубина не превышает 1,5 м. Вследствие нагонных явлений, при сильных восточных ветрах, уровень воды может значительно повышаться. Для берегов Кизлярского залива острой проблемой всегда выступали нагоны морских вод, приводящие к затоплению береговой полосы, что способствовало чрезмерному разрастанию водной растительности. (http://www.dagzapoved.ru/index.php?option=com). Согласно схеме климатического районирования Терско - Кумская низменность расположена в пределах континентальной области и Северо - Кавказско - Азиатского района. Это самая жаркая и сухая часть Азиатского климатического района с выраженной континентальностью.

Наиболее значительные колебания уровня Каспийского моря, отмеченные в четвертичный период, имеют место и в настоящее время. До 1978 г. происходило прогрессирующее снижение уровня до отметки минус 29.0 м. С 1978 г. регрессивная фаза колебаний резко сменилась трансгрессивной и к 1996 г. уровень моря повысился до абсолютной отметки – минус 26.5 м. При регрессии происходит освобождение суши, расширение площадей засоленных почв с галофитной растительностью, при трансгрессии – затопление, подтопление, заболачивание, расширение площадей плавней и лугово-болотных почв (Свиточ и др. 1994; Кулешова, 1997, 2000; Сулейманова, 2002). Перемещение водных и солевых потоков в вертикальном и горизонтальном направлениях создают особую группу наземно-аквального экотона.

Материалом исследования послужили результаты, полученные (Сулейманова, 2001, 2002; Сулейманова, Гасанова, 2003) в прибрежной полосе Терско-Кумской низменности. На заложенной трансекте протяженностью 10 км в направлении с запада на восток описаны различия формирующиеся в аквальных экотонах приморских экосистем. Исследованиями были охвачены все фитоценозы. Геоботанические описания проводили с использованием методов отечественной фитоценологии, где рекомендуется отбор растительных укосов, соблюдая установленное количество повторностей. Почвенные образцы отобраны согласно существующей методике с анализом химических свойств почв (Аринушкина, 1970), Названия видов растений даны по С.К. Черепанову (1995).

Учитывая преобладающее влияние водного фактора на окружающую среду на побережье и изменение его проявления в пространстве, В.С. Залетаев (1997) предложил выделить 5 основных структурных блоков экотонной системы «вода-суша»: 1 – *амфибиальный* (флуктуационный), 2 – *динамический*; 3 – *дистантный*; 4 – *маргинальный*; 5 – *аквальный*. Используя блоковую концепцию структурной организации экотона «вода-суша», была поставлена задача охарактеризовать растительность отдельных блоков побережья Каспийского моря в районе Кизлярского залива Терско-Кумской низменности видовое их насыщение ко времени относительной стабилизации Каспия.

Результаты и обсуждение

Использованная концепция дифференциации экотона на блоки дает четкое представление о существе происходящих изменений при ландшафтно-географическом подходе в условиях нестабильного уровня литоральной части акватории Каспийского моря. Выделенные блоки – отражают реальную картину экологической разнокачественности изученного экотона. По приведенной характеристике показана внутренняя структура экотона, как природного образования. Охарактеризованные блоки достаточно автономны и функционируют как природные объекты (рис.).

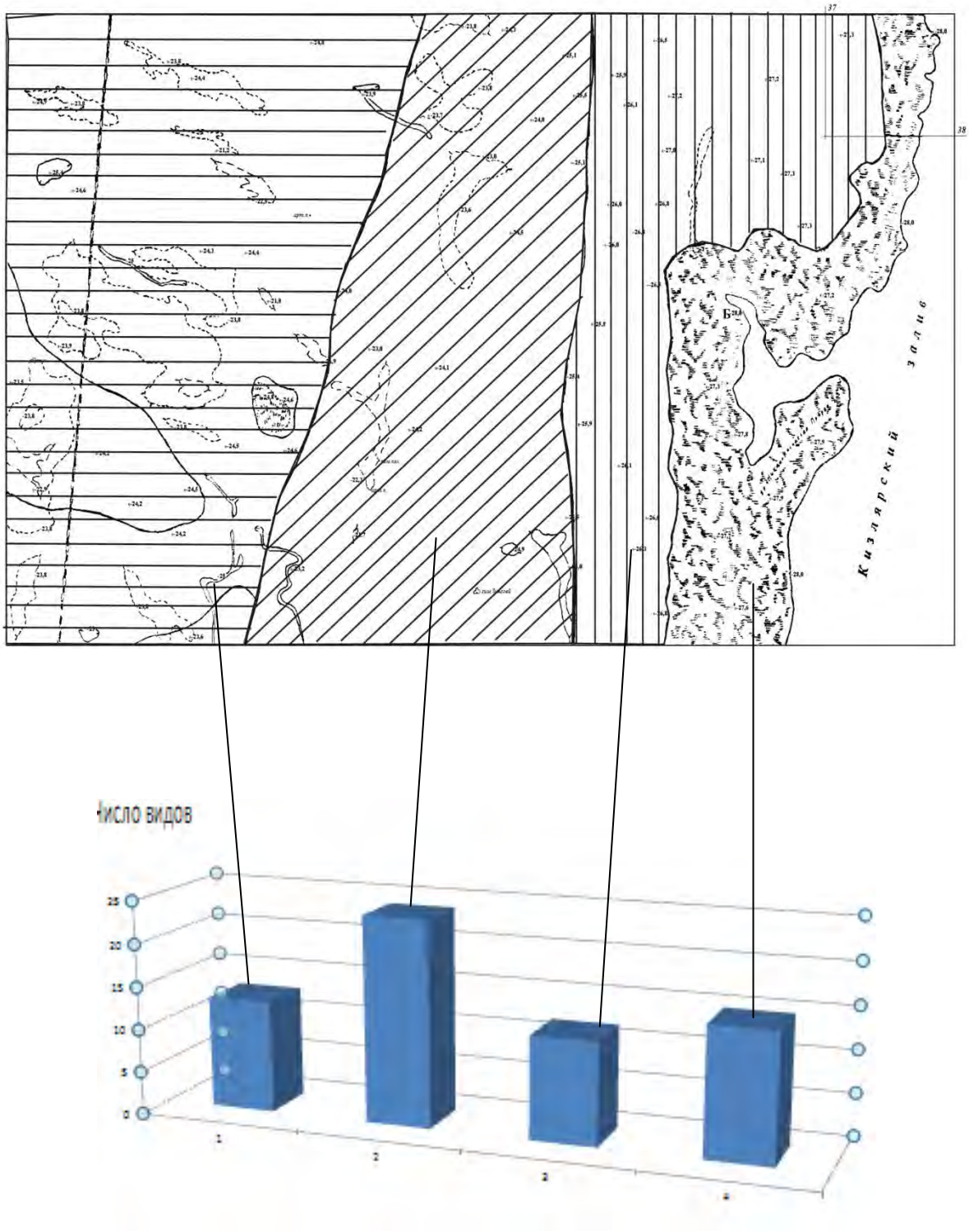

Рис. Пространственная организация наземно-аквального экотона системы «вода-суша» на побережье Кизлярского залива. Условные обозначения: 1-4 блоки экотонной системы. 1 – дистантный; 2 – динамический, 3 – флуктуационный, 4 - аквальный. **Fig.** Spatial structure of the aqua -terrestrial ecotonal system at the Caspian Sea shore of the Kyzlar bay: 1- distant, 2-dinamic, 3- fluctuational, 4-aquatic.

Аквальный блок - часть поверхности моря, прилегающая к берегу, глубиной от 3 - 3.5 м до 0.5 м; характеризуется песчаными и песчано-заиленными почво-грунтами с преобладанием гидрофильных растений. Преобладающие виды погруженной

растительности: рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinati)*, рдест курчавый (*Potamogeton crispus),* уруть колосистая и мутовчатая *(Myriophyllum spicatum*, *M. Verticillatum),* роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*). Растительность с плавающими на поверхности воды листьями–сальвиния плавающая (*Salvinia natantis*), рдест плавающий (*Potamogeton* natantis).

Флуктуационный (амфибиальный) блок включает участок побережья, имеющий непосредственный прямой контакт с морской водой, гипсометрический уровень территории располагается на высотных отметках от минус 27 до -26 м. В зоне прямого действия оказываются приморские марши, занятые водной и водно-болотной растительностью. Почвы болотные, лугово-болотные песчаные, супесчаные где отдельные горизонты переслаиваются мелкой ракушкой, суглинками. Это блок сезонного затопления (выше уреза) характеризуется на повышенных элементах рельефа представлены лугово-каштановыми слабосолонцеватыми супесчаными с мелкой ракушкой почво-грунтами, с сообществами лугово-болотных растений. Воздушно-водная растительность представлена следующими видами: тростник южный (*Phragmite australis*), камыш озерный (*Scirpa lacustris*), рогоз узколистноый (*Typha angustifoliae*), рогоз Лаксмана (*Typha laxmannii*), клубнекамыш морской (*Bolboschoenus maritimus*), сусак зонтичный (*Butometa umbellati*), частуха подорожниковая (*Alismata plantago-aquaticae*). Галофильная растительность произрастающая на солончаках и засоленных в разной степени лугов, представлена настоящей солончаковой растительностью *Salicornia europaeae, Suaeda prostratae, Salsoa sodae, Halimionea pedunculatae* и засоленных лугов *Puccinelliea giganteae, Aeluropea littoralis.* В биотических комплексах флуктуационного блока идут активные гидрогенные и галогенные сукцессии, так как это относительно широкая полоса подвержена подтоплению и сильному переувлажнению. Последовательное увеличение продолжительности затопления привело к смене водной и водно-болотной растительности *(Salicornia europaea, Phragmites australis, Puccinellia gigantea)* к лугово-солянковым комплексам *(Halimione verrucifera, Frankenia hirsuta, Halocnemum strobilaceum).*

Флуктуационный блок сменяется динамическим блоком, где были выделены луговые и лугово-каштановые почвы, отличающиеся изменением засоленности и солонцеватости. Засоление хлоридно-сульфатное, в очень сильной степени. Глубина залегания грунтовых вод 60-80 см. Ландшафт несет черты полноценного лугово-солончакового комплекса.

Динамический блок характеризуется богатым видовым разнообразием и особенностями жизненных форм растений, доминированием многолетников над однолетниками. Основу растительных сообществ формирует лугово-солянковый комплекс, где наибольшая роль принадлежит полукустарничкам – галофитам. В ценотической структуре наблюдается преобладание сообществ, доминантами которых часто выступают виды или их популяции, переносящие засоление – пырей ползучий (*Elytrigia repens),* мятлик луковичный *(Poa pratensis)*, бескильница гигантская (*Puccinellia gigantean)*, осока черноколосая (*Carex melanostachya)*, свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon)*, прибрежница солончаковая (*Aeluropus littoralis)*, кермек Гмелина (*Limonium gmelinii)*, житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum)*, овсяница валлисская (*Festuca valesiaca)*, полынь сантонинная (*Artemisia santonica).* Наиболее распространены луга на засоленных почвах с преобладанием формаций *Puccinellieta distantis, Cariceta melanostachyeae, Elytrigieta repentis* (галофитный вариант).

Для дистантного блока характерны растительные сообщества, имеющие переходный характер к зональным пустынным и полупустынным. Почвы светло-каштановые солонцевато-солончаковые легкосуглинистые. Грунтовые воды находятся на глубине 1.2-3 м. Засоление хлоридно-сульфатное, степень засоления колеблется от средней до сильной. Растительность преимущественно полынно-эфемеровая в комплексе с полынно-солянковыми и многолетнесолянковыми сообществами с участием полыни таврической (*Artemisia taurica),* петросимонии раскидистой *(Petrosimonia brachiata),* солянки древовидной *(Salsola dendroides),* мятлика луковично*го (Poa bulbosa),* мортука восточного *(Eremopyrum orientale)*.

Современное таксономическое разнообразие растительности, относящиеся к этим блокам является следствием того, что они представляют благоприятную арену жизни для видообразования. Из представленных характеристик блоков, видно, что по видовой насыщенности они не перекрываются, т.е. автономны. В этом отношении особое положение занимает, имеющий наименьшее количество видов, флуктационный блок, более открытый, подверженный сезонным и вековым перепадам уровня Каспия. Видовое богатство выражено для динамического блока и связано с тем, что увлажнение здесь имеет переменный характер, сменяющийся во времени между соседними блоками. Для дистантного и аквального блоков характерно наиболее сильное различие видов по солеустойчивости, засухоустойчивости.

Выводы

Рассмотренные блоки литорального экотона Северо-Западной части Каспийского моря проанализированы в понятиях и терминах концепции В.С. Залетаева. Её особенностью является новый дифференцированный подход к экотонам, выражающийся через систему автономных и переходных блоков.

В западном Прикаспии сформировались наземно-аквальные экотоны в системе «суша-море». Выделенные блоки – аквальный, флуктуационный, динамический, дистантный отражают реальную картину экологической разнокачественности изученного экотона. Приведенная характеристика блоков дает возможность конкретно представить внутреннюю структуру самого экотона и по-новому осветить биосферное значение его как природного образования.

ЛИТЕРАТУРА

Алиев Н.-К.К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. 1997. Экологические проблемы бассейна Каспия. Махачкала: Дагпресс. 160с.

Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ. 487 с.

Бейдеман И.Н. 1957. Наблюдения над изменением растительности берегов и заселения морского дна при отступании Каспийского моря // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Серия 3. Геоботаника. Вып. 11. С. 165-184.

Залетаев В.С. 1989. Экологически дестабилизированная среда. М.: Наука, 189 с.

Залетаев В.С. 1997 а. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. С. 11-29.

Залетаев В.С. 1997 б. Речные поймы как система экотонов // Экосистемы речных пойм. М.: РАСХН. С. 7-17.

Залибеков З.Г. 2000. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М.: ДНЦ РАН. С. 66-89.

Кулешова Л.В. 1997. Формирование берегового экотона в связи с колебаниями уровня Каспийского моря // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. С. 312-320.

Кулешова Л.В. 2000. Очаговые изменения растительности на побережье Каспийского моря как индикатор трансформации среды // Микроочаговые процессы-индикаторы дестабилизированной среды. М.: РАСХН. С. 138-149.

Новикова Н.М. 2008. Экотонные системы «вода-суша»: Современные достижения и задачи исследований // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Материалы 2-ой Всеросс. Науч. конф. П78 с международным участием. – Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та. С.62-67.

Свиточ А.А., Кулешова Л.В. 1994. Геоэкологическая зональность на участках затопления российского побережья Каспийского моря // Доклады РАН. Т.339, №1. С. 77-79.

Сочава В.Б. 1978. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд. 319 с.

Сочава В.Б. 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: «Наука». 190 с.

Сулейманова (Джалалова) М.И. 2001. Структура и динамика растительного покрова прибрежных ландшафтов Терско-Кумской низменности в условиях нестабильного уровня Каспия. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: МГУ, 25 с.

Сулейманова (Джалалова) М.И. 2002. Динамика растительности приморской полосы Терско-Кумской низменности при различных циклах затопления // Аридные экосистемы. Т.8, №17. С. 25-30.

Сулейманова (Джалалова) М.И., Гасанова З.У. 2003. Растительные экотоны Терско-Кумской низменности на разных уровнях организации ландшафта. // Материалы XYII научно-практической конференции по охране природы Дагестана. Махачкала. С. 191-192.

Черепанов С.К. 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья. 992 с.

Walter H., Box E. 1976. Global classification on natural terrestrial ecosystems // Vegetatio. V. 32, № 2. P. 1105-1106.

http://www.dagzapoved.ru/index.php?option=com

THE SPECIFICS AQUA – TERRESTRIAL ECOTON SEACOAST OF NORTH DAGESTAN

©2016. M.I. Dzhalalova, R.M. Zagidova, P.A. Abdurashidova

Caspian Institute of Biological Resource Dagestan scientific center RAS, 367000, Mahachkala, Gadzhieva str., 45. E-mail: d.marina.66@mail.ru

Three blocks of terrestrial-aquatic ecotone - aquatic, fluctuational, dinamic, distant - are allocated and characterized. Blocks differentiate in space and in time and represent complete formation. It is emphasized by specific saturation at a level of modern structure and previous area genetic connections.

Key words: Caspian Sea, littoral, ecotone, the block, aquatic, fluctuational, dinamic, distant.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 78-86.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 636·086·32:581·24 (470·67)

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КЛЕВЕРА СРЕДНЕГО ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

© 2016 г. У.Х. Хумаева*, А.Д. Хабибов*, П.М.-С. Муратчаева**

** Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН*

*** Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН*

Россия, 367000 Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45. E-mail: gakvari05@mail.ru, pibrdncran@mail.ru

Поступила 03.03.2015 г.

В условиях интродукции в Горном Дагестане (1100 м высоты над ур. м.) изучена структура изменчивости морфологических (размерных и числовых) признаков генеративного побега клевера среднего - *Trifolium medium* L., семена которого были собраны по высотному фактору. Дана оценка вариабельности морфологических признаков вегетативной и генеративной сферы.

Ключевые слова: клевер средний, морфологические признаки, генеративный побег, стебель, соцветия, корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализы.

Размерные (ростовые) признаки являются главным объектом селекционных и агрономических работ, поскольку с ними связано формирование продуктивности. (Магомедмирзаев, 1990). Эти же признаки становятся важнейшими и при эволюционных и популяционных исследованиях, поскольку они в существенной мере определяют (и на них отражаются) процессы дифференциации и интеграции надорганизменных систем (Семериков, 1981; Животовский, 1984).

Клевер средний - *Trifolium medium* L. (*Fabaceae* s.l.) является одним из вегетативно подвижных многолетников, который в пределах дагестанской части ареала встречается до верхнего горного пояса, на высоте от 1000 до 2300 м над ур. м., а на Кавказе – вне пустынных и высокогорных районов, на умеренно влажных и суходольных лугах, в светлых лесах и по лесным опушкам, окраинам полей, долинам рек и ручьев (Гроссгейм, 1952; Муратчаева и др., 1990). Это очень реактивный, конкурентномощный вид западнопалеарктическим географическим типом, быстрый рост корневищ и обильное ветвление которого способствуют хорошему закреплению эродированных почв (Живан, 1948). В экологическом отношении это – очень пластичный и чрезвычайно полиморфный вид: он не требователен к почвам, хорошо переносит как недостаточное, так и избыточное увлажнение. А.А. Гроссгейм (1952) для клевера среднего отмечает пять внутривидовых таксонов: *V. genuinum* Rouy et Fouc.; *V. eriocalucinum* Hausk.; *V. angustifolium* Asch. et Gr.; *V. Troitzkyi* Grossh.; *V. bithynicum* (Boiss) N. Busch.

Материал и методика

В Горном Дагестане в метровых делянках террасированных участков Цудахарской экспериментальной базы Горного ботанического сада ДНЦ РАН (1100 м высоты над ур. м., северный склон) были проведены посевы скарифицированных наждачной бумагой семян. Семенной материал представляет природные популяции Горного Дагестана (табл.1), где на одной и той же особи одновременно могут находиться генеративные побеги на разных фазах развития, что позволяет произвести сборы побегов на разных стадиях эволюционных преобразований в популяциях. После предварительного проведения учёта всхожести, выживаемости, фенологических наблюдений и определённого ухода, на фазе цветения первого верхушечного головковидного соцветия у отдельных растений (n = 10) каждой из трёх выборок интродукционных популяций на уровне почвы срезали генеративные побеги.

Таблица 1. Районы и характеристика мест сбора выборок семенного материала *T. medium* с природных популяций Дагестана (на сенокосных лугах северного склона). **Table 1.** Areas and the characteristic of places of collecting selections of the seed material *T. medium* from natural populations of Dagestan (on haying meadows of a northern slope).

Популя-ции (выборки)	Район			Высота над ур. м. (м)	Режим использо-вания
	географический	естественно-исторический	административный (населённые пункты, урочище)		
I	Гимринский хребет	Предгорный	Окр. с. Кадар Буйнакского района	1350	Сенокосы
II	Гунибское плато	Внутренне-горный	Гунибская экспериментальная база Горного ботанического сада ДНЦ РАН	1750	Заповедный
III	Снеговой хребет	Высокогорный	Окр. с. В.-Гаквари Цумадинского района	2100	Летние пастбища

Примечание. Далее в таблицах и на рисунках будут использованы только порядковые номера популяций, (I - III).

У каждого побега учитывали морфологические признаки. Для каждого учтённого признака были получены средние характеристики суммарной статистики с последующим использованием методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов (Зайцев, 1973; Лакин, 1990). Компоненту дисперсии определяли по Н.А. Плохинскому (1970).

При изучении популяционной изменчивости в методическом плане считаем наиболее рациональным и целесообразным использование модулярного организма - генеративного побега в качестве “модуля”, как одного из основных элементов строения особи или структурной единицы, поскольку он проходит полный цикл развития от инициации в почках до генеративного состояния (Halle’ et. al., 1978; Harper, 1977). В горных экосистемах вследствие расчленённости рельефа, пестроты и резких перепадов градиентов основных факторов, контролирующих естественный отбор, популяции характеризуются малыми размерами и здесь происходят интенсивные микроэволюционные процессы, определяющие богатство генофонда на внутривидовом уровне (Мусаев, 2002). В этом отношении значительный интерес представляет сравнительное изучение растительных объектов, собранных с различных высотных поясов и выращенных в одинаковых экспериментальных условиях прорастания, роста и размножения при отсутствии ценотического пресса. Это позволяет выявить закономерности межпопуляционной дифференциации, обусловленной селективным давлением высотного фактора (Ludwig, Cornelius, 1978).

Результаты и обсуждение

При сравнительном анализе структуры изменчивости морфологических признаков, их размаха, отношений крайних вариант и показателей ассиметрии и эксцессов объединённой выборки (n=30) выяснилось, что они различаются по степени вариабельности (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика изменчивости и колебания морфологических признаков генеративного побега объединённой выборки клевера среднего (n=30 = 10+10+10).
Table 2. Comparative characteristic of variability and fluctuation of morphological features of generative escape of the joint selection of *T. medium*, (n=30 = 10+10+10).

Признаки	$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Cv,%	Min	Max	Размах	Max/Min	A_s	E_x
I. Размерные, мм								
L	493.3±31.94	35.5	175	760	585	4.3	0.104	-1.389
L_1	442.3±31.37	38.8	140	700	560	5.0	0.166	-1.340

L_2	13.7±099	39.6	4	26	22	6.5	0.458	-0.056
D	1.7±0.04	14.0	1.1	2.1	1	1.9	-1.028	1.105
$L-(L_1+L_2)$	37.3							
L_1/K_1	55.3							
(L_2/L) %	2.78							
II. Числовые, шт.								
K_1	8.0±0.29	19.5	5	12	7	2.4	0.636	0.670
K_2	54.0±3.79	38.4	10	96	86	9.6	0.249	-0.372
K_3	0.6±0.11	110.5	0	2	2	-	0.635	-0.453

Примечание. Здесь и далее признаки: L – длина генеративного побега, L_1 – стебля, L_2 – стрелки соцветия (кистеножки), $L-(L_1+L_2)$ – головковидного соцветия, L_1/K_1 – междоузлия; D – толщина стебля; K_1 - число междоузлий, K_2 - цветков в соцветии, K_3 – бутонизирующих соцветий; (L_2/L) % - доля (%) длины соцветия в длине генеративного побега.

Средние показатели длины генеративного побега в целом (L) и его составляющего - стебля (L_1), включая их коэффициенты вариации, имеют сравнительно сходные величины. Однако, для среднего показателя длины стрелки соцветия или кистеножки (L_2), которая составляет 2.8 % доли длины генеративного побега (L_2/L), характерно, незначительное, в (39.6:35.5) = 1.12 раза превышение коэффициента вариации над показателем вариабельности самого генеративного побега (рис. 1). Для последнего признака отмечен максимальный показатель относительной изменчивости, при незначительном размахе крайних вариантов. Толщина стебля (D), которая, вместе с её длиной, является признаком мощности роста, имеет

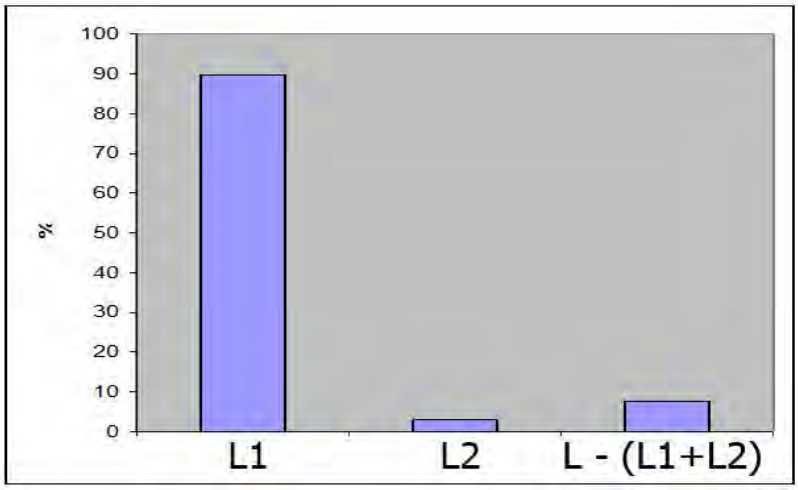

Рис. 1. Структура генеративного побега (%) объединённой выборки клевера среднего.
Fig. 1. Structure of generative escape (%) of the joint selection of *T. medium*.

минимальные значения абсолютной и относительной изменчивости. При этом показатель средней длины междоузлия (L_1/K_1) в 1.48 раза превышает длину головковидного соцветия ($L-(L_1+L_2)$). Среднее число узлов или междоузлий на стебле (K_1) является относительно стабильным признаком и для него присущ сравнительно низкий показатель коэффициента вариации, который, по шкале, предложенной С.А. Мамаевым (1969), относится к среднему уровню. Как утверждает последний автор, уровень изменчивости связан со способом измерения признака и «специфически высокой вариабельностью отличаются признаки, определяющие число органов…». Лимиты и размах вариации являются простыми характеристиками варьирования признака и для числа цветков в первом верхушечном соцветии (K_2) данного вегетативно подвижного многолетника они имеют максимальные показатели. Хотя этот признак и относится к генеративной сфере, он оказался сравнительно пластичным. При этом коэффициент вариации его в 2 раза превышает таковой числа междоузлий. Число бутонизирующих соцветий (K_3) в пределах генеративного побега в фазе начала цветения первой верхушечной головки не всегда сформированы; показатели

Таблица 3. Сравнительная характеристика средних значений морфологических признаков генеративного побега выборок *T. medium* при интродукции в условиях Горного Дагестана (n = 10) (df $=n_1 + n_2 -2=18$). **Table 3.** The comparative characteristic of average values of morphological features of generative escape of selections of клевера среднего at an introduction in the conditions of gorny of Dagestan (n = 10) (df $=n_1 + n_2 - 2=18$).

Признаки	Выборки						t-критерий между			r_{xy} между $\bar{X}$ и Cv,%
	I		II		III					
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv,%	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv,%	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv,%	I и II	I и III	II и III	
L	655.2±37.69	18.2	493.9±49.45	31.7	330.8±12.21	11. 7	2.594*	8.180***	3.202**	0.322
L_1	571.4±52.05	28.8	457.9±49.12	33.9	297.6±13.58	14.4	-	5.090***	3.185**	0.778
L_2	14.2±1.54	34.3	12.1±1.59	41.5	14.7±2.03	43.6	-	-	-	-0.124
D	1.7±0.04	7.2	1.8±0.04	7.7	1.5±0.10	21.1	-	-	2.778*	-0.932
$L-(L_1+L_2)$	69.6		23.9		18.5					
L_1/K_1	68.0		55.2		40.2					
(L_2/L) %	2.2		2.5		4.4					
K_1	8.4±0.31	11.5	8.3±0.56	21.3	7.4±0.56	24.0	-	-	-	-0.732
K_2	53.7±5.20	30.6	57.7±5.16	28.3	50.5±9.06	56.7	-	-	-	-0.870
K_3	0.5±0.17	105.4	0.4±0.16	129.1	0.8±0.25	98.6	-	-	-	-0.831

Примечание. t – критерий Стьюдента. Прочерк означает отсутствие достоверного различия. df – число степеней свободы.
*- $P < 0.05$; ** - $P < 0.01$; *** - $P < 0.001$.

коэффициентов вариации для сильно асимметричного ряда распределения бутонизирующих соцветий иногда превышают более 100 %. Показатели асимметрии и эксцесса находятся в пределах нормального распределения, поскольку величина «отрицательного эксцесса не может быть меньше, чем – 2, положительного – по своей величине теоретически не ограничен» (Зайцев, 1973).

При сравнении морфологических признаков генеративного побега разновысотных выборок по происхождению клевера среднего в условиях интродукции в Цудахарской экспериментальной базе выяснилось, что у длины генеративного побега в целом (L), стебля (L_1), первого головковидного соцветия (L-(L_1+ L_2), междоузлия (L_1/K_1) и числа междоузлий (K_1) максимальные средние показатели характерны для выборки I, семена которой были собраны с Гимринского хребта (1350 м высоты над ур. м.) (табл. 3). Отмечена тенденция уменьшения величин этих признаков по направлению от предгорной (I) к высокогорной (III) выборке. При этом все варианты сравнения средних значений длины генеративного побега в целом (L) и стебля (L_1), особенно у крайних

(I и III) выборок существенно различаются по t-критерию Стьюдента. Однако наибольшие значения коэффициентов вариации средних значений длины генеративного побега и стебля наблюдаются у растений, семена которых были собраны во Внутреннегорном Дагестане (II выборка) при минимальных показателях таковых у высокогорной выборки (III). Кроме того, наименьший показатель средней величины длины стрелки соцветия (L_2) отмечен для растений выборки II, при максимуме у (III) выборки, которая представляет высокогорную популяцию. Средние показатели разновысотных выборок по длине стрелки соцветия (L_2) достоверно не различаются по t-критерию Стьюдента. Для средних значений длины генеративного побега в целом (L) и стебля (L_1) у выборки с высокогорья отмечены минимальные, а для средних величин длины стрелки соцветия (L_2) и толщины у основания стебля (D) – максимальные значения коэффициента вариации. Подобная же тенденция средних значений и показателей изменчивости отмечена и для толщины у основания стебля (D), а также для числа цветков в первом верхушечном соцветии (K_2) и отличается только тем, что для выборки II присущи не минимальные, а максимальные величины средней. Между средними показателями морфологических признаков генеративного побега и показателями коэффициента вариации отмечены значительно высокие величины корреляционной связи (табл. 4). При этом между средними

Таблица 4. Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) морфологических признаков генеративного побега клевера среднего в условиях интродукции (df =n -2). **Table 4.** The comparative characteristic of correlation communications (r_{xy}) of morphological features of generative escape of *T. medium* in the conditions of an introduction (df =n-2)

Выборки	r_{xy} между признаками							
	L и L_2	L_1 и L_2	L_2 и K_2	L и K_3	L и D	K_1 и K_2	K_1 и L_1	D и K_2
I	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-
∑	-	-	-	-	-	-0.401*	-	-

Примечание. Прочерк означает отсутствие существенной связи. df – число степеней свободы.
* - P < 0.05; ** - P < 0.01; *** - P < 0.001.

величинами и их показателями изменчивости для длины стебля (L_1) отмечены довольно высокое значение положительной, а для толщины у основании стебля (D) и трёх числовых признаков – числа междоузлий (K_1), цветков в первом верхушечном соцветии (K_2) и бутонизирующих соцветий (K_3) – отрицательной корреляционной связи. Такие же результаты нами были недавно получены для весовых признаков однолетнего интродуцента – чернушки посевной. Подобные зависимости параметров изменчивости от размера и морфологической природы элементов организма с выделением трёх групп фактов известны

сравнительно недавно (Магомедмирзаев, 1990): 1. Показатели изменчивости размерных признаков от их величины и конструкции, показывают прямую зависимость дисперсии от среднего значения признака и отрицательная связь коэффициента вариации с размером (Яблоков, 1966; Куршакова, 1967; Смирнов, 1971; Егоров, 1969).

На двух видах первоцвета (*Primula macrocalyx* Bge. и *P. ruprechtii* Kusn.) было установлено, что длинный и короткий столбик пестика цветка сами по себе имеют относительно постоянные величины коэффициента вариации при колеблющихся средних значениях (Магомедмирзаев, Хабибов, 1973). Однако при сравнении между собой коротко-и длинностолбчатых форм обоих видов выявлена другая закономерность: короткий столбик всегда имеет большую величину коэффициента вариации, чем длинный. М. Сулé (1984) провел подробный анализ обратной зависимости $\overline{X}$ и Cv,% названный им эффектом Яблокова-Ланде. При этом М. Сулé (1984)) отмечает, что «относительная величина случайного компонента вариансы признаков возрастает по мере уменьшения числа самих компонентов; отсюда вытекает обратная зависимость между размерами (числом частей) и Cv,%».

2. Специфичность количественных признаков по пределам колебаний коэффициента вариации (Cv,%). Изменчивость признакоспецифична, но не видоспецифична (Мамаев, 1969). Она тесно связана с предыдущими правилами связи $\overline{X}$ и Cv,% и выражается в том, что признак имеет тенденцию сохранять своё определённое место в «потоке изменчивости», объединяющем множество разных элементов с отрицательной связью средних размеров и коэффициентов их изменчивости (Яблоков, 1966). Обычно очень низкие (до 7) и низкие (7-15%) Cv,% характерны для признаков генеративной сферы, связанных с действием стабилизирующего отбора (Берг, 1959).

3. Зависимость величины коэффициента корреляции (r_{xy}) признаков от их абсолютных размеров и степени изменчивости (Берг, 1959, 1964). Количественный признак, отличающийся низкими величинами r_{xy} с другими признаками и одновременно имеющий низкий Cv,% формируется при жёстком генотипическом контроле его развития (Берг, 1964).

Доля (%) длины стрелки первого верхушечного головковидного соцветия в пределах генеративного побега (L_2/L) возрастает по направлению от первой к третьей выборке, хотя сама длина генеративного побега, наоборот, уменьшается в том же направлении (рис. 2, А).

A **B**

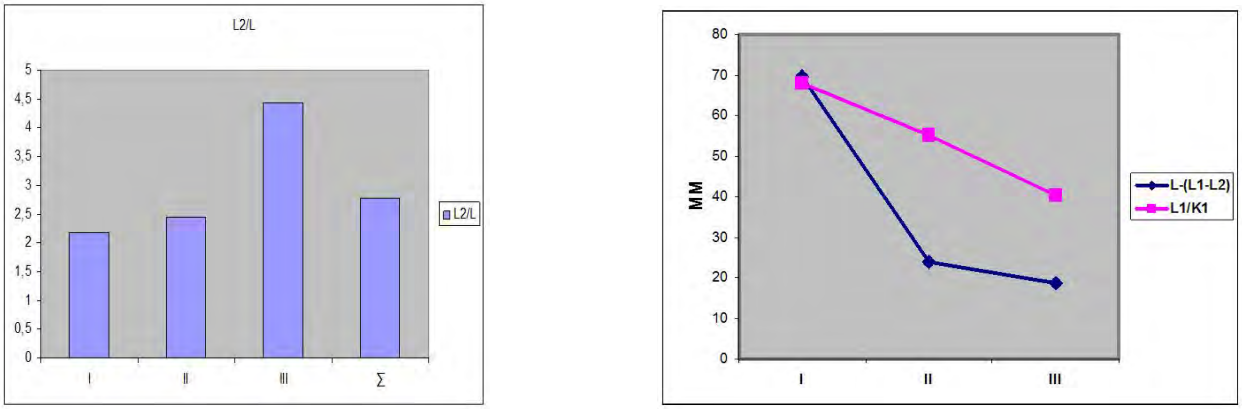

Рис. 2. Доля длины (%) стрелки первого верхушечного головковидного соцветия в генеративном побеге (**A**) и длина первого верхушечного головковидного соцветия L-(L_1-L_2) и междоузлия (L_1/K_1) (**B**). **Fig. 2.** Share of length (%) of an arrow of the first top inflorescence in generative escape (**A**) and length of the first top inflorescence of L-(L_1-L_2) and interstice (L_1/K_1) (**B**).

При этом превышение компонента длины стрелки соцветия растения из третьей популяции над соответствующей первой выборкой составляет в два и более раза (2.05), при незначительной разнице составляющих первых двух выборок. Относительно сходные результаты получены и по длине первого верхушечного головковидного соцветия (L-(L_1-L_2)), где, при сравнительно близких значениях последних двух выборок (II и III), данный

показатель первой выборки резко поднимается вверх и в 2.91 и 3.76 раза превосходит их, соответственно (рис. 2, В). При этом у длины междоузлия (L_1/K_1), в отличие от предыдущего признака, между сравниваемыми выборками не отмечено резких скачков, а наблюдается постепенный и равномерный переход.

Между морфологическими признаками генеративного побега всех трёх выборок не наблюдаются существенные значения корреляционной связи. Это связано, с объёмом, поскольку для небольшого числа степеней свободы (df =8) табличные значительно высоки: 0.69; 0.81 и 0.89, соответственно.

В результате однофакторного дисперсионного анализа выяснилось, что интродукционные популяции, которые были получены путём посева разновысотных образцов семян, существенно, на разных уровнях значимости влияют на изменчивость только трёх размерных признаков (табл. 5). Влияние разнообразия выборок на изменчивость

Таблица 5. Результаты однофакторного дисперсионного и регрессионного анализов морфологических признаков клевера среднего **Table 5.** Results of the one-factorial dispersive and regression analysis of morphological features of *T. medium.*

Признаки	Анализы								r^2 от h^2 в %
	Дисперсионный				Регрессионный				
	SS	mS	F(2)	h^2,%	mS	F(1)	r_{xy}	r^2,%	
I. Размерные									
L	526182.2	263091.1	19.659***	59.3	525268.9	40.601***	-0.769	59.2	99.8
L_1	378482.6	189241.3	10.699***	44.2	371439.8	21.461***	-0.661	43.6	98.6
L_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	0.37066	0.18533	4.000*	22.9	-	-	-	-	-
II. Числовые									
K_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках (df) указано число степеней свободы. h^2 - сила влияния фактора, в процентах, %. ,%. r^2 – коэффициент детерминации, %. r_{xy} - коэффициент корреляции между фактором и признаком. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора или достоверной связи. * - $P < 0.05$; ** - $P < 0.01$; *** - $P < 0.001$.

остальных ростовых и числовых признаков несущественное и оно носит случайный характер. Учтённый фактор на вариабельность длины генеративного побега и стебля влияет существенно, на самом высоком уровне (99.9%) достоверности. Разнообразие образцов также существенно, на 95.0%-ном уровне, влияет на изменчивость и другого признака мощности роста – толщины у основания стебля. Результаты регрессионного анализа показали, что при интродукции в условиях 1100 м высоты над ур. м. разновысотного материала почти вся изменчивость длины стебля и генеративного побега в целом определяет высотный градиент, равный 2100-1350 = 750 м. При этом между высотным градиентом и длиной стебля и генеративного побега отмечены существенные значения отрицательной корреляционной связи.

При сравнительном испытании в одних и тех же условиях Цудахарской экспериментальной базы интродуценты, полученные из семян с высокогорья, сохраняют те же особенности, что и сами растения с альпийского пояса. Семенной материал несёт с собой наследственные задатки с последнего местообитания, и в силу этого, растения с высокогорья оказываются низкорослыми и в природе и в условиях интродукции. На вариабельность длины стрелки соцветия и числовых признаков преимущественно генеративной сферы этого вида влияние высотного градиента не существенное, а случайное (табл. 5).

Заключение

При интродукции разновысотного семенного материала клевера среднего в условиях Горного Дагестана проведён сравнительный анализ структуры изменчивости морфологических признаков генеративного побега. Условия базы для этого объекта являются новыми, нетипичными, поскольку в естественных условиях Дагестана на подобных высотных уровнях клевер средний не встречается. Для ростовых признаков вегетативной сферы – длины стебля и генеративного побега в целом при интродукции выявлены чёткие тенденции - уменьшение их средних показателей, а также длины соцветия и междоузлия по направлению от предгорий к высокогорьям и существенные различия по t-критерию Стьюдента, при отсутствии таковых для признаков преимущественно генеративной сферы. Однако, для признака генеративной сферы – доли (%) длины стрелки соцветия отмечена иная тенденция – увеличение средних величин его в том же направлении. Между средними показателями и их коэффициентами вариации для длины стебля отмечены положительные, а для всех трёх числовых признаков и толщины у основания стебля – отрицательные значения корреляционной связи. Выявлена роль высотного градиента (Δ=750 м) в вариабельности рассматриваемых морфологических признаков. В условиях интродукции выборки клевера среднего в Горном Дагестане сохраняют те же особенности, которые были присущи природным популяциям. Размерные признаки вегетативной сферы – длина стебля и генеративного побега в целом являются сравнительно пластичными и для них отмечены относительно высокие показатели вариабельности. Между высотным градиентом и ростовыми признаками, отмечены существенные значения отрицательной корреляционной связи и с увеличением высотного уровня пункта сбора семян растения становятся низкорослыми. При этом доля (%) длины стрелки соцветия или кистеножки с возрастанием высотного уровня, наоборот, увеличивается. Стабильные признаки генеративной сферы - число цветков в соцветии и длина стрелки соцветия отличаются низкими величинами коэффициента корреляции (r_{xy}) и одновременно имеют низкий коэффициент вариации, при жёстком генотипическом контроле его развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берг Р.Л. 1959. Экологическая интерпретация корреляционных плеяд // Вестник ЛГУ. Биология. №9. С. 142-152.

Берг Р.Л. 1964. Корреляционные плеяды и стабилизирующий отбор //Применение математических методов в биологии. Л.: Изд-во ЛГУ. Вып. 3. С. 23-60.

Гроссгейм А.А. 1952. Флора Северного Кавказа. Т. 5. М.-Л.: Наука. С. 177-221.

Егоров Ю.Е. 1969. Диапазон изменчивости и его связь с абсолютной величиной признака и формообразовательными процессами// Журн. общей биологии. Т. 30. № 6. С. 658-662.

Живан В. П. 1948. Средний клевер (*Trifolium medium* L.) // Докл. ВАСХНИЛ. №1. С. 22-29.

Животовский Л.А. 1984. Интеграция полигенных систем в популяциях. М.: Наука. 183 с.

Зайцев Г.Н. 1973. Методика биометрических расчётов. М.: Наука. 256 с.

Куршакова Ю.С. 1967. К вопросу о классификации измерительных количественных признаков // Журн. общ. биологии. Т. 28. № 3. С. 306-314.

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.

Магомедмирзаев М.М. 1990. Введение в количественную морфогенетику М.: Наука. 230 с.

Магомедмирзаев М.М., Хабибов А.Д. 1973. О генетическом диморфизме в природных популяциях первоцвета // Журн. общей биологии Т. 34. № 4. С. 483-487.

Мамаев С.А. 1969. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. Свердловск. С. 3-38.

Муратчаева П. М., Хабибов А. Д., Онищенко О. А. 1990. Структура продуктивности дикорастущего *Trifolium medium* L. в Горном Дагестане // Растительные ресурсы. № 4. С. 466 - 470.

Мусаев А.М. 2002. Создание банка гермоплазмы как способ сохранения генофонда дикорастущих кормовых бобовых трав из горных экосистем //Горные регионы России: стратегия устойчивого развития в XXI веке - Повестка дня 21. Махачкала. С. 223-225.

Плохинский Н.А. 1970. Биометрия. Изд-во МГУ. 364 с.

Семериков Л.Ф. 1981. Популяционная структура дуба черешчатого (*Guercus robur* L.) на юго-восточной границе ареала // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 68. № 6. С. 73-82.

Смирнов В.С. 1971. Изменчивость биологических явлений и коэффициент вариации // Журн. общей биол. Т. 32. № 2. С. 152-162.

Сулé М. 1984. Аллометрическая изменчивость – теория и следствие // Журн. общей биол. Т. 45, № 1. С. 16-27.

Яблоков А.В. 1966. Изменчивость млекопитающих. М.: Наука. 364 с.

Hallé F., Oldeman R.A.A., Tomlinson P.B. 1978. Tropical trees and forests: An architectural analysis. B.: Springer, 441 p.

Harper J.L. 1977. Population biology of plants. L. Acad. press, 892 p.

Ludwig J.A., Cornelius J.M. 1978. Locating Discontinuities Alond Ecological Gradientes // Ecology. Vol. 68. №2 P. 448-450.

ASSESSMENT OF STRUCTURE OF VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF TRIFOLIUM MEDIUM L. AT THE INTRODUCTION IN THE CONDITIONS OF INNER-MOUNTAINOUS DAGESTAN

© 2016. U.H. Khumaeva*, A.D. Khabibov*, P.M.-S. Muratchaeva**

** Russian Academy of Sciences Mountainious Botanical Garden, Dagestan scientific center RAS*
*** Prekaspiyskiy institute of biological resources of Dagestan scientific center RAS*
Russia, 367025 Makhachkala, M. Gadzhieva st., 45. E-mail: gakvari05@mail.ru, pibrdncran@iwt.ru

In the conditions of an introduction in Inner-Mountainous Dagestan (1100 m of height above sea-level) the structure of variability morphological (dimensional and numerical) signs of generative escape of a clover of an average - *Trifolium medium* L. seeds were collected on a high-rise factor. The assessment of variability of morphological features of the vegetative and generative sphere is given.

Key words: clover average, morphological features, generative escape, stalk, inflorescences, correlation, dispersive and regression analyses.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 87-92.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.58

О РАЗМЕЩЕНИИ ИСКУССТВЕННОГО РИФА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

© 2016 г. Ф.Ш. Амаева, М.М. Алигаджиев, А.А. Абдурахманова

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367000, Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45. E-mail; a_frana@mail.ru

Поступила 10.02.2015 г.

Многолетние исследования донных биоценозов и сообществ обрастания западного прибрежья Среднего Каспия показали, что в южной части исследуемого района количественные параметры и видовое разнообразие на порядок выше, чем в северной. Учитывая тот факт, что одним из основных лимитирующих условий для их развития является отсутствие подходящих субстратов, для решения этой проблемы рекомендуется размещение искусственных рифов. Освоение гидробионтами дополнительных субстратов, размещенных в акватории, приводит к увеличению видового разнообразия и биомассы в богатой биогенными веществами, микроорганизмами и личинками обрастателей в зоне искусственного рифа.

Происходящие за последние десятилетия экологические изменения на Каспии в связи с поднятием уровня моря и антропогенным воздействием – с одной стороны, и влиянием вселенца гребневика – с другой, повлекли за собой резкое снижение кормовой базы промысловых рыб, и для нормального функционирования отдельных звеньев морской экосистемы требуется вмешательство человека. В работе анализируются возможности использования искусственного рифа как одного из способов управления гидробиологическим режимом береговой акватории Каспийского моря.

Ключевые слова: искусственные рифы, обрастания, биоценоз, кормовая база, прибрежье, Каспийское море.

Повышение продуктивности прибрежных сообществ одна из актуальных задач современной гидробиологической науки. Создать благоприятные условия для формирования и развития биоценозов обрастаний и, как следствие, для укрепления кормовой базы этого района прибрежья позволит создание искусственных рифов (ИР). Искусственные рифы экологически и поведенчески контрастные с естественным фоном неподвижные или дрейфующие конструкции (Пупышев, 1988). Это подводные конструкции, специально созданные человеком с целью повышения биологической емкости среды и, следовательно, ее продуктивности. Кроме увеличения кормовой базы ценных пород рыб, размещение ИР способствует самоочищению морской воды, так как подавляющая часть обрастателей представлена фильтраторами, способными утилизировать загрязнители, выполняя роль естественного биофильтра.

В Каспийском море имеется предварительный опыт размещения небольших рифовых модулей в Северном Каспии в порядке научного эксперимента по изучению их влияния на кормовую продуктивность морских акваторий и поведение рыб (Беляева и др., 1990) и на биодеградацию нефти (Ушивцев и др., 2008, Ушивцев, 2009; Ахмедова, и др., 2011).

В соответствии с существующими представлениями практическая реализация проекта размещения ИР в прибрежной зоне моря может иметь не только положительные, но и отрицательные последствия. Поэтому оптимизацию размеров ИР следует проводить в несколько этапов, каждый из которых сопровождая дополнительными исследованиями, направленными на выявление изменений гидробиологических условий в районе ИР. Для получения положительного результата важно учитывать материалы и конструктивные особенности, способы установки и эксплуатации, экономические, биологические,

экологические и другие аспекты этой проблемы. Опыт, накопленный в России и зарубежных странах, показывает, что за 3-4 года после установки ИР в районе их размещения, происходит повышение альгомассы в десятки раз, биомассы беспозвоночных на 2 порядка, ихтиомассы – на порядок. Окупаемость затрат (в зависимости от конструкции рифа) происходит в течение 7-30 лет. Целесообразным представляется проектирование ИР по естественному рифу с учетом помимо чисто технического подобия (форма, размеры и т.д.), экологического подобия, т.е. взаимоотношений в естественных биотопах.

Материал и методика

В работе использован гидробиологический материал, собранный в прибрежной акватории дагестанского района Каспийского моря в 2006-2013 гг. Для изучения фауны обрастаний были проведены сравнительные исследования в различных районах дагестанского прибрежья Каспийского моря. Пробы бентоса отбирали дночерпателем Петерсена (0.025 м). Материал фиксировали 4% формалином, лабораторную обработку проводили по стандартным методикам (Жадин, 1960; Инструкция.., 1977; Современная типовая методика…, 2002).

Результаты и обсуждение

В береговой акватории Каспийского моря существует 2 массовых вида зоомакробентоса, способные формировать долговременные сообщества обрастания – *Balanus improvisus* Darvin и *Mytilaster lineatus* Gmelin. Другие сессильные формы (усоногие раки *Balanus eburneus* Gould., моллюски *Dreissena polymorpha distincta* Pallas*,* полихеты *Mercierella enigmatica* Fauvel, гидрозои *Cordilophora caspia* Pallas и мшанки *Conopeum seurati* Canu) встречались в единичных экземплярах.

В исследованных сообществах подвижные формы составляли 77% в биоценозх обрастаний и были представлены, в основном, ракообразными. Для бокоплавов (*Amphipoda)* отмечено 11 видов семейств *Gammaridae* и *Corophiidae*. Остальные – это остракоды *Cyprideis litoralis* Brady, кумовые раки *Pterocuma pectinata* Sowinsky и *Stenocuma gracilis* G.O. Sars, креветки *Palaemon elegans* Rathke и *Palaemon adspersus* Rathke, а также краб *Rhithropanopeus harrisii* Gould. Из червей наиболее распространенными были полихеты *Nereis diversicolor* O.F. Muller, в меньшей степени – нематоды (*Enoploides fluviatilis* Micoletzky), олигохеты (*Stylodrilus parvus* Hrabe et Cernosvitov) и пиявки (*Archaeobdella esmonti* Grimm.). И, наконец, к биоценозам обрастаний были приурочены еще 2 вида моллюсков - *Theodoxus pallasi* Ldt и *Cerastoderma lamarcki* Reeve, которые играли второстепенную роль в сообществе.

В определенных условиях подвижные формы в обрастании могут играть значительную роль не только в видовом, но и в количественном отношении. Подвижные раки (*Gammaridae*, *Corophiidae, Decapoda, Cumacea* и др.) встречаются в обрастаниях, но, как правило, в небольшом количестве. В прибрежных обрастаниях по данным биомасс среди подвижных форм доминировали декаподы (до 115 г/м^2) и гаммариды (до 57.9 г/м^2), а корофииды и многощетинковые черви нереиды в значительной мере занимали подчиненное положение (соответственно, 16.5 г/м^2 и 15 г/м^2).

В олигомиксном сообществе между видами обрастателей существует большое число топических и трофических связей. В разных биотопах преобладали различные виды и группы. Кроме конкуренции между видами большое значение имеет хищничество, в результате которого может существенно меняться состав обрастания, а нередко и процесс сукцессии. Первые поселенцы ограничивают или исключают развитие других видов. В формировании обрастаний отмечались случаи как привлечения, так и подавления оседания последующих обрастателей первыми. Известно также, что многие организмы-обрастатели на начальных этапах привлекают личинок своего вида, но по мере роста препятствуют их массовому оседанию (Connell, 1983; Young et al, 1998; Кулаковский, Сухотин, 1988; Sukhotin, Kulakowski, 1992; Osman, Whitlatch, 1995; Халаман, Комедиантов, 2007; Халаман и др. 2008).

Различия в оптимальных условиях, интенсивности размножения и продолжительности нахождения личинок в планктоне способствуют снижению конкуренции 2-х основных видов каспийских обрастателей (*B. improvisus* и *M. lineatus)* уже на стадии пелагического развития. В исследованных сообществах обрастания на начальных этапах для митилястеров и балянусов также была отмечена более высокая внутривидовая конкуренция, чем межвидовая, что говорит об устойчивости сообщества и его экологической пластичности. В формирующемся сообществе обрастания организмы различных таксономических групп адаптируются, минимизируя конкуренцию за пищу, а прикрепленные формы (митилястеры и балянусы) – за субстрат. Макрофиты развивались немного выше или ниже на не занятой гидробионтами поверхности. В биоценозах обрастаний *B. improvisus* и *M. lineatus* оседали на участках, лишенных макрофитов, на нижней стороне камней в придонном слое, в расщелинах или вдоль линии уреза воды (рис.).

Рис. Примеры пространственного распределения обрастаний на камнях в дагестанской части береговой акватории Каспийского моря. **Fig.** Examples of the spatial distribution of biofouling on stones in the Dagestan coastal aquatic area of the Caspian sea.

Анализ функционирования основных пищевых группировок, характерных для каспийских прибрежных сообществ обрастания, показывает, что, по-видимому, в новом сообществе в пределах ИР не будет значимой пищевой конкуренции. Основные группы организмов, потребляя пищевые вещества из разных придонных слоев воды и разных слоев грунта, создают ярусность и снижают конкурентную напряженность.

В большинстве исследованных биоценозов по биомассе преобладали моллюски. Особенно эта тенденция прослеживалась в южных районах (прибрежья городов Избербаша и Дербента), где биомасса моллюсков составляла больше половины от общей биомассы обрастателей. В прибрежном районе г. Дербента в обрастаниях каменных гряд средняя плотность поселения и биомасса моллюсков, сформированная в основном за счет *M. lineatus,* составляли, соответственно, 2620 экз./м^2 и 328.28 г/м^2, при этом общая биомасса обрастателей равнялась 506.4 г/м^2.

Известно, что видовой состав донных организмов зависит, в том числе, и от качества грунта. Дагестанская прибрежная акватория Каспийского моря условно подразделяется на 2 участка – северный и южный. Северный участок, расположенный между о. Чечень и Махачкалой, характеризуется пологим уклоном дна и постепенным возрастанием глубин. Грунты здесь преимущественно илистые и илисто-песчаные. Такие грунты относятся к категории мягких и имеют высокую степень подвижности, особенно во время штормового волнения, что не позволяет развиваться донным сообществам. Южный участок,

расположенный между Махачкалой и р. Самур, характеризуется крутым склоном дна. Грунты здесь, ракушечные с небольшой примесью ила и песка. В зоне же прибоя преобладают песчаные грунты и местами встречаются скальные обнажения.

Донные сообщества *B. improvisus* и *M. lineatus* в дагестанской части Каспия приурочены к жестким грунтам прибрежных скал, камней, гравия и глубоководных ракушечников. В северной части этого района они встречаются редко и не образуют здесь высокую биомассу. Здесь на песках с илом и чистых илах с большим количеством органического детрита представлены сообщества *Abra ovata* Phil., *C. lamarcki* и *N diversicolor.* Общая биомасса бентоса менялась по ареалу, испытывая колебания в сезоне и по годам в довольно широких пределах (от 20 до 87 г/м^2). Руководящий вид *A. ovata* по биомассе составлял около 80% от общей биомассы. Биомасса характерных видов первого (*Nereis* и *Cardiidae*) и второго порядков (*Oligochaeta*) была значительно меньше и составляла соответственно, 16.5 и 3.6%.

В южной части дагестанского прибрежья средняя биомасса бентоса была на порядок выше и составляла на разрезах г. Избербаш, г. Дербент и р. Самур, соответственно, 84,59 г/м^2, 524.36 г/м^2 и 185.4 г/м^2. Создание искусственного сооружения в северной части дагестанского прибрежья Каспия приведет к формированию нового многоярусного сообщества, в котором получат развитие различные жизненные формы, приуроченные в естественной среде как к твердым, так и мягким грунтам. Помимо ценного в кормовом отношении обитателя илистых грунтов моллюска *A. ovata*, на искусственных субстратах получат развитие ценные кормовые объекты: полихета *N diversicolor*, креветки *P. elegans* и *P. adspersus*, крабики *Rh. harrisii*, рачки отрядов *Cumacea* и *Amphipoda* (семейств *Gammaridae Corophiidae*). Взрослые формы *B. improvisus* не входят в рацион бентосоядных рыб, личинки балянуса активно потребляют молодь сельдей и входят в рацион кильки. Поэтому, массовое развитие оседающих на рифах балянусов также благоприятно отразится на обеспеченности кормом планктоноядных рыб. В становлении нового сообщества немаловажная роль будет принадлежать также макрофитам. Макрофиты дают вспышку численности и биомассы сообщества ИР, становятся дополнительным источником кислорода, пищи для растительноядных животных, субстратом для откладывания икры рыбами, а также убежищем для их молоди. Кроме того, они способны поглощать и аккумулировать значительное количество биогенных веществ и осуществлять детоксикацию нефтяных углеводородов.

Обрастание, как экотонное сообщество, включающее планктонные и бентосные организмы, является одной из наиболее перспективных групп гидробионтов, так как способно адаптироваться к изменениям экологических факторов среды. Размещение ИР в северной части дагестанской акватории Каспийского моря значительно улучшит экологическую ситуацию, так как восполнит дефицит твердых субстратов, на которых получат развитие сообщества обрастания, характеризующиеся высоким видовым разнообразием, а также численностью и биомассой гидробионтов. Это приведет к повышению кормовой обеспеченности промысловых пород рыб и, как следствие, биологической продуктивности моря, а также к активизации процессов самоочищения морской среды.

Заключение

Повышение продуктивности прибрежных сообществ, путем создания благоприятных экологических условий для гидробионтов, особенно актуально для изначально бедных экосистем акватории Среднего Каспия. Многолетние исследования донных биоценозов и сообществ обрастания западного прибрежья Среднего Каспия показали, что в южной части исследуемого района количественные показатели и видовое разнообразие на порядок выше, чем в северной. В формировании биомассы донных беспозвоночных основная роль принадлежит приуроченным к жестким грунтам и обрастаниям прибрежных камней

моллюскам. В северных районах дагестанского прибрежья Каспия одним из основных лимитирующих условий для их развития является отсутствие подходящих субстратов, здесь решить эту проблему можно при помощи размещения искусственных рифов. Освоение гидробионтами дополнительных субстратов приведет к увеличению видового разнообразия, созданию экологической устойчивости нового сообщества. Биотоп в зоне искусственного рифа, богатый биогенными веществами, микроорганизмами и личинками обрастателей, будет привлекать подвижные формы, давая вспышку их биомассы. Создание искусственного сооружения в северной части дагестанского прибрежья Каспия приведет к формированию нового сообщества, которое повысит кормовой потенциал акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахмедова Г.А., Ушивцев В.Б, Монахова Г.А., Галактионова М.Л. 2011. Формирование донной фауны в Северном и Среднем Каспии в районе установки искусственных рифовых модулей // Известия ДГПУ. №3. С. 47-51.

Беляева В.Н., Боровиков И.В., Инжеватов А.В., Колмыков Е.В., Степанова Т.Г. 1990. Опыт создания искусственных рифов в прибрежных акваториях Каспийского моря // Сб. науч. трудов ВНИРО «Искусственные рифы для рыбного хозяйства». М. С. 235.

Жадин В.И. 1960.Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа. 189 с.

Инструкция по сбору и обработке планктона. 1977. М.: ВНИРО. 72 с.

Кулаковский Э.Е., Сухотин А.А. 1988. Развитие поселений мидий на Белом море // Рыбное хозяйство. № 9. С. 46-47.

Пупышев В.А. 1988. Искусственные рифы // Рыбное хоз-во. М., № 6. С. 68-69.

Современная типовая методика биологических исследований водных экосистем. 2002. Махачкала. 133 с.

Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Галактионова М.Л., Курапов А.А., Монахов С.К. 2008. Экологические и экономические предпосылки к созданию на акватории Северного Каспия искусственных рифовых зон //Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. №5. С.78-83.

Ушивцев В.В. 2009. Особенности развития локальных биоценозов и ихтиофауна на искусственных рифах Северного Каспия // Мат-лы Международной отраслевой студенческой научно-технической конференции (Владивосток, 14-17 сентября 2009 г.). Владивосток: Дальрыбвту, Ч. 1. С. 104-108.

Халаман В.В., Беляева Д.В., Флячинская Л.П. 2008. Влияние экскреторно-секреторных продуктов некоторых животных - обрастателей на оседание и метаморфоз личинок *Styela rustica (Ascidiae)* // Биол. моря. Т. 34. №3. С. 200-204.

Халаман В.В., Комендантов А.Ю. 2007.Взаимное влияние видов-обрастателей *Mytilus edulis, Styela rustica* и *Hiatella arctica* из Белого моря на их выживаемость и скорость роста // Биол. моря. Т. 33. №3. С. 176-181.

Connell J.H. 1983. On the prevalence and relative importance of inter-specific competition: evidence from field experiments // Amer. Nat. Vol. 122, no. 5. P. 661–696.

Osrnan R.W., Whltlatch R.B. 1995. The influence of resident adults on larval settlement: experiments with four species of ascidians // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1995. Vol. 190. P. 199–220.

Sukhotin A. A., Kulakowski E.E. 1992. Growth and population dynamics in the mussels (*Mytilus edulis* L.) cultured in the White Sea // Aquaculture. Vol. 101. P. 59-73,

Young E.F., Bigg G.R., Grant A., Walker P., Brown J. 1998. A modelling study of environmental influences on bivalve settlement in the Walsh, England // Mar. Ecol. Progr. Ser. Vol. 172. P. 197–214.

ABOUT THE QUESTION OF PLACEMENT OF AN ARTIFICIAL REEF IN THE CASPIAN SEA

© 2016. F Sh. Amaeva, M.M. Aligadzhiev, A.A. Abdurakhmanova

Precaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan scientific center RAS
367000, Makhachkala, M. Gadzhieva str., 45. e-mail: a_frana@mail.ru

Our long-term study of benthic biocenoses and fouling communities of the western coast of the Middle Caspian sea showed that in its southern part quantitative indexes and species diversity is much higher than in the northern one. One of the main limiting conditions for their development is the absence of suitable substrates, and here it is possible to solve this problem by placement of artificial reefs. Development of aquatic invertebrates on the additional substrates will lead to increased species diversity and biomass in rich in nutrients, microorganisms and larvae of fouling organisms area of the artificial reef. Thus, the creation of artificial structures in the northern Dagestan coastal part of the Caspian sea will lead to the formation of a new community, which will enhance forage potential of the area.

Taking place over the last decades ecological changes in the Caspian sea due to the raising of sea level and anthropogenous influence – on the one hand, and the influence of the invader ctenophore – on the other, led to a sharp decrease in food supply of fishes, and normal functioning of specific parts of the marine ecosystem requires human intervention. The article analyzes the possibility of using artificial reefs as a way of management of hydrobiological regime of the Caspian coastal waters.

Keywords: artificial reefs, biofouling, biocenosis, coastal zone, the Caspian Sea.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №1 (66), с. 93-105

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 911.7

СИСТЕМА ИНДИКАТОРОВ И ОЦЕНКА ОПУСТЫНИВАНИЯ В МОНГОЛИИ

© 2016 г. Н. Мандах*, Ж. Цогтбаатар*, Д. Даш*, С. Хөдөлмөр**

** Институт географии и геоэкологии Академии наук Монголии*
*** Информационно-исследовательский Институт метеорологии, гидрологии и окружающей среды*
Монголия, 15170, Уланбатар, ул. Барун Сэлбэ 15. Email: maaggi@yahoo.com, n.mandakh@gmail.com

Поступила 03.09.2015

Проблема опустынивания считается одной из главных экологических угроз на территории Монголии, которая сопоставима по своим масштабам и последствиям с такими проблемами как изменение климата, потеря биологического разнообразия, загрязнение среды и т.д. Поэтому оценка и картографирование процесса опустынивания на территории Монголии были проведены несколько раз с использованием методик, разработанных в разные периоды с разной трактовкой понятия данного процесса. В 2013 г. была проведена четвертая национальная оценка степени опустынивания в стране, в ходе которой авторы сделали попытку составления комплексной карты нарушенности земель под влиянием природных и антропогенных факторов с использованием мониторинговых и спутниковых данных. Особенностью методики этой оценки является использование пространственных моделей с целью выявления индивидуальных процессов деградации: эрозия почв, дигрессия растительного покрова и др. По результатам данной оценки, около 77.8% территории страны опустынено, причем на 16.7% территории процессы деградации земель проявились сильно и очень сильно. Сравнительный анализ тематических карт деградации позволил выявить территориальное распределение преобладающих процессов или факторов, ведущих к той или иной степени опустынивания. Результаты этой работы могут быть использованы в научных, учебных и просветительских целях для повышения осведомленности населения об опустынивании. Также они являются основой для принятия решений в проведении работ по осуществлению национальной программы по борьбе с опустыниванием на региональном и локальном уровнях.
Ключевые слова: деградация земель, опустынивание, эрозия почв, картирование, оценка.

Конвенция Организации Объединенных наций по Борьбе с опустыниванием определяет опустынивание как “деградацию земель в аридных, семиаридных и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, в том числе изменения климата и деятельности человека” (UNCCD, 1994). В широком смысле оно может пониматься как “процесс, когда плодородная земля превращается в пустыни из-за нерационального использования природных ресурсов в уязвимых землях, воздействия последовательных засух в результате глобального изменения климата, что влияет на социально-экономическую деятельность”. С этой точки зрения, проблемы, связанные с деградацией земель, опустыниванием и засухой становятся глобальными наряду с проблемой изменения климата, и должны оцениваться с учетом как природных, так и социально-экономических факторов.

Изменения климата на территории Монголии усугубляют процессы деградации земель, что негативно сказывается на источниках средств существования общества и экономики (Харин, Нацаг, 1992; Баасан, Даш, Сарантуяа, 1992). Поэтому сокращение деградированных территорий и борьба с опустыниванием посредством разномасштабных мероприятий, включая меры по осведомлению населения о проблеме опустынивания, является важным для страны. Целевые мероприятия по смягчению последствий и борьбе с опустыниванием должны основываться на результатах научных открытий и новых технологиях, которые направлены на продвижение концепции рационального использования природных ресурсов. Таким образом, изучение основных природных показателей и определение причин засух, опустынивания и деградации земель, и картографическое отображения

данных процессов является важным источником в планировании, реализации и оценке мер по борьбе с опустыниванием и сокращению эрозии почв.

Начиная с 1990-х годов, в Монголии предпринимались попытки оценки степени и масштаба опустынивания по разным методикам, апробированным как на региональном, так и на глобальном уровнях. Однако результаты этих исследований не ответили на вопрос о том, какие факторы преимущественно влияют на ухудшение качества земель. Цель данной работы заключается в разработке методики оценки индивидульных факторов деградации земель и обоснование методов их картирования для их последующего использования в детальной оценке опустынивания в стране.

Материалы и методы

Работы выполнены по следующим семи этапам:

1. Анализ основных форм проявления деградации земель на территории Монголии, которые прямо или косвенно ведут к обострению опустынивания.
2. Определение потенциальных природных и социально-экономических показателей, определящих тот или иной тип процесса деградации.
3. Определение места выбранных показателей в системе аспектов рассматриваемой проблемы.
4. Фактическое описание всех выбранных показателей с обоснованием выбора и возможности методов их определения и создание базы данных.
5. Выбор возможных методик определения индивидуальных и комплексных показателей.
6. Проведение расчётов и создание серии тематических карт деградации земель с использованием выбранных показателей.
7. Разработка комплексной карты опустынивания на основе тематических карт деградации земель.

Методика выбора основных показателей

Следующие критерии были использованы при выборе показателей, используемых в комплексной оценке и картировании процесса опустынивания:

1. Наличие данных в национальной базе данных об окружающей среде.
2. Длина временного ряда.
3. Частота полученных данных за интересующий отрезок времени.
4. Тип данных (числовой, текстовый, картографический и т. д.).
5. Масштаб картографических данных.
6. Единицы измерения.
7. Наличие географической привязки.

Приоритетность выбранных показателей определялась в соответствии с концептуальной схемой DPSIR (Driving force – Pressure – State – Impact - Response), что позволило оптимизировать выбор показателей для оценки и картографирования состояния деградации земель и опустынивания.

Методы разработки тематических карт деградации земель

Аридность климата на территории Монголии оценивалась с помощью коэффициента увлажнения Мезенцева с использованием данных о температуре и осадках за период 1966-2005 гг. (Мезенцев, 1958) по следующей формуле:

$$MI = \frac{P}{(0.2\sum T_{>10^\circ} + 306)}, \qquad (1)$$

где, P сумма годовых осадков в мм, $T_{>10^\circ}$ сумма температур выше 10°С за год.

Нормализованный разностный индекс засухи (NDDI, Normalized Drought Difference Index) рассчитывался по MODIS (MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer) данным, полученным со спутника Terra за период 2000-2010 гг. Формула NDDI записывается так (Gu et. al., 2007):

$$NDDI = \frac{(NDVI - NDWI)}{(NDVI + NDWI)} \qquad (2)$$

Здесь, $NDVI$ – нормализованный разностный вегетационный индекс (Normalized Difference Vegetation Index) Он вычисляется как: $NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$, где NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра и R - отражение в красной области спектра. $NDWI$ – нормализованный разностный водный индекс (Normalized Difference Water Index), определяемый по формуле $NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$, где NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра и $SWIR$ - отражение в коротковолновой инфракрасной области спектра. Значения NDDI меняются в диапазоне 0-100, характеризуя изменение засушливых условий.

Водная эрозия почв определялась по модифицированному универсальному уравнению потери почвы (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE). Модель RUSLE (Renard et al., 1997) является эмпирическим уравнением, основанном на универсальном уравнении потери почвы, разработанном в Департаменте Сельского Хозяйства США (Wischmeier, Smith, 1978).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \qquad (3)$$

Где, A – количество потерянной почвы на единицу площади за год (т/(га·год)), R – эрозионная характеристика дождя (МДж·мм/(га·ч·год)), K – подверженность почв к эрозии (т·ч/(МДж·мм)), L – длина склона (безразмерный параметр), S – угол наклона склона (безразмерный параметр), C – состояние растительного покрова (безразмерный параметр), P – противоэрозионные меры (безразмерный параметр).

Оценка ветровой эрозии получена по универсальному уравнению ветровой эрозии (Universal Wind Erosion Equation) (Woodruff, Siddoway, 1965). Уравнение имеет вид:

$$E = f\left(I, K, C, L, V\right), \qquad (4)$$

где E – средний объем потери почвы (т/(га·год)); I – индекс подверженности почвы эрозии (т/(га·год)); K – шероховатость почв (безразмерный параметр); C – климатический фактор (безразмерный параметр); L – длина открытой местности (m); V – фактор растительного покрова.

Дигрессия пастбищ оценивалась методом сезонной корреляции Манн-Кендалл (Mann-Kendall test) данных 16-дневной композиции NDVI MODIS со спутника Terra за период 2001-2011 гг. Цифровая информация платформы MODIS/Terra насчитывает более 30 параметров, включая данные по усовершенственному вегетационному индексу (Enhanced Vegetation Index, EVI), и NDVI с пространственным разрешением в 250 м, Эти данные считаются наиболее надежными (Huete et al., 1999). Анализ временных рядов был проведен с помощью статистической программы R (R Development Core Team, 2008).

Социально-экономическая составляющая процесса опустынивания оценивалась по двум условным показателям: плотность скота и плотность населения. Регрессионный анализ временных рядов этих показателей был проведен с целью выявления пространственно-временной динамики социально-экономической составляющей. Для более реального отображения плотности населения и скота нами был использован метод дозиметрического картографирования (Eicher, Brewer, 2001).

Методика разработки комплексной карты опустынивания

Для определения районов подверженных опустыниванию нами был выбран метод обощения данных окружающей среды и социально-экономических параметров предусмотренный проектом MEDALUS (MEditerranean Desertification And Land Use project) (Kosmas et al., 1999), в котором было предложено использовать геометрическое среднее всех выбранных параметров.

$$DA = (MI \cdot NDDI \cdot A \cdot E \cdot V_c \cdot D_{live} \cdot D_{pop})^{1/7}, \qquad (5)$$

где, DA - индекс степени опустынивания; MI – изменение аридности; $NDDI$ - изменение интенсивности (магнитуды) засух; A – изменение водной эрозии почв, E – изменение ветровой эрозии почвы; V_c - изменение растительного покрова; D_{live} - изменение плотности скота; D_{pop} -

изменение плотности населения. Классификация параметров для определения степени опустынивания приведена в табл. 1.

Таблица 1. Классификационная система индикаторов для определения степени опустынивания. **Table 1.** The classification of indicators to define degree of desertification.

Параметры	0	1	2	3	4
	Нет	Слабо	Средне	Сильно	Очень сильно
Аридность	< 1	0.4 - 1	0.3 - 0.4	0.2 - 0.3	0.2 <
Магнитуда засух	-1	0	0.25	0.5	1
Частота засух (год)	< 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9-11
Изменение водной эрозии (%)	< 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 <
Изменение ветровой эрозии (%)	< 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 <
Изменение растительного покрова (%)	< 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 <
Изменение плотности скота (%)	< 1	1 - 40	41 - 60	61 - 80	81 <
Изменение плотности населения (%)	< 1	1 - 40	41 - 60	61 - 80	81 <

Результаты и их обсуждение

Выбор показателей для оценки опустынивания Монголии

Раннее экспертами было выбрано 29 показателей, которых необходимо учитывать при проведении национальной оценки степени деградации и опустынивания земель. Эти показатели были выбраны из предложенной программой LADA (Land Degradation Assessment in Drylands) FAO системы показателей для локальной и национальной оценки. Нами был проведен более обширенный анализ системы показателей с учетом выше представленных критериев и международной тенденции в сфере диагностической оценки процесса опустынивания с применением системы показателей.

Для более детального рассмотрения общей картины процесса опустынивания LADA FAO предлагает систему индикаторов или показателей в концептуальной схеме DPSIR. Для этого нами были проанализированы отчеты и информация об инвентаризации сельско-хозяйственных земель, проводящейся каждые 5 лет на всей территории страны. Анализ показал, что для Монголии характерны следующие типы деградации земель как на локальном, так и на региональном уровнях:

- *Водная эрозия*:
  - Сплошной смыв
  - Развитие овражно-балочной системы
- *Ветровая эрозия*:
  - Траспортировка и аккумуляция песчанного покрова
- *Химическая деградация почв*:
  - Загрязнения почв
  - Засоление
- *Физическая деградация почв*:
  - Ухудшение био-продуктивного потенциала
- *Деградация растительного покрова*:
  - Разрежение растительного покрова
  - Ухудшение видового состава
  - Уменьшение биомассы

- *Изменения водной среды*:
  - Уменьшение почвенной влаги
  - Загрязнения вод
  - Иссушение водных ресурсов.

В результате были предложены 60 показателей для учета всех аспектов оценки процессов опустынивания, которые были классифицированы в систему DPSIR (табл. 2).

Таблица 2. Предлагаемая система показателей оценки опустынивания в системе DPSIR. **Table 2.** The proposed system of indicators for assessing desertification with the DPSIR system.

Процессы деградации	DPSIR			
	Движущая сила	Давление	Состояние	Воздействие
Аридизация	Изменения температуры и осадков	Тепловой стресс	Индекс аридности	Засухи
Развитие овражно-балочной системы	Интенсивность осадков	Подверженность эрозии и наклон рельефа	Расчленение рельефа	Количество потери почв за счет водной эрозии
Траспортировка и аккумуляция песчаного покрова ветром	Сила и скорость ветров	Текстура почв	Аккумуляция	Площадь опесчаненной поверхности
Засоление	Индекс аридности	Тип почв	Уровень засоления	Засоленные площади
Разрежение растительного покрова	Частота засух	Типы земель (land cover)	Изменения зеленого покрова	Тенденции изменения растительного покрова
	Количество выпасаемого скота	Количество населения	-	-
Уменьшение биомассы	Частота засух	Типы земель (land cover)	Изменения продуктивности (NPP)	Тенденции в продуктивности
	Количество выпасаемого скота	Количество населения	-	-
Уменьшение почвенной влаги	Интенсивность и количество осадков	Водоудерживающий потенциал почв	Количественные изменения влажности почв	Тенденции изменения влажности почв
Уменьшение обеспечивающих экосистемных услуг	Виды землепользования	Безработица	Изменения в урожайности	Тенденции в Изменения в урожайности
	Количество скота	-	Изменения в ВВП на душу населения	Тенденции
	Рост населения	Уровень благосостояния страны/Индекс развития человека	Уровень нищеты/ Возрастной индекс населения	Миграция населения
Ухудшение биопродуктивного потенциала	Виды землепользования	Интенсивность землепользования	Измения в плодородии почв	Изменения типов земель (LCC)
	-	-	Изменения в урожайности	-

Продолжение таблицы 2

Ухудшение видового состава	Интенсивность землепользования	Индекс аридности	Биогенный потенциал	Тенденции в качестве пастбищ
	Количество скота	-	-	-
Загрязнение почв	Плотность населения	Уровень урбанизации	Уровень загрязнения почв	Тенденции уровня загрязнения почв
	Уровень индустриализации	Безработица	-	Изменения типов земель (LCC)
Загрязнение вод	Плотность населения	Годовой и сезонный сток поверхностных вод	Уровень загрязнения вод	Дефицит чистой воды
	Уровень индустриализации	-	-	-
Иссушение водных ресурсов	Изменения типов земель (LCC)	Индекс аридности	Изменения в годовом и сезонном стоке поверхностных вод	Дефицит воды

Таким образом, система учета качества земель или степени опустынивания должна рассматриваться как интегральная система, объединяющая или учитывающая взаимосвязь между выше указанными показателями. На данный момент система мониторинга или отслеживания индивидуальных процессов или показателей деградации земель практически отсутствует. Методологический аспект мониторинга также полностью не разработан. Поэтому нами была проведена оценка состояния опустынивания с учетом более 30 показателей, характеризующих в той или иной степени такие процессы, которые прямо или косвенно можно считать факторами ведущими к опустыниванию.

В дальнейшем целесообразно создание информационной базы данных с включением количественных и качественных характеристик этих показателей, что могло бы не только повлиять на качество оценок состояния среды, но и на уровень планирования мер по предотвращению опустынивания на локальном уровне.

Оценка и картографирование опустынивания

Оценка опустынивания была проведена на основе 17 показателей, отражающих выбранные процессы деградации, а именно аридизация, засуха, эрозия почвы под воздействием воды и ветра, деградация растительности и социально-экономических изменений. Все процессы были сопоставлены и использованы для построения интегральной карты опустынивания Монголии.

Аридность климата оценивалась с помощью индекса увлажненности Мезенцева, который на территории Монголии колеблется от 0.02 до 0.6. Только в северной части территории вблизи границы Монголии и РФ индекс приближается к 1.0. Усредненное значение индекса по всем метеорологическим станциям показывает его снижение к концу периода. Таким образом, наблюдается увеличение экстрааридных, аридных и семиаридных территорий на фоне уменьшения субгумидных. На рис. 1 представлена карта индекса увлажненности Монголии, по которой можно судить о масштабе территории, потенциально затрагиваемой процессами деградации или опустынивания. Тренды индекса аридности, наблюдаемые за период 1960-2010 гг на станциях, указывают на изменение пространственной динамики данного процесса, что соответствует выводам о взаимосвязи изменений почвенно-растительного покрова и регионального климата (Золотокрылин, 2003; Xue Y., Shukla, 1993; Xue, 1996; Gomboluudev, Natsagdorj, 2004).

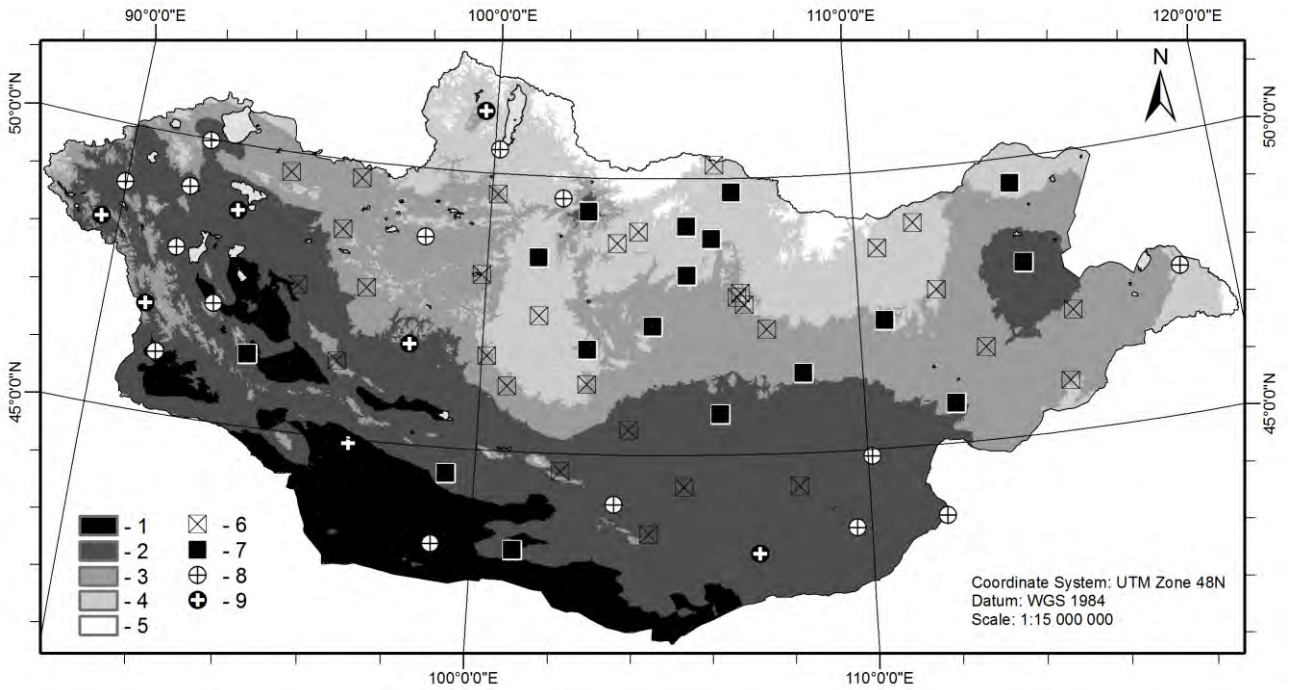

Рис. 1. Карта увлажненности территории и тренды. **Fig. 1.** Map of humidity and trends. Условные обозначения: Типы увлажнения: 1 – аридный; 2 – полузасушливый; 3 – засушливый; 4 – субгумидный; 5 – гумидный. Тренды аридизации по метестанициям: 6 – негативный; 7 – статистически значимый негативный ($p<0.005$); 8 – позитивный; 9 – статистически значимый позитивный ($p<0.005$). Legend: Humidity classes: 1 – arid; 2 – semi-arid; 3 – dry; 4 – sub-humid; 5 – humid. Aridity trend at the station: 6 – negative; 7 – significant negative ($p<0.005$); 8 – positive; 9 – significant positive ($p<0.005$).

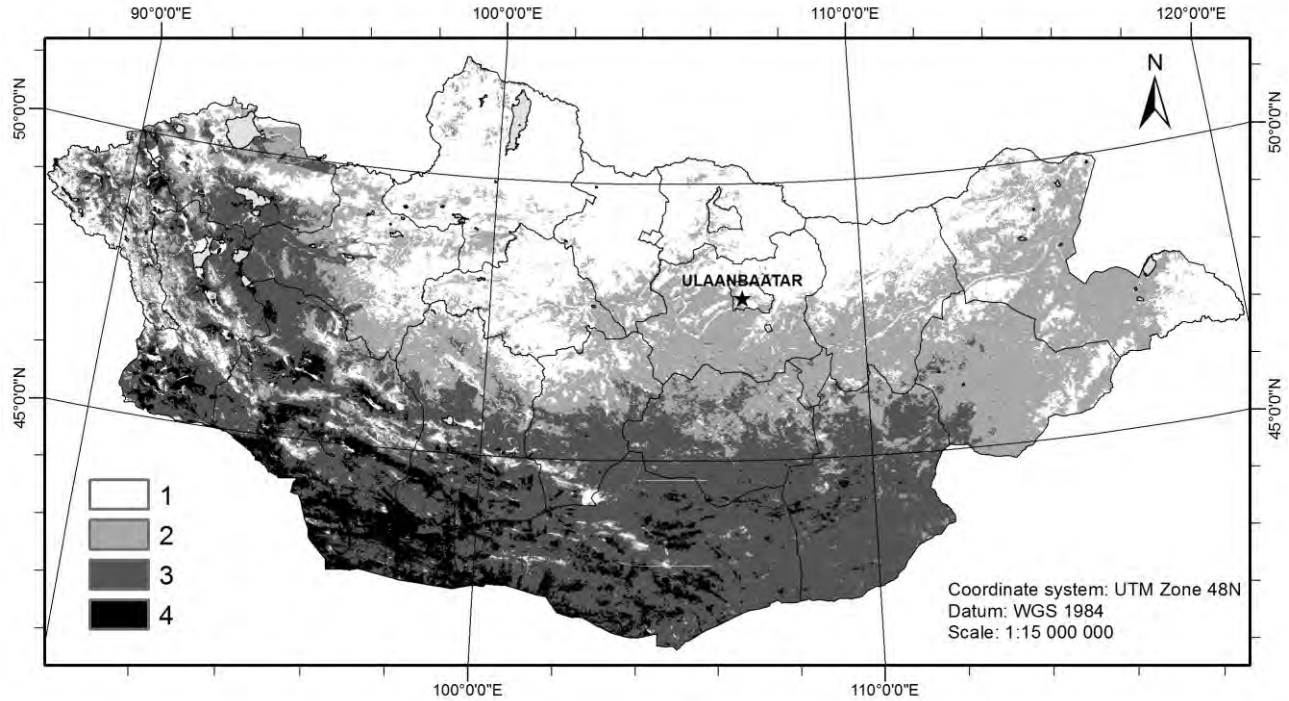

Рис. 2. Карта степени засух на период 2000-2010. **Fig. 2.** Map of the drought severity during 2000-2010. Условные обозначения: Степень засух: 1 – незначительные засухи (NDDI > 40); 2 – засухи средней степени (NDDI = 41-60); 3 – сильные засухи (NDDI = 61-80); 4 – очень сильные засухи (NDDI < 81). Legend: Severity degrees: 1 – insignificant droughts (NDDI > 40); 2 – moderate drought (NDDI = 41-60); 3 – severe drought (NDDI = 61-80); 4 – very severe drought (NDDI < 81).

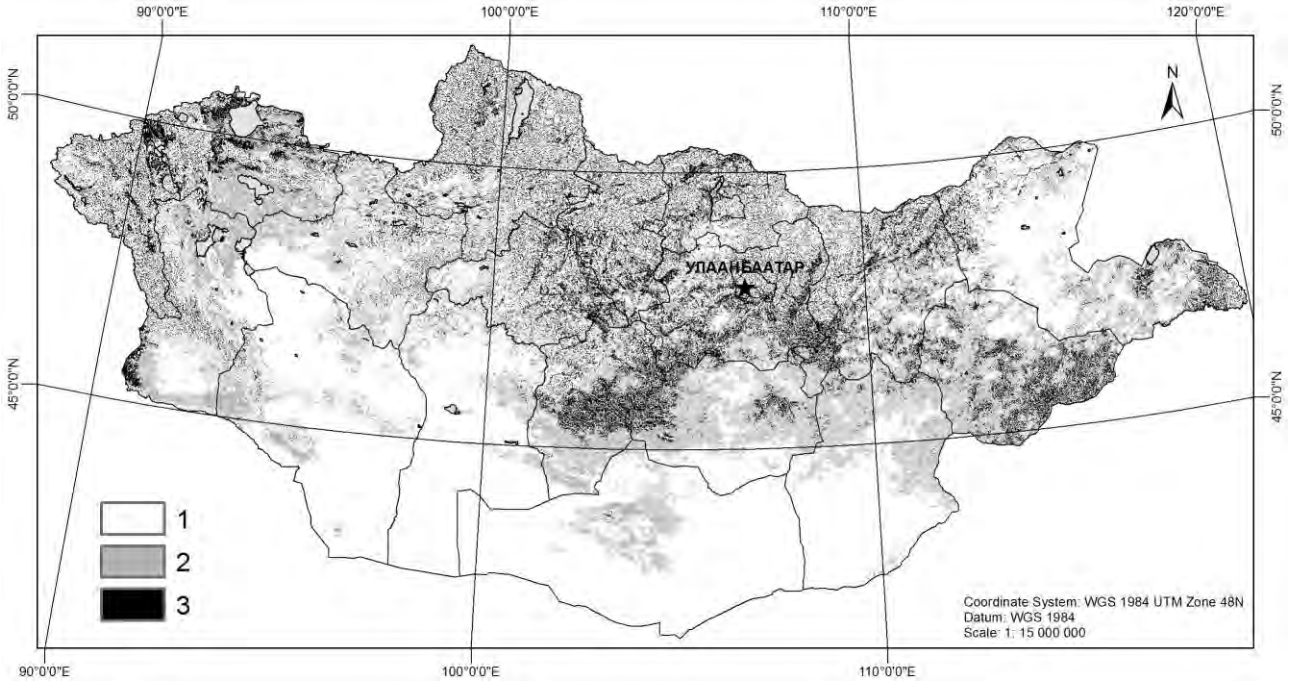

Рис. 3. Карта территорий, подверженных водной эрозии почв по сравнению с 2000 г. **Fig. 3.** Map of areas newly affected by water erosion comparing to 2000. Условные обозначения: Степень подверженности: 1 – незначительные изменения; 2 – изменения от слабого к среднему степени; 3 – изменения от среднего к сильному степени. Legend: Degree of change: 1 – insignificant changes; 2 – slight to moderate changes; 3 – moderate to heavy changes.

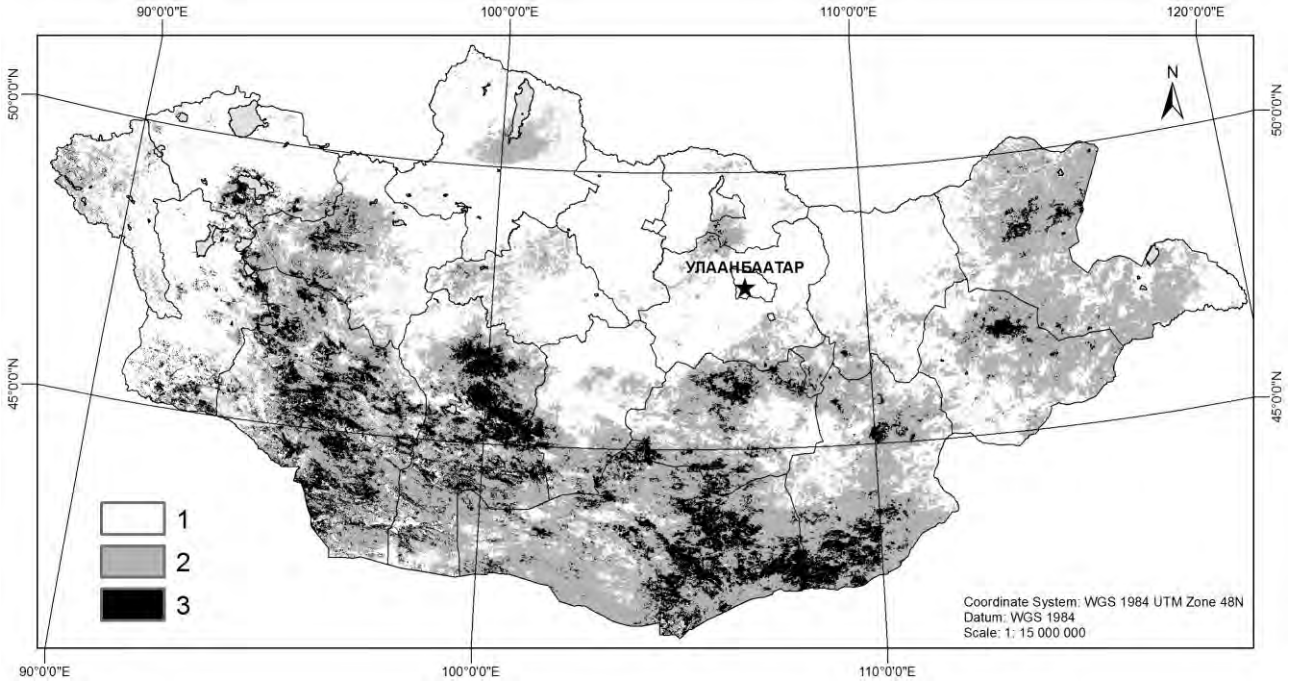

Рис. 4. Карта территории подверженных ветровой эрозии почв по сравнению с 2000 г. **Fig. 4.** Map of areas newly affected by wind erosion comparing to 2000. Условные обозначения: Степень подверженности: 1 – незначительные изменения; 2 – изменения от слабого к среднему степени; 3 – изменения от среднего к сильному степени. Legend: Degree of change: 1 – insignificant changes; 2 – slight to moderate changes; 3 – moderate to heavy changes.

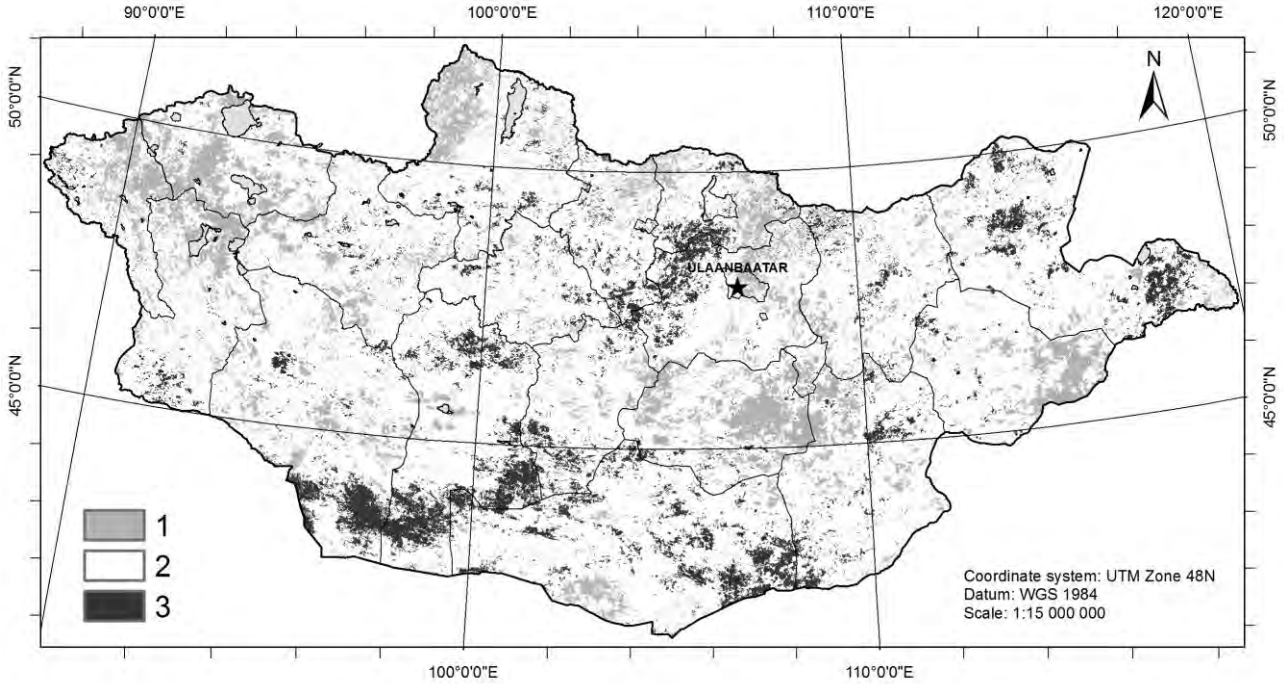

Рис. 5. Карта тенденции изменения растительного покрова по значениям NDVI за период с 2000 по 2010. **Fig. 5.** Map of vegetation cover trend using ndvi from 2000 to 2010. Условные обозначения: Тип тренда: 1 – негативный тренд; 2 – стабильный; 3 – позитивный тренд. Legend: Observed trend: 1 – negative trend; 2 – stable; 3 – positive trend.

Магнитуда и частота засух на территории Монголии была оценена с использованием спутниковых данных за период 2000-2010 гг. Результаты показывают, что большая часть территории подвержена засухе каждые 2-3 года в течение десятилетнего периода. В южных районах Гоби и бассейне реки Хэрлэн засухи наблюдались каждые 4-5 лет в течение данного периода, а в районах Котловины Больших Озер и Долины Озер каждые 8-10 лет или почти каждый год (рис. 2). Общая картина распределения засух на территории страны за последние 10 лет практически повторяют динамику индекса аридности или увлажнения.

Результаты оценки водной эрозии почвы показали, что примерно 300-400 тонн почвы в год теряется из-за активного воздействия вод. Сравнение результатов за годы с 2000 по 2010 год выявлено, что водная эрозия в среднем возросла и составляет около 500-600 т/га в год. Из этого следует, что водная эрозия может влиять на процессы деградации земель и опустынивания в стране. Пространственное распределение водной эрозии выявило усиление эрозии в горах и в предгорьях Монгольского и Гобийского Алтая, а также в южных частях Хангайского нагорья. Умеренная эрозия наблюдается в центральных районах страны, занимающих огромные площади пастбищных угодий и речных бассейнов. Временной анализ показал, что в течение последних десяти лет, водная эрозия почвы увеличилась в северной части страны, которая определяется, вероятно, повышением интенсивности осадков и уменьшением растительного покрова (рис. 3).

Оценки ветровой эрозии почв показали, что ее интенсивность на территории Монголии колеблется в среднем от 2.7 до 27.5 т/(га/год). Максимальные оценки составляют 15-27 т/(га/год), большинство из которых встречается в пустынных и полупустынных регионах. Районы с высокой ветровой эрозией сосредоточены в южной части страны. В основном это плоские, вытянутые и возвышенные равнины, разделенные горными хребтами с относительными высотами 1000-1500 м. Эти районы локализуются в Заалтайской Гоби, Северной и Южной пустынях. Изменения ветровой эрозии четко наблюдаются в южных частях Гоби, в частности, в долинных и котловинных районах. Оценки показали, что 165.7 т/га почвы было потеряно ветром в течение последнего десятилетия (рис. 4).

Значение NDVI в Монголии имеет зональное распределение: в пустынях и полупустынях Гоби оно составляет 0.05-0.18, в степи и лесостепи - 0.2-0.35, а в лесной зоне - 0.4-0.5. Рис. 5 иллюстрирует тенденции MODIS NDVI с 2000 по 2011 год. Положительные тенденции или территории, где

растительный покров улучшается, наблюдаются в центральных, восточных и южных частях Монголии. Негативные тенденции, проявляются в центре Монголии, на дальнем западе страны, и в окрестностях столицы, Улан-Батор. На карте показаны тенденции в пределах порогового значения ± 0.5, которые считаются стабильными.

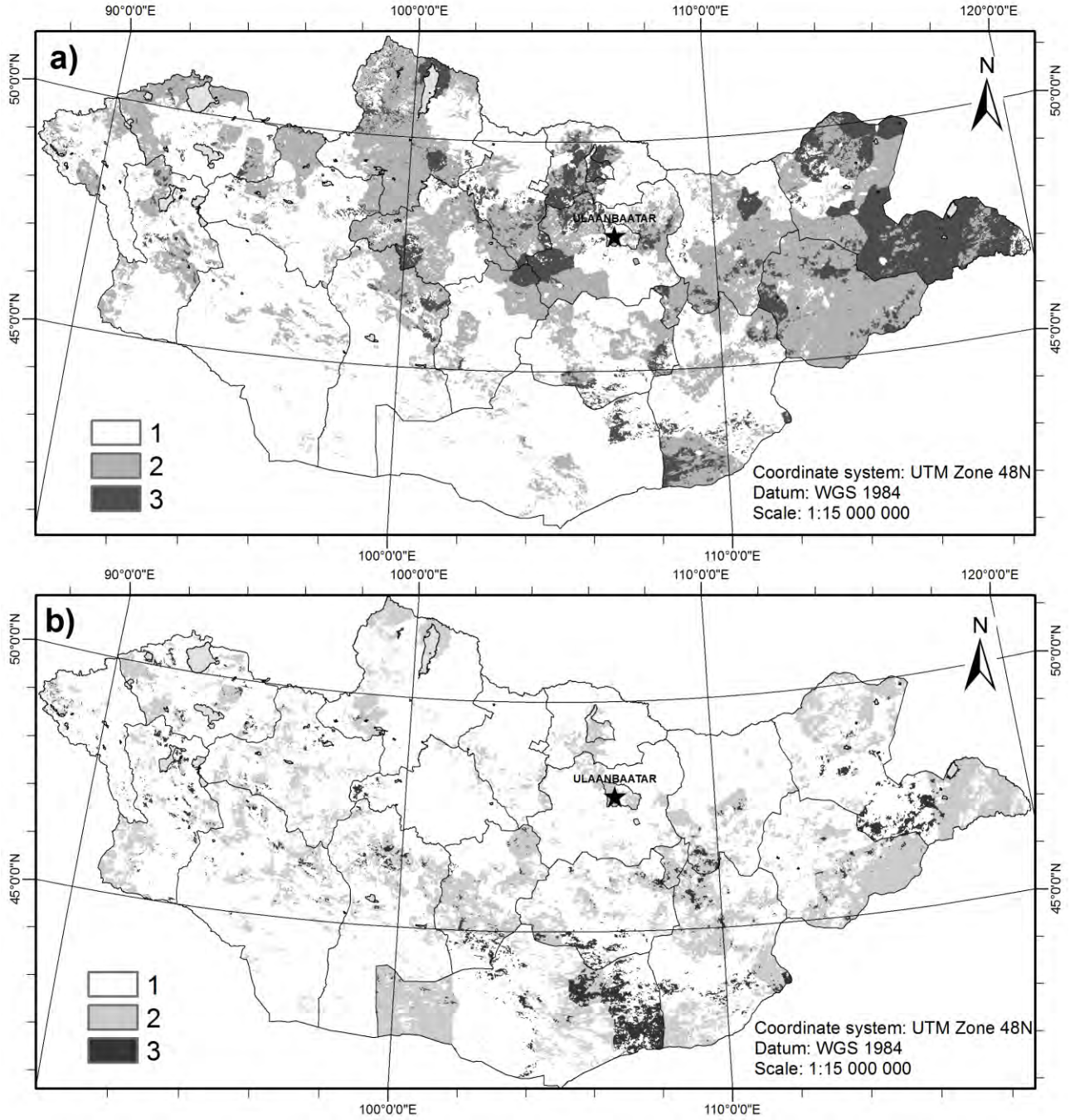

Рис. 6. а) Изменение плотности скота с 2000 по 2010 год; б) Изменение плотности населения с 2000 по 2010 год. **Fig. 6.** a) map of the changes in the livestock density from 2000 to 2010; b) map of the changes in population density from 2000 to 2010. Условные обозначения: Наблюдаемые изменения в %: 1 – нет изменений; 2 – незначительные изменения (20-40 %); 3 – значительные изменения (50 < %). Legend: Observed changes in %: 1 – no changes; 2 – insignificant changes (20-40 %); 3 – significant changes (50 < %).

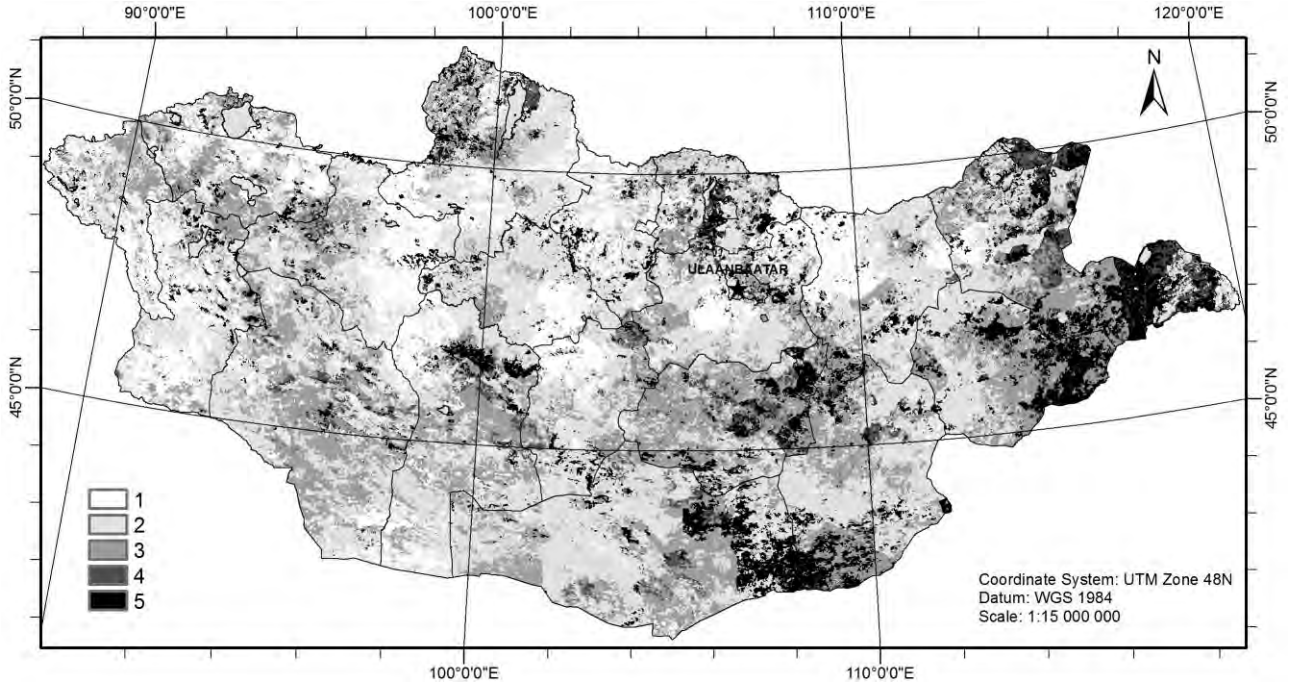

Рис. 7. Карта опустынивания Монголии. **Fig. 7.** Map of desertification of Mongolia. Условные обозначения: Степень опустынивания: 1 – не опустыненные; 2 – слабое; 3 – среднее; 4 – сильное; 5 – очень сильное. Legend: Desertification rate: 1 – no desertification; 2 – slight; 3 – moderate; 4 – heavy; 5 – very heavy.

Если сопоставить тренды аридизации (рис. 1) с трендами NDVI (рис. 5), можно сделать вывод о том, что разрежение растительного покрова имеет прямое отношение к увеличению аридности в степных и лесостепных районах. По-видимому, здесь мы наблюдаем обратную связь между климатом и подстилающей поверхностью, которая ведет к развитию климатического опустынивания.

Социально-экономический аспект процесса опустынивания оценивался с учётом двух косвенных показателей: плотность скота и плотность населения.

Из рисунке 6а можно сделать вывод, что количество и плотность скота на территории Монголии наблюдается практически во всех регионах. Повышенная нагрузка плотности скота наблюдается в центральных и восточных регионах, где деградация земель можно полагать идет от прямого воздействия поголовья скота (рис. 6а). Общая картина расселения и плотности населения практически не изменилась за рассматриваемый период (рис. 6б). В связи с развитием горнодобывающей промышленности наблюдается высокая концентрация населения в регионах, где эта отрасль широко развивается. Сравнение карты плотности населения с картой плотности скота свидетельствует, что увеличение населения не повлияло на динамику поголовья скота и процессы землепользования. Однако, горнодобывающая отрасль само по себе ведет к разным процессам деградации.

На основе анализа вышеуказанных процессов был оценен уровень опустынивания, а также выявлены преобладающие факторы деградации почв на 2010 г. В результате этих исследований было определено, что 77.8% от общей территории подвержено опустыниванию, из которых 35.3% являюся слабо, 25.9% – умеренно, 6.7% - сильно и 9.9% – очень сильно опустыненны (рис. 7). Сравнивая результаты с предыдущей оценкой, можно сделать вывод, что общая картина опустынивания не изменилась. Пространственное распределение деградированных или опустыненных земель осталось в прежнем состоянии, хотя увеличились территории со слабой и очень сильной степенью опустынивания на 12.3 и 4.9%, соответственно. Особенно много появилось новых мест, где экстремальные ситуации деградации сформированы недавно.

Выводы

Разработка системы показателей оценки опустынивания имеет важное значение для развития национальной системы мониторинга качества земель. Из выбранных 60 показателей на данный момент менее половины не расчитывается, поэтому в ближайшем будущем необходима разработка

методик мониторинга и системы хранения и передачи данных. На данный момент имеется Национальная база данных об окружающей среде, где интегрированы результаты нынешних работ.

Процесс опустынивания на территории Монголии является одной из важных экологических проблем, последствия которой сказывается на состояние не только природной среды, но и социально-экономического развития страны. Поэтому своевременная оценка с целью осведомления населения и поддержки принятия решения являются неотъемлимой частью реализации Национальной программы по борьбе с опустыниванием.

Общая картина аридности климата на территории страны дает возможность сделать вывод о том, что на более 90% территории процессы деградации должны рассматриваться в контексте опустынивания. По результатам оценки опустынивания на 2010 год, около 77.8% от общей территории подвержено опустыниванию. Критическое состояние земель насчитывает 16.7%, где степень опустынивания сильное и очень сильное. Географически эти территории совпадают со степными, сухостепными и отчасти лесостепными зонами, где за последние десятилетия произошли изменения как климатического фактора, так и социально-экономических факторов (увеличение поголовья скота, уменьшение мобильности населения и др.). Для этих территорий необходимы меры по реставрации земель с разработкой технологий по озеленению территорий и рациональному использованию земельных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баасан Т., Даш, Д., Сарантуяа Н. и др. 1992. Из результатов исследования опустынивания в аридных территориях Монголии // Тезисы докладов конференции «Глобальные изменения пустыни Гоби». Улаанбаатар.

Золотокрылин А.Н. 2003. Климатическое опустынивание. М.: Наука. 246 с.

Мезенцев В.С. 1958. Некоторые данные исследований условий увлажнения Западной Сибири // Изв. Новосиб. отд. Географ. об-ва СССР. Вып. 2.

Харин Н.Г., Нацаг Ж. 1992. Итоги изучения опустынивания аридных территорий Монголии // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 52-56

Eicher C.L., Brewer C.A. 2001. Dosymetric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation // Cartography and Geographic Information Science. Vol. 28 (2). P. 125-138.

Gomboluudev P., Natsagdorj L. 2004. The impact of desertification on Mongolian climate and its numerical study using regional climate model (RegCM3) // International Workshop on Terrestrial Change in Mongolia. Tsukuba. Accessed at http://www.ied.tsukuba.ac.jp/wordpress/wp-content/uploads/pdf_papers/tercbull05s/t5supple_112.pdf

Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P., Wardlow B. 2007. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States // Geophysical Research Letters. N 34, L06407. http://dx.doi.org/10.1029/2006GL029127.

Huete A., Justice C., Van Leeuwen W. 1999. MODIS Vegetation Index: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). Version 3.0. http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf.

Kosmas C., Kirkby M., Geeson N. 1999. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. // MEDALUS Project Report EUR 18882, European Commission: Brussels. 94 p.

R Development Core Team, 2008. R: a Language and Environment for Statistical Computing. // R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org.

Renard K.G., Freimund J.R. 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R factor in the revised USLE //Journal of Hydrology. Vol. 157. P. 287-306.

United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa: Text with Annexes. Nairobi: UNEP. 95 p.

Wischmeier W.H., Smith D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning //Agriculture Handbook. Vol. 537. USDA, Washington DC. 101 p.

Woodruff N.P., Siddoway F.H. 1965. A wind erosion equation // Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 29. P. 602-608.

Xue Y., Shukla J. 1993. The influence of land surface properties on Sahel climate. Part I: Desertification // J. Climate. Vol. 6. P. 2232-2245

Xue Y. 1996. The impact of desertification in the Mongolian and the Inner Mongolian grassland on the Regional Climate // J. Climate Vol. 9. P. 2173-2189.

THE SYSTEM OF INDICATORS AND ASSESSMENT OF DESERTIFICATION IN MONGOLIA

© 2016. N. Mandakh*, J. Tsogtbaatar*, D. Dash*, S. Khudulmur**

** Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences*
*** Research and Information Institute for Meteorology, Hydrology and Environment*
Mongolia, 15170, Ulaanbaatar, Baruun Selbe 15. Email: maaggi@yahoo.com, n.mandakh@gmail.com

The problem of desertification is considered as one of the major environmental threats in the territory of Mongolia, which is comparable by its scale and consequences with problems related to climate change, loss of biological diversity, pollution and so on. The assessment and mapping of desertification in Mongolia, therefore, were conducted several times using techniques developed in different periods of time and with different interpretation of the term land degradation/desertification. In 2013, the forth nation-wide assessment and mapping of desertification is implemented, in which the authors made an attempt to compile a comprehensive map of land disturbance under the influence of natural and anthropogenic factors using data from the land monitoring and remote sensing. The peculiarity of the method used in this evaluation was in use of spatial models to identify individual degradation processes like erosion, the degradation of the vegetation cover, etc., which reflected in this paper. The results of this assessment showed that, approximately 77.8% of the country considered as desertified, of which 16.7% are areas where the processes of land degradation happen with heavy and severe forms. Also to determine factors influencing on degradation/desertification of the lands a comparative analysis of thematic degradation maps showing the spatial extent of the dominant processes or factors have been produced. The results of this work can be used in scientific, educational and public communication purposes to improve public awareness on desertification issue. Moreover, there are useful as a decision support while planning, implementing and designing actions, reflected in the National Programme to Combat Desertification at the regional and local levels.
Keywords: land degradation, desertification, soil erosion, mapping, assessment.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 93-97.

ХРОНИКА

УДК 631.48.55

НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПОСВЯЩЕННЫХ МЕЖДУНАРОДНОМУ ГОДУ ПОЧВ

© 2016 г. М.З. Залибекова

Дагестанский государственный университет
Россия, 367000, Махачкала, ул. Дзержинского, д.14. E-mail: mzalibekova@inbox.ru

Поступила 25.02.2015

Дагестанским отделением общества почвоведов им. В.В. Докучаева приводится краткий обзор научной и практической работы, проведенной по выполнению мероприятий посвященных Международному году почв. Показана значимость результатов повышения активности широкой общественности и учащихся школ в выполнении программы по сохранению почв, как национального достояния народа.
Ключевые слова: Международный год почв, охрана почв, школьная секция, продовольственная безопасность, рыночная экономика, плодородие, земельный кадастр.

Генеральная ассамблея ООН, признавая ключевую роль почвенного покрова , в обеспечении продовольственной безопасности постановила объявить 5 декабря Всемирным днем почв и провозгласила 2015 год – Международным годом почв. Признавая актуальность этого документа, следует привести два важных положения:

- более 90% продовольствия человек получает от возделывания почв;
- страны, владеющие продовольствием, будут определять мировую политику и оказывать политическое давление.

Исходя из этих положений Общество почвоведов им. В.В. Докучаева РАН, Дагестанское отделение общества почвоведов им. В.В. Докучаева, кафедра почвоведения ДГУ разработали программу и, начиная с 2014 года, приступили к практическому осуществлению порученных программных мероприятий. В их числе следует отметить проводимую работу почвоведами, агрохимиками, мелиораторами и всей научной общественностью по рациональному использованию почвенных ресурсов. Наиболее важным из этих мероприятий явилось проведенное региональное совещание Даг. Отделением общества почвоведов и кафедрой почвоведения биологического факультета Даггосуниверситета, с участием Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН, Института геологии ДНЦ РАН, Дагестанского НИИСХ, Дагестанского Аграрного университета, студентов, аспирантов, школьников, посвященное Международному дню почв – 5 декабря 2014. Положительное значение имеет также проведенное организационное заседание школьной секции «Охрана почв и ландшафтов» в Дагестанском отделении общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

В настоящее время у почвоведов и представителей смежных дисциплин возникли вопросы, связанные с развитием почвоведения и вносимого вклада учеными в эффективном использовании почв, растительных ресурсов и повышении их биологической продуктивности. Значимость проводимых мероприятий заключается в том, что выдвинутые вопросы и их содержание отражают особенности характерные для аридных регионов юга России. Региональный характер мероприятий и их отраслевая дифференциация представляют основу фундаментальных и прикладных исследований.

I. Общие теоретические вопросы. Особое значение имеет разработка теории механизма и стадий превращения преобразующей роли космической солнечной энергии, изменение химического состава почв и горной породы и соотношение доступных соединений для растений в процессе их фотосинтетической деятельности. Без почвенного покрова и

различных видов его ресурсов невозможен фотосинтез. Но эта проблема остается до настоящего времени недостаточно изученной. Исходя из этого, можно предположить, что предел величины установленной для растительного покрова коэффициент полезного действия ФАР=0.2-0.3 % не является окончательным и его увеличение (даже в небольших размерах) позволить удвоить, утроить урожайность сельскохозяйственных культур (Ковда, 1975). Эта проблема стала центральной, стержневой программой Научной школы «Биосфера и почвы», разрабатываемой в Даггосуниверситете кафедрами почвоведения, ботаники, зоологии с привлечением представителей научных и производственных учреждений.

II. Выявление разнообразия и ресурсоведческого потенциала почв, определение основных их направлений и параметров. В современных условиях наряду с определением площадей отдельных типов и подтипов почв и нижеследующих единиц, как ресурсов почвенного покрова важное значение имеет выявление, использование продукционных, информационных и энергетических ресурсов. Они раскрывают недостаточно используемые резервы повышения биологической продуктивности почв, являющихся основой решения продовольственной безопасности.

III. Практические предложения соотношения южным регионам России. Проведение международного года почв с осуществлением организационных мероприятий направлено на мобилизацию усилий широкой общественности и учащихся школ вносит значительный вклад в исследование продукционных, информационных, энергетических ресурсов почв в условиях аридизации и опустынивания.

Основными проблемами, имеющими прикладное значение, являются:

1. Оценка, управления почвенными ресурсами и биопотенциалом почв в условиях современной рыночной экономики;
2. Создание электронной базы данных по почвам региона;
3. Использование материалов космических снимков и ГИС-технологий в картографии почв и учете земельных ресурсов.

Проведенный анализ использования почвенного покрова на примере Дагестана в ресурсоведческом отношении характеризуется интенсивным расширением техногенного покрова за счет отводов высокопродуктивных земель (табл.).

Таблица. Земельные угодья Дагестана. **Table.** The structure of settled lands in Daghestan.

Виды угодий	Общая площадь		Плодородие почвы		
	млн.га	%	высокое	среднее	низкое
Пашня	0.54	15.0	21.7	33.1	45.4
Природные кормовые угодья	2.8	49.1	10.0	50.5	49.5
Леса и охраняемые территории	0.30	-9.0	45.3	14.5	40.2
Техногенный покров	0.63	12.4	-	-	-
Нарушенные земли	0.42	8.1	-	-	-

Биологическая продуктивная площадь региона (территория Дагестана включительно) занятая функционирующими почвами не превышает 80 % территории. По данным учета 2006-2008 гг. функционирующий почвенный покров занимает – 3.90 млн.га земель т.е. 78% территории. Структура земельных угодий с максимальной величиной площадей природных кормовых угодий – 2.8 млн.га., распределяется: пашня, включая многолетние насаждения – 0.54 млн.га – 15.0%; леса и охраняемые территории – 0.30 млн.га -9.0%; прочие земли (включая земли гос. запаса) – 0.2 млн.га – 0.8%. Значительная часть территории 0.6 млн.га земли – освоены и подлежат улучшению и охране с применением разных видов мелиорации. 2.8 млн.га – природные кормовые угодья нуждаются в поверхностном улучшении с

применением фитомелиорации. По республике почвенный покров, представляющий объекты земледелия, кормопроизводства и лесного хозяйства занимают около 3.5 млн.га.

Состояние земель используемых в земледелии (включая многолетние насаждения) и кормопроизводстве отличаются по качеству, продуктивности и экологическому состоянию (Добровольский, 1996; Стасюк, 2005). Мероприятия, направленные по их правильному использованию должны определятся в двух направлениях: первое – обогащение гумусом и питательными элементами, управление процессами разложения и синтеза органоминиральной части почв, подготовка данных позволяющих разработать пути управления фотосинтезом и повышения коэффициента полезного действия ФАР; второе - оценки качества почв, кадастровой стоимости земель, факторов ценообразования и капитализации почв, включая принятые критерии рыночных цен. Рыночные цены в свою очередь дифференцируются:

а) для почв сельскохозяйственных и лесных угодий по общепринятой схеме характеризующей последовательную смену ареалов по степени изменения плодородия, продуктивности и устойчивости;

б) в сфере приобретения и продажи земель для размещения жилищных и промышленных объектов и других комплексов несельскохозяйственного назначения. При этом качественным показателям почв отводится второстепенная роль.

Учитывая эти положения, мы считаем наиболее важной в современных условиях рыночной экономики оценка состояния почвенных ресурсов региона, позволяющих выделить критерии сохранения и повышения плодородия почв, отвечающие требованиям рынка Земли (Залибеков, 2010, 2013). Ценообразование почв не является новой проблемой, оно разработано для условий развития рыночных отношений. Однако, ценовая характеристика, к примеру, стоимости гектара земли на каштановых почвах не отвечают на вопросы касающиеся удаленности контура (участка) от городов и промышленных центров, одинаково оцененные по плодородию и продуктивности почвы имеют разные цены в зависимости от удаленности населенных пунктов (Салманов и др., 1979). Правильное сочетание цен по биологическим качествам (плодородие, продуктивность) – с одной стороны и общехозяйственных, экономических (местонахождение, удаленность от объектов и разных коммуникаций, удовлетворяющих потребности человека) – с другой, представляют стратегию использования почвенных ресурсов в рыночных условиях.

Новый подход, учитывающий социально-экономические факторы (наряду с природными, организационными, мелиоративными), отвечают интересам развития современного почвоведения (Мирзоев. 1975). Исходя из этих позиций целесообразно организовать подготовку почвоведческих кадров по кадастровой и экономической оценке почв, сертификации, стандартизации по утвержденной государственной программе обучения. Подготовка специалистов по данному направлению связана с потребностью республики в проведении кадастровых и оценочных работ по почвенному покрову. Общее количество работников по профилю этой специальности в регионе насчитывается значительное количество: в центральном аппарате, включая районные органы кадастровой службы областного, республиканского уровня, более 1.5-2.0 тыс. человек. В тоже время работники кадастровой службы не имеют специального кадастрового образования. Это понятно, потому что кадры для работы в производстве и проектирующих учреждениях начали подготовку с 2010-2011 учебного года.

Учитывая создавшееся положение, вносится предложение о создании инновационных лабораторий или групп по проведению кадастровых работ. В его состав предполагается привлечь преподавателей вузов и работников органов кадастровой службы земель. Это позволит повысить качество работы и квалификации работников, этой сферы и явится одним из основных мероприятий посвященных Международному году почв. Дагестанское отделение общества почвоведов им. В.В. Докучаева работники проектных учреждений и городских школ, разработали программу мероприятий по проведению Международного года

почв и Всемирного дня почв – 5 декабря 2015-2016 годов. Основная цель - привлечь школьников, студентов и общественности региона в выполнении научной программы по охране и использовании почв. В 2015 г. проведены мероприятия имеющие большие значение в воспитании школьников чувства ответственности за охрану окружающей среды.

1. Создание школьных секций в региональных отделениях общества почвоведов им. В.В. Докучаева на базе вузов и научных учреждений. В 10 школах среднего общеобразовательного уровня республики созданы школьные секции, где предполагается участие более 500 школьников.

2. Проведение городского конкурса знаний школьников под девизом «Почва глазами детей», осуществлено в городских школах с отбором лучших работ и передачей по республиканскому радио и телевидению.

3. Организация республиканской выставки «Жизнь почвы в наших руках».

4. Проведение городских, сельских, районных семинаров с участием представителей администраций и жителей городов, посвященного сохранению почв на участке своего дома, города, страны и Мира.

5. Выпуск юбилейного номера журнала «Аридные экосистемы», посвященного Международному году почв.

6. Организация Всероссийской научно-практической конференции с привлечением студенческой молодежи 5 декабря 2016 года в г. Махачкале, посвященной Всемирному дню почв под девизом «Почвенные ресурсы и проблемы продовольственной безопасности».

Для проведения конференции подготовлена программа и представлена в РФФИ по линии Института Геологии ДНЦ РАН и Дагестанского государственного университета проект в целях финансирования на конкурсной основе.

Представленный план мероприятий является проектом, и мы обращаемся с предложением к городским, районным администрациям научным учреждениям республиканского и регионального уровня, вузам, общеобразовательным школам и учащимся включиться в выполнение этого проекта. Содержание предлагаемого проекта представлено Даг. Отделением общества почвоведов им. В.В. Докучаева и курируется с кафедрой почвоведения ДГУ и отвечает задачам, выдвинутым Генеральной ассамблеей ООН по охране почвенного покрова, как национального достояния народа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Докучаев В.В. К оценке земель Европейской части России. Сельхозгиз. М.: 1949. Соч.II. С. 150-161.

Добровольский Г.В. Значение биосферы в сохранение биоразнообразия // Почвоведение, №6.1996. С. 649-699.

Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. Наука. М.: 2010. 244 с.

Залибеков З.Г. Значение исследования состава гумуса в создании теории поведения почв во времени. Вестник ДГУ. Естественные науки. Махачкала. №6. 2013. С. 42-47.

Ковда В.А. Биосфера, почвы и их использование. Доклад на I первом пленарном заседании X международном конгрессе почвоведов // Почвоведение. 1975. №1. С. 6-14.

Мирзоев Э.М-Р. Почвенно-мелиоративное районирование северо-дагестанской низменности. Махачкала. 1975. 26 с.

Салманов А.Б., *Керимханов С.У., Залибеков З.Г.* Классификация и диагностика почв Дагестана. Даг. Филиал. Махачкала. Отдел биологии. 1979. 98 с.

Стасюк Н.В. Динамика почвенного покрова дельты Терека. Махачкала. 2005. 194 с.

SCIENTIFIC AND APPLIED ASPECTS OF EVENTS DEVOTED TO THE INTERNATIONAL YEAR OF SOILS

© 2016. M.Z. Zalibekova

Dagestan State University
Russia, 367000, Makhachkala, Dzerjinskiy str.,4. E-mail: mzalibekova@inbox.ru

The article presents short review of scientific and applied works undertaken by Daghestan branch of the soil scientists' society behalf V.V. Dokuchaev devoted to the International year of soils. The value and development of general public activities in program of soil conservation as National treasure are distinguished.
Keywords: the International year of soils, soil conservation, school section, food security, market economy, fertility, land registry.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №2 (67), с. 98-99.

ПОТЕРИ НАУКИ

УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ
МАРАТ АБДУЛАЕВИЧ БАЛАМИРЗОЕВ
(13.10.1934-23.01.2015)

Соболезнования родным и близким

От членов редколлегии журнала «Аридные экосистемы», от коллег Дагестанского отделения Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева, общества охраны природы, Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН, Дагестанского научно-исследовательского института сельского хозяйства

23 января 2015 г после непродолжительной болезни скончался известный в республике и за ее пределами ученый в области генезиса, географии, классификации, картографии и бонитировки почв, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией почвенных и растительных ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН Марат Абдулаевич Баламирзоев. После окончания в 1960 году Дагестанского сельскохозяйственного института Марат Абдулаевич с 1961 по 1994 годы работал в отделе почвоведения Дагестанского научно-исследовательского института сельского хозяйства на должностях: почвоведа (1961-1964 гг.), начальника почвенной партии (1967-1969 гг.), старшего научного сотрудника (1970-1973 гг.), заведующего лабораторией генезиса, географии и классификации почв (1973-1982 гг.), заведующего отделом почвоведения (1982-1994 гг.), с 1994 года до своей кончины в Прикаспийском институте биологических ресурсов ДНЦ РАН на должностях: старшего (1994-1998 гг.), ведущего научного сотрудника (1998-2011 гг.), с 2011 года в качестве заведующего лабораторией почвенных и растительных ресурсов. В 1972 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1976 году ему было присвоено ученое звание старшего научного сотрудника по специальности «Почвоведение»

Под руководством М.А. Баламирзоева были проведены крупномасштабные почвенные и почвенно-эрозионные исследования земель на низменности и в предгорных районах республики Дагестан. Им разработана новая агропроизводственная группировка почв и земель применительно для горных областей Юга России со специализацией плодоводства и виноградарства. Проведены фундаментальные исследования по разработке теоретических основ комплексного эколого-генетического картографирования и районирования почвенного покрова аридных экосистем (на примере Западного Прикаспия). Впервые разработан новый метод факторно-режимного картирования процессов деградации почв и опустынивания земель аридных территорий. Исследованы факторы естественной и антропогенной эволюции и опустынивания почвенного покрова дельтовых экосистем Юго-Западного Прикаспия. Под руководством М.А. Баламирзоева составлены электронные оцифрованные (в масштабе 1:200000): почвенная карта Дагестана, карта почвенно-агроэкологического районирования земельного фонда и карта бонитета почв Республики Дагестан. С 2000 года до своей кончины был заместителем председателя и ученым секретарем Дагестанского отделения Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

М.А. Баламирзоевым опубликовано более 250 научных работ, в том числе монографии: «Почвы предгорного Дагестана», «Эффективное использование предгорных земель», «Земля – наше богатство», «Почвы Дагестана. Экологические аспекты их

рационального использования», «Научно-прикладные аспекты мелиорации земель Дагестана».

Марат Абдулаевич неоднократно удостаивался Почетных грамот Президиума РАН, Президиума ДНЦ РАН, Всероссийского общества почвоведов, Всероссийского общества охраны природы, награжден медалью «За трудовую доблесть». В 1995 году ему было присвоено почетное звание «Заслуженный агроном Республики Дагестан», в 2006 году был избран членом-корреспондентом международной академии виноградарства и виноделия. С 2012 года был зарегистрирован в качестве эксперта в Федеральном реестре экспертов научно-технической сферы. Где бы не работал Марат Абдулаевич его отличало большое трудолюбие и ответственное отношение к должностным обязанностям.

Коллегам, товарищам М.А. Баламирзоев запомнился как талантливый ученый, отзывчивый товарищ и прекрасный семьянин. Светлая память о нем навсегда сохранится в сердцах его коллег и друзей.

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2015. Т. 21. № 1 (62)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2015. Vol. 21. № 1 (62)

Учредители: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Дагестанского научного центра РАН (ИГ ДНЦ РАН).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Роскомнадзоре (Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций) – ПИ № ФС77-56164 от 15 ноября 2013 г.

ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК

Формат 60х 84 $^{1}/_{8}$	Объем 6.5 п.л.
Тираж 200 экз.	Заказ №

Тиражировано в типографии ИП Гаджиева С.С.
367025, Махачкала, ул. Юсупова, 47
RIZO-PRESS, Тел. 8(8722) 68-40-21

Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)