

ISSN 2713-1572

2022

Том 12. № 2

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 12. No. 2

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2022

Том 12. № 2

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2022

Volume 12. No. 2



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2022. Vol. 12. No. 2

Academic Periodical

First published in 2011

4 issues a year

Founder:

Federal State Autonomous
Educational Institution
of Higher Education
“Volgograd State University”

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Registration Number **ПН № ФС77-74483** of November 30, 2018)

The journal is included into the **Russian Science Citation Index**

The journal is also included into the following Russian and international databases: **Google Scholar** (USA), **Open Academic Journals Index** (Russia), **ProQuest** (USA), **VINITI Database RAS** (Russia), **“CyberLeninka” Scientific Electronic Library** (Russia), **“Socionet” Information Resources** (Russia), **IPRbooks E-Library System** (Russia), **E-Library System “University Online Library”** (Russia)

Editorial Staff:

Assoc. Prof., Dr. *E.A. Ivantsova* – Chief Editor (Volgograd)
Prof., Dr. *V.V. Novochadov* – Deputy Chief Editor (Volgograd)
Assoc. Prof., Cand. *P.A. Krylov* – Executive Secretary and Copy Editor (Volgograd)
Prof., Dr. *L.A. Anisimov* (Volgograd)
Dr., Senior Researcher *V.P. Voronina* (Volgograd)
Prof., Dr. *A.A. Okolelova* (Volgograd)
Assoc. Prof., Dr. *V.A. Sagalaev* (Volgograd)
Prof., Dr. *V.V. Tanyukevich* (Novocherkassk)
Assoc. Prof., Dr. *V.G. Yuferev* (Volgograd)

Editorial Board:

Prof., Dr. *S.A. Bartalev* (Moscow); Prof., Dr. *M.N. Belitskaya* (Volgograd); Prof., Dr. *Yu.K. Vinogradova* (Moscow); Assoc. Prof., Dr. *D.S. Vorobev* (Tomsk); Prof., Acad. of RAS *I.F. Gorlov* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *P.M. Gzhambetova* (Grozny); Prof., Dr. *S.I. Kolesnikov* (Rostov-on-Don); Prof., Dr., Acad. of RAS *I.P. Kruzhilin* (Volgograd); Prof., Acad. of RAS *K.N. Kulik* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr., Acad. of RANHM *G. Mustafaev* (Baku, Azerbaijan); Prof., Dr., Acad. of RAS *A.S. Rulev* (Volgograd); Prof., Dr., Corr. Member of RAS *M.I. Slozhenkina* (Volgograd); Prof. of RAS, Dr. *N.V. Tiutiuma* (Solyonoye Zaymishche, Astrakhan Oblast); Prof., Dr. *A.V. Khoperskov* (Volgograd); Assoc. Prof., Dr. *S.R. Chalov* (Moscow); Prof., Acad. of RAS *A.A. Chibilev* (Orenburg); Prof., Dr. *G.Yu. Yamskikh* (Krasnoyarsk)

Making up *O.N. Yadykina*

Technical editing *S.A. Astakhova*

Passed for printing: Aug. 15, 2022.

Date of publication: Oct. 11, 2022.

Format 60×84/8. Offset paper. Typeface Times.

Conventional printed sheets 7.3. Published pages 7.8.

Number of copies 500 (1* duplicate 1–28). Order 104. «C» 26.

Open price

Address of the Printing House:

Bogdanova St, 32, 400062 Volgograd.

Postal Address:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Publishing House of Volgograd State University.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Address of the Editorial Office and the Publisher:

Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd.

Volgograd State University.

Tel.: (8442) 46-16-39. Fax: (8442) 46-18-48

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Journal website: <https://ns.jvolsu.com>

English version of the website:

<https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>



ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2022. Т. 12. № 2

Научно-теоретический журнал

Основан в 2011 году

Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (регистрационный номер **ПИ № ФС77-74483** от 30 ноября 2018 г.)

Журнал включен в базу **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**

Журнал также включен в следующие российские и международные базы данных: **Google Scholar** (США), **Open Academic Journals Index** (Россия), **ProQuest** (США), **ВИНИТИ** (Россия), **Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»** (Россия), **Соционет** (Россия), **Электронно-библиотечная система IPRbooks** (Россия), **Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»** (Россия)

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, доц. **Е.А. Иванцова** – главный редактор (г. Волгоград)
д-р мед. наук, проф. **В.В. Новочадов** – зам. главного редактора (г. Волгоград)
канд. биол. наук, доц. **П.А. Крылов** – ответственный и технический секретарь (г. Волгоград)
д-р геол.-минер. наук, проф. **Л.А. Анисимов** (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр. **В.П. Воронина** (г. Волгоград)
д-р биол. наук, проф. **А.А. Околелова** (г. Волгоград)
д-р биол. наук, доц. **В.А. Сагалаев** (г. Волгоград)
д-р с.-х. наук, проф. **В.В. Танюкевич** (г. Новочеркасск)
д-р с.-х. наук, доц. **В.Г. Юферев** (г. Волгоград)

Редакционный совет:

д-р техн. наук, проф. **С.А. Барталев** (г. Москва); д-р биол. наук, проф. **М.Н. Белицкая** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф. **Ю.К. Виноградова** (г. Москва); д-р биол. наук, доц. **Д.С. Воробьев** (г. Томск); проф., академик РАН **И.Ф. Горлов** (г. Волгоград); д-р биол. наук, доц. **П.М. Джамбетова** (г. Грозный); д-р с.-х. наук, проф. **С.И. Колесников** (Ростов-на-Дону); д-р с.-х. наук, проф., академик РАН **И.П. Кружилин** (г. Волгоград) проф., академик РАН **К.Н. Кулик** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц., академик РАН **М.Г. Мустафаев** (г. Баку, Азербайджан); д-р с.-х. наук, проф., академик РАН **А.С. Рулев** (г. Волгоград); д-р биол. наук, проф., чл.-кор. РАН **М.И. Сложеникина** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, проф. РАН **Н.В. Тютюма** (Астраханская обл., с. Солёное Займище); д-р физ.-мат. наук, проф. **А.В. Хоперсков** (г. Волгоград); д-р геогр. наук, доц. **С.Р. Чалов** (г. Москва); д-р геогр. наук, проф., академик РАН **А.А. Чибилев** (г. Оренбург); д-р геогр. наук, проф. **Г.Ю. Ямских** (г. Красноярск)

Верстка **О.Н. Ядыкиной**

Техническое редактирование **С.А. Астаховой**

Подписано в печать 15.08 2022 г.

Дата выхода в свет: 11.10 2022 г.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 7,3. Уч.-изд. л. 7,8.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–28 экз.). Заказ 104. «С» 26.

Свободная цена

Адрес типографии:

400062 г. Волгоград, ул. Богданова, 32.

Почтовый адрес:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Издательство

Волгоградского государственного университета.

E-mail: izvolgu@volsu.ru

Адрес редакции и издателя:

400062 г. Волгоград, просп. Университетский, 100.

Волгоградский государственный университет.

Тел.: (8442) 46-16-39. Факс: (8442) 46-18-48

E-mail: vestnik11@volsu.ru

Сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com>

Англояз. сайт журнала: <https://ns.jvolsu.com/index.php/en/>



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

<i>Трубакова К.Ю.</i> К вопросу сохранения биоразнообразия пастбищных агроценозов сухих степей Нижнего Поволжья	5
<i>Иванцова Е.А., Аль-Чаабави М.Р.А.</i> Оценка экологического состояния агроландшафтов в южной части междуречья Тигра и Евфрата с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий: теоретические основы и предпосылки	12
<i>Венецианский А.С., Иванцова Е.А., Шуликина М.П.</i> Дистанционный мониторинг качества атмосферного воздуха города Волгограда	21
<i>Оруджева Р.Н. кызы, Мустафаев М.Г. оглы, Гурбанова З.Р. кызы.</i> Оценка влияния орошения на экологическое состояние серо-коричневых почв Гянджа-Казахского массива	29
<i>Матвеев Ш.</i> Геоинформационное картографирование современного состояния сельскохозяйственных территорий Новоаннинского района Волгоградской области	36
<i>Гурбанов Р.Г., Джамбетова П.М.</i> Исследование генотоксичности и окислительного стресса лекарственных растений	43

ГЕОЭКОЛОГИЯ

<i>Рябинина Н.О.</i> Классификация напряженных геоэкологических ситуаций и их ландшафтная обусловленность (на примере Волгоградской области)	51
<i>Дорошенко В.В.</i> Геоинформационный анализ динамики площадей очагов опустынивания в восточной части Ставропольского края	59
<i>Юферева В.Г., Мелихова А.В., Бальнова В.В.</i> Геоинформационный анализ рельефа Кумо-Маньчской впадины	67

CONTENTS

ECOLOGY

<i>Trubakova K.Yu.</i> Preservation of the Biodiversity of Pasture Agrocenoses of the Dry Steppes of the Lower Volga Region	5
<i>Ivantsova E.A., Al-Chaabawi M.R.A.</i> Assessment of the Ecological State of Agricultural Landscapes in the Southern Part of the Tigris-Euphrates Interfluvium Using Remote Sensing Data and GIS Technologies: Theoretical Foundations and Prerequisites	12
<i>Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P.</i> Remote Monitoring of Air Quality in the City of Volgograd	21
<i>Orudjova R.N. kyzы, Mustafayev M.G. ogly, Qurbanova Z.R. kyzы.</i> Assessment of the Impact of Irrigation on the Ecological State of Gray-Brown Soils of the Ganja-Kazakh Massif	29
<i>Matveev S.</i> Geoinformation Mapping of the Current State of Agricultural Territories of the Novoanninsky District of the Volgograd Region	36
<i>Gurbanov R.G., Dzhambetova P.M.</i> Study of Genotoxicity and Oxidative Stress of Medicinal Plants in Mountain Territories of the Chechen Republic	43

GEOECOLOGY

<i>Ryabinina N.O.</i> The Classification of Intense Geoeological Situations and Their Landscape Conditionality (by the Example of the Volgograd Region)	51
<i>Doroshenko V.V.</i> Geoinformation Analysis of the Dynamics of the Areas of Desertification Hotbeds in the Eastern Part of the Stavropol Region	59
<i>Yufereva V.G., Melikhova A.V., Balynova V.V.</i> Geoinformation Analysis of the Relief of the Kumo-Manych Depression	67



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.1>

UDC 633.2.039

LBC 41.9

PRESERVATION OF THE BIODAZONITY OF PASTURE AGROCENOSES OF THE DRY STEPPES OF THE LOWER VOLGA REGION¹

Karine Yu. Trubakova

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Nowadays, more than 85% of pastures are depleted, they have low productivity and poor biodiversity. Therefore, the priority is the issue of stabilizing the productivity of pasture agrocenoses, increasing their longevity and species diversity. The purpose of the research is to develop effective methods for stabilizing and increasing the productivity of agrocenoses in natural conditions and on artificially created lysimeters of the hydrological complex of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences. Reducing the load of small and large cattle on the pasture leads to the stabilization of the process of restoration of the vegetation cover of natural agrocenoses, but it is necessary to study all the mechanisms of soil degradation and develop a balanced and adapted range of pasture ecosystems. As a result of the research, a promising composition of polycomponent agrocenoses was selected, which is represented by herbs of the Stavropol selection, most of them are represented by the *Poaceae* family, in combination with *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Artemisia arenaria* D.C., and *Eurotia ceratoides* L. on lysimeters with a chernozem soil substrate, there are the best conditions for the growth and development of agrocenoses. The average productivity of green mass in terms of hay was 2.5 t/ha during the growing season. Over 70% of the phytomass is formed by grasses. On the light-chestnut sandy loam substrate on the pastures “spring – summer” and “summer – autumn” the lowest productivity of phytomass was noted – 2.2 t/ha. The results obtained will be used in the further study of the dynamics of soil degradation and the development of effective phytomeliorative measures leading to the conservation of the biodiversity of pasture agrocenoses and their restoration in a changing climate.

Key words: biodiversity of agrocenoses, pastures, productivity, dry steppe, Lower Volga region.

Citation. Trubakova K. Yu. Preservation of the Biodazonity of Pasture Agrocenoses of the Dry Steppes of the Lower Volga Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.1>

УДК 633.2.039

ББК 41.9

К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПАСТБИЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СУХИХ СТЕПЕЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ¹

Каринэ Юрьевна Трубакова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. На сегодняшний день более 85 % пастбищ истощены, они имеют низкую продуктивность и скудное биоразнообразие. Поэтому в приоритете находится вопрос стабилизации продуктивности пастбищ-

ных агроценозов, увеличение их долголетия и видового разнообразия. Цель исследований – разработка эффективных методов стабилизации и увеличения продуктивности агроценозов в естественных условиях и на искусственно созданных лизиметрах гидрологического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН. Снижение нагрузки мелкого и крупного рогатого скота на пастбище ведет к стабилизации процесса восстановления растительного покрова естественных агроценозов, но необходимо изучить все механизмы деградации почвенного покрова и разработать сбалансированный и адаптированный ассортимент пастбищных экосистем. В результате исследований был подобран перспективный состав поликомпонентных агроценозов, который представлен травами Ставропольской селекции, большая их часть представлена семейством *Poaceae*, в сочетании с полукустарничками *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Artemisia arenaria* D.C., и кустарником *Eurotia ceratoides* L. Исследованиями установлено, что на лизиметрах с черноземовидным почвенным субстратом имеются наилучшие условия для роста и развития агроценозов. Средняя продуктивность зеленой массы в пересчете на сено составила 2,5 т/га за вегетацию. Свыше 70 % фитомассы сформировано злаковыми травами. На светло-каштановом супесчаном субстрате на пастбищах «весна – лето» и «лето – осень» отмечена наименьшая продуктивность фитомассы – 2,2 т/га. Полученные результаты будут задействованы в дальнейшем изучении динамики деградации почвенного покрова и разработки эффективных фитомелиоративных мероприятий, ведущих к сохранению биоразнообразия пастбищных агроценозов и их восстановлению в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: биоразнообразие агроценозов, пастбища, продуктивность, сухая степь, Нижнее Поволжье.

Цитирование. Трубакова К. Ю. К вопросу сохранения биоразнообразия пастбищных агроценозов сухих степей Нижнего Поволжья // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 5–11. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.1>

Введение

В современных природно-климатических и социально-экономических условиях требуется незамедлительного решения вопроса в формировании устойчивых пастбищных агроценозов с учетом сроков их оптимального использования [2; 7; 8; 9]. Нерациональное антропогенное использование земель приводит к критической деградации экосистемы, сопровождающейся ухудшением как количественных, так и качественных характеристик агроландшафтов [3; 4].

Рациональная эксплуатация, восстановление и сохранение хрупких пастбищных экосистем поможет создать основы устойчивого развития пастбищного природопользования аридных территорий [1; 4; 5; 6; 11]. Оценка изменений социально-экономических, экологических, геополитических проблем и продуктивности пастбищ и лесопастбищ сухих степей Нижнего Поволжья позволит минимизировать последствия отрицательного воздействия на них.

На сегодняшний день главной задачей является решение проблем роста и развития растений на пастбище с учетом их сезонности и норм выпаса животных на них [5; 10; 11; 12].

В результате снижения животноводческой нагрузки за десятилетия существования на обширных территориях Нижнего Поволжья

были вновь восстановлены зональные пастбищные экосистемы [7]. Благодаря накопленной почвенной влаге и отсутствию воздействия выпаса мелкого и крупного рогатого скота произошла хоть и незначительная, но активизация процесса восстановления многолетнего растительного покрова. Данный факт говорит о необходимости продолжать путем осуществления фитомелиоративных мероприятий стабилизировать и повышать продуктивность вторичных пастбищных агроценозов.

Цель исследований заключается в разработке эффективных методов стабилизации и увеличения продуктивности пастбищных агроценозов в естественных условиях и на искусственно сконструированных лизиметрах гидрологического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН. Выявить наиболее перспективный состав поликомпонентных агроценозов под защитой кустарниковых и полукустарниковых насаждений. Определить наиболее оптимальные сроки изъятия фитомассы с учетом сезонности пастбищ («весна – лето», «лето – осень»).

Материалы и методы

Объект исследования в естественных условиях – участок Берли (47°33' с.ш.; 47°16' в.д.), расположенный в Харабалинском районе Астраханской области (см. рис. 1). Поликомпо-



Рис. 1. Объект исследований, участок Берли, Харабалинский район, Астраханская область (47°33' с.ш.; 47°16' в.д.)

нентные посевы (контроль) сконструированы на лизиметрах ФНЦ агроэкологии РАН, на 2-почвенных субстратах, черноземовидном и светло-каштановом супесчаном. Размер лизиметра 1,75 × 3,6 м [9].

В результате исследований подобран перспективный состав травосмесей, представленный травами Ставропольской секции, в основном представлены семейством *Poaceae*: житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum* L.), козлец безостый (*Bromus inermis* (Leyss.) пырей удлиненный (*Agropyrum elangatum* (Host.) P.B., мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) в сочетании с полукустарничками кохия простертая (*Kochia prostrata* (L.) Schrad), полынь песчаная (*Artemisia arenaria* D.C.), и кустарником терескеном серым (*Eurotia ceratoides* L.).

Эколого-биологические особенности доминирующих кормовых кустарников *Eurotia ceratoides* L. и полукустарников *Kochia prostrata* (L.) Schrad, *Artemisia arenaria* D.C. изучались на лизиметрах гидрологического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН.

В период 2020 г. исследований, метеоусловия оказались крайне тяжелыми для нормальной вегетации растений. Отклонение осадков было на 100 мм ниже нормы, температура выше нормы на 2,0 °С. Неблагоприятные летние стихийные явления, а именно су-

хоеви и критические дневные температуры, в отдельные периоды до +52 °С, привели к перегрузке пастбищ, уменьшению обилия видов, изменению вертикальной структуры травостоя растений и их стремительному семенному возобновлению. В результате продуктивная фитомасса была сосредоточена на уровне до 10 см (см. рис. 2).

Результаты и обсуждения

Наилучший результат по динамике отрастания травостоя и продуктивности агроценоза установлен на лизиметре с черноземовидным почвенным субстратом. К концу вегетации кустарниковые и полукустарниковые виды достигли высоты: *Eurotia ceratoides* L. – 100 см; *Kochia prostrata* (L.) Schrad и *Artemisia arenaria* D.C. – 80 см. Травянистый ярус, представленный семейством *Poaceae*, в среднем достиг высоты 120 см. На светло-каштановом супесчаном почве результат был значительно хуже: *Eurotia ceratoides* L. – 75 см, *Kochia prostrata* (L.) Schrad – 70 см, травы семейства *Poaceae* – 95 см. Что же касается полукустарничка *Artemisia arenaria* D.C., то данный вид практически выпал из травосмеси, высота сохранившихся единичных растений достигала не более 40 см (см. таблицу).



Рис. 2. Надземная фитомасса *Kochia prostrata* (L.) Schrad., лизиметр со светло-каштановым супесчаным субстратом, пастбище «лето – осень», г. Волгоград, 15.07.2020 г.

Средняя динамика прироста фитомассы в зависимости от ассортимента и сезонности пастбищ, ФНЦ агроэкологии РАН, 2020 г.

Вид	Высота травостоя (Н), см				
	20.05	20.06	20.07	20.08	20.09
Черноземовидный супесчаный субстрат					
Пастбище «весна – лето»					
<i>Eurotia ceratoides</i> L.	80	86	90	100	100
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad	60	63	75	80	80
<i>Poaceae</i> в том числе: <i>Agropyron cristatum</i> L. <i>Agropyrum elangatum</i> (Host.) P.B. <i>Bromus inermis</i> (Leyss.) <i>Poa pratensis</i> L.	65	69	95	110	110
Пастбище «лето – осень»					
<i>Eurotia ceratoides</i> L.	80	86	90	100	100
<i>Artemisia arenaria</i> D.C.	60	63	75	80	80
<i>Poaceae</i> в том числе: <i>Agropyron cristatum</i> L. <i>Agropyrum elangatum</i> (Host.) P.B. <i>Bromus inermis</i> (Leyss.)	65	69	95	120	120
Светло-каштановый супесчаный субстрат					
Пастбище «весна – лето»					
<i>Eurotia ceratoides</i> L.	55	65	75	75	75
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad	55	60	70	70	70
<i>Poaceae</i> в том числе: <i>Agropyron cristatum</i> L. <i>Agropyrum elangatum</i> (Host.) P.B. <i>Bromus inermis</i> (Leyss.) <i>Poa pratensis</i> L.	55	68	93	95	95
Пастбище «лето – осень»					
<i>Eurotia ceratoides</i> L.	55	59	70	70	70
<i>Artemisia arenaria</i> D.C.	22	34	37	37	40
<i>Poaceae</i> в том числе: <i>Agropyron cristatum</i> L. <i>Agropyrum elangatum</i> (Host.) P.B. <i>Bromus inermis</i> (Leyss.)	55	65	93	95	95

Средняя продуктивность травянисто-кустарниковых пастбищ «весна – лето» составила 2,8 т/га, «лето – осень» – 2,1 т/га в пересчете зеленой массы на сено. Свыше 70 % общей фитомассы сформировано злаковыми травами. Разница между продуктивностью сезонных пастбищ незначительна. Наименьшая продуктивность отмечена на светло-каштановом супесчаном субстрате и составила в обоих вариантах 2,2 т/га (рис. 3).

Заключение

Продуктивность и разнообразие естественных пастбищ напрямую зависят от запаса накопленной почвенной влаги и интенсивности выпаса животных. Чрезмерные пастбищные перегрузки приводят к смене агроценозов, уменьшению обилия видов, ускоренному семенному возобновлению растений.

Учитывая сезонность пастбищ, средняя продуктивность фитомассы в обоих вариантах составила 2,5 т/га. Свыше 70 % фитомассы было сформировано злаковыми травами.

Необходимо учитывать, что время использования пастбищ различно. Состав поликомпонентных агроценозов следует подбирать с учетом сезона, перераспределяя тем самым нагрузку на пастбище. Благоприятный период после первого стравливания травостоя наступает через 20–25 дней. Период активного

роста растений в летний период занимает около 10 дней, в осенний – 35 дней. Разработанные фитомелиоративные методики нацелены на стабилизацию и повышение продуктивности, а также ускорение процессов восстановления вторичных пастбищных агроценозов.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100407-3 «Теоретические основы и технологии устойчивого функционирования природных кормовых угодий аридных и субаридных регионов средствами комплексной фитомелиорации в условиях опустынивания и изменения климата».

The work was carried out within the framework of the state task of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. 122020100407-3 “Theoretical Foundations and Technologies for the Sustainable Functioning of Natural Forage Lands in Arid and Subarid Regions by Means of Integrated Phytomelioration in Conditions of Desertification and Climate Change”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронина, В. П. Фитоценотическая структура и продуктивность злаковых ассоциаций в агроландшафтах / В. П. Воронина, О. В. Рулева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное об-

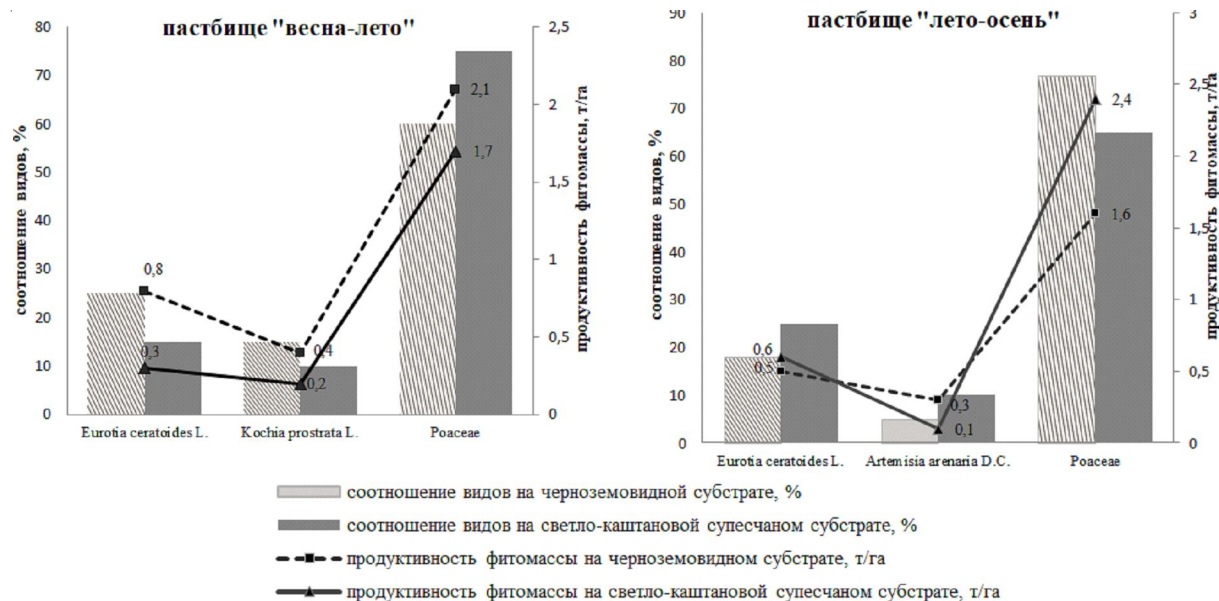


Рис. 3. Соотношение видов в травосмесях (%) и их продуктивность (т/га) с учетом сезонности пастбищ, ФНЦ агроэкологии РАН, 2020 г.

разование. – 2018. – № 4 (52). – С. 57–64. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-7>

2. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий Юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юфев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 151–158.

3. Иванцова, Е. А. Устойчивое развитие агроэкосистем / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, Ю. С. Половинкина // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 27–30.

4. Комарова, И. А. Геоинформационная оценка агроландшафтов на тестовом полигоне «черные земли» / И. А. Комарова, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 1 (61). – С. 452–460. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-01-43>

5. Лапенко, Н. Г. Присельские пастбища – важная кормовая база для животных индивидуального сектора / Н. Г. Лапенко, Л. П. Оганян // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11 (190). – С. 9–17. – DOI: https://doi.org/10.32417/article_5dcd861e318036.10746233

6. Методы повышения продуктивности аридных пастбищ / В. Г. Гребенников, Н. Г. Лапенко, И. А. Шипилов, О. В. Хонина // Аграрная наука. – 2020. – № 9. – С. 70–73. – DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-70-73>

7. Рыбашлыкова, Л. П. Комплексная оценка функционирования *Krascheninnikovia ceratoides* L. и его продуктивный потенциал на мелиорированных пастбищах аридной зоны / Л. П. Рыбашлыкова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. – 2022. – Т. 17, № 2. – С. 166–179. – DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-2-166-179>

8. Трубакова, К. Ю. Конструирование пастбищных мелиоративно-кормовых насаждений в засушливых условиях Нижнего Поволжья / К. Ю. Трубакова, С. Ю. Турко // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2020. – № 3 (60). – С. 125–132. – DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.60.3.019>

9. Турко, С. Ю. Имитационные модели мелиорированных пастбищ на различных почвах в условиях сухой степи и полупустыни / С. Ю. Турко, А. В. Вдовенко, К. Ю. Трубакова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 3 (67). – С. 57–62.

10. Pugacheva, A. M. Climatic fluctuations in dry steppes and their role in the demutation process

/ A. M. Pugacheva // Arid Ecosystems. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P. 181–187.

11. Radochinskaya, L. P. Production potential of restored pastures of the North-western Caspian / L. P. Radochinskaya, A. K. Kladiev, L. P. Rybashlykova // Arid Ecosystems. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 51–58.

12. Vlasenko, M. V. Characteristics of the seasonal dynamic structure of phytocenoses on sandy grounds in the south of European Russia / M. V. Vlasenko, K. Yu. Trubakova // Arid Ecosystems. – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. 99–107. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096122010140>

REFERENCES

1. Voronina V.P., Ruleva O.V. Fitotsenoticheskaya struktura i produktivnost' zlakovykh assotsyatsiy v agrolandshaftakh [Phytocenotic Structure and Productivity of Grain Associations in Agricultural Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2018, no. 4 (52) pp. 57-64. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-7>

2. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev B.G., Ivantsova E.A. Distantnyonnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogennotransformirovannykh territorij Yuga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2019, no. 1, pp. 151-158.

3. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina Yu.S. Ustoichivoe razvitie agroekosistem [Sustainable Development of the Agroecosystem]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 27-30.

4. Komarova I.A., Ivantsova E.A. Geoinformatsionnaya otsenka agrolandshaftov na testovom poligone «chernye zemli» [Geoinformational Assessment of Agro-Landscapes at the Test Range “Black Lands”]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2021, no. 1 (61), pp. 452-460. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-01-43>

5. Lapenko N.G., Oganyan L.R. Priselkie pastbishcha – vazhnaya kormovaya baza dlya zhivotnykh individualnogo sektora [Rural Pastures – The Important Food Supply for Animals of the

Individual Sector]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2019, no. 11 (190), pp. 9-17. DOI: https://doi.org/10.32417/article_5dcd861e318036.10746233

6. Grebennikov V.G., Lapenko N.G., Shipilov I.A., Khonina O.V. Metody povysheniya produktivnosti aridnykh pastbishch [Methods for Increasing Productivity of Arid Pastures]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2020, no. 9, pp. 70-73. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-70-73>

7. Rybashlykova L.P. Kompleksnaya otsenka funktsionirovaniya Krascheninnikovia ceratoides L. i ego produktivnyi potentsial na meliorirovannykh pastbishchakh aridnoi zony [Comprehensive Assessment of Krascheninnikovia Ceratoides L. Development and Its Productive Potential in Reclaimed Pastures of Arid Zone]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries], 2022, vol. 17, no. 2, pp. 166-179. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-2-166-179>

8. Trubakova K.Yu., Turko S.Yu. Konstruirovaniye pastbishchnykh meliorativno-kormovykh nasazhdenii v zasushlivykh usloviyakh Nizhnego Povolzhya [Construction of Pasture Meliorative and Fodder Plants in the Dry Conditions

of the Lower Volga Region]. *Vestnik Buriatskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy], 2020, no. 3 (60), pp. 125-132. DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.60.3.019>

9. Turko S.Yu., Vdovenko A.V., Trubakova K.Yu. Imitatsionnye modeli meliorirovannykh pastbishch na razlichnykh pochvakh v usloviyakh sukhoi stepi i polupustyni [Simulation Models of Irrigated Pastures on Various Soils Under the Conditions of Dry Steppe and Semi-Desert]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways to Improve Efficiency of Irrigated Agriculture], 2017, no. 3 (67), pp. 57-62.

10. Pugacheva A.M. Climatic Fluctuations in Dry Steppes and Their Role in the Demutation Process. *Arid Ecosystems*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 181-187.

11. Radochinskaya L.P., Kladiev A.K., Rybashlykova L.P. Production Potential of Restored Pastures of the North-Western Caspian. *Arid Ecosystems*, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 51-58.

12. Vlasenko M.V., Trubakova K.Yu. Characteristics of the Seasonal Dynamic Structure of Phytocenoses on Sandy Grounds in the South of European Russia. *Arid Ecosystems*, 2022, vol. 12, no. 1, pp. 99-107. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096122010140>

Information About the Author

Karine Yu. Trubakova, Junior Researcher, Laboratory of Molecular Selection, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetskyy, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, trubakova-k@vfanc.ru

Информация об авторе

Каринэ Юрьевна Трубакова, младший научный сотрудник, лаборатория молекулярной селекции, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, trubakova-k@vfanc.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.2>

UDC 631.111.3:528.77:528.72

LBC 40.3(5Ирк)

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE SOUTHERN PART OF THE TIGRIS-EUPHRATES INTERFLUVE USING REMOTE SENSING DATA AND GIS TECHNOLOGIES: THEORETICAL FOUNDATIONS AND PREREQUISITES

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Mohammed Raheema Abdullah Al-Chaabawi

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Identification of the current state and agroforestry arrangement of agricultural landscapes, including agricultural lands, is an urgent task, the solution of which will allow planning work to prevent the destruction of the fertile soil layer and create conditions for the sustainable functioning of natural and territorial complexes. The conducted research allowed us to establish that negative natural factors and the intensification of agricultural production lead to soil depletion; the limited area of land suitable for agriculture requires improving soil quality, returning degraded and abandoned lands to agricultural circulation; constant monitoring of agricultural lands is necessary for an objective assessment of the state and effective restoration of resources; the use of innovative resource-saving technologies, make it possible to prevent degradation and restore soil fertility. As a result of studies of agroforestry landscapes using geoinformation systems, a variant of a modified methodology for the study of agricultural land, the creation of agroforestry protective plantings to prevent soil degradation and deterioration of the conditions of functioning of agricultural land is proposed. The landscapes of the southern part of the interfluvium of the Tigris and Euphrates rivers are the standards characteristic of floodplain ecosystems. Therefore, the results obtained using computer mapping and analysis of the state of agricultural lands can be used to form an ecological framework of sustainable landscapes, as well as to identify and map degradation processes in landscapes of analogues.

Key words: agricultural lands, agroforestry landscapes, geoinformation analysis, remote sensing, geoinformation systems, Maysan province (Iraq).

Citation. Ivantsova E.A., Al-Chaabawi M.R.A. Assessment of the Ecological State of Agricultural Landscapes in the Southern Part of the Tigris-Euphrates Interfluvium Using Remote Sensing Data and GIS Technologies: Theoretical Foundations and Prerequisites. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.2>

УДК 631.111.3:528.77:528.72

ББК 40.3(5Ирк)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ МЕЖДУРЕЧЬЯ ТИГРА И ЕВФРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРЕДПОСЫЛКИ

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Мохаммед Рахима Абдуллах Аль-Чаабави

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Выявление современного состояния и агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов, включая земли сельскохозяйственного назначения является актуальной задачей, решение которой позволит осуществлять планирование работ по предотвращению разрушения плодородного слоя почв и создания условий для устойчивого функционирования природно-территориальных комплексов. Проведенные исследования позволили установить, что негативные природные факторы и интенсификация сельскохозяйственного производства приводят к истощению почв; ограниченность площадей земель, пригодных для ведения сельского хозяйства, требует повышения качества почв, возврата в сельскохозяйственный оборот деградированных и заброшенных земель; для объективной оценки состояния и эффективного восстановления ресурсов необходим постоянный мониторинг сельскохозяйственных земель; применение инновационных ресурсосберегающих технологий, дают возможность предотвращения деградации и восстановления плодородия почв. В результате исследований агролесоландшафтов с использованием геоинформационных систем предложен вариант модифицированной методики исследования сельскохозяйственных угодий, создания агролесомелиоративных защитных насаждений для предотвращения деградации почв и ухудшения условий функционирования сельскохозяйственных угодий. Ландшафты южной части междуречья Тигра и Евфрата являются эталонами характерными для пойменных экосистем. Поэтому результаты, полученные с использованием компьютерного картографирования и анализа состояния сельскохозяйственных земель, могут быть использованы для формирования экологического каркаса устойчивых ландшафтов, а также для выявления и картографирования процессов деградации в ландшафтах аналогах.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, агролесоландшафты, геоинформационный анализ, дистанционное зондирование, геоинформационные системы, провинция Майсан (Ирак).

Цитирование. Иванцова Е. А., Аль-Чаабави М. Р. А. Оценка экологического состояния агроландшафтов в южной части междуречья Тигра и Евфрата с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий: теоретические основы и предпосылки // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 12–20. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.2>

Введение

Выявление современного состояния и агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов, включая земли сельскохозяйственного назначения, является актуальной задачей, решение которой позволит осуществлять планирование работ по предотвращению разрушения плодородного слоя почв и создания условий для устойчивого функционирования природно-территориальных комплексов.

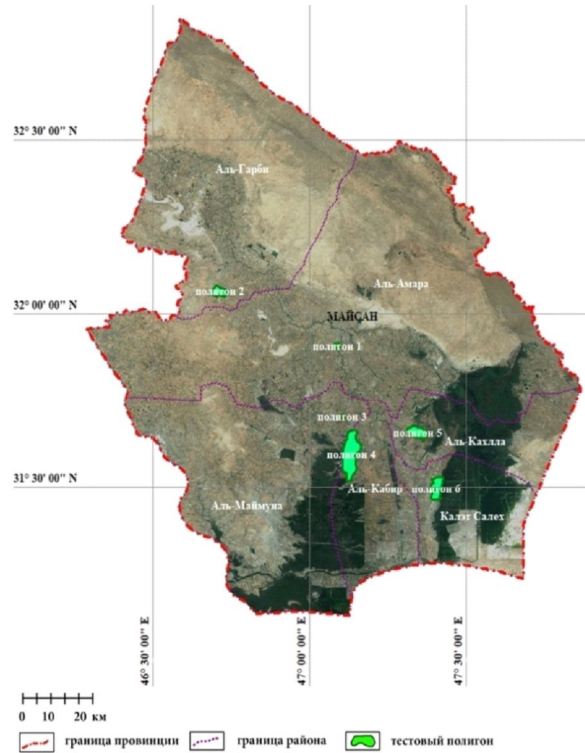
Площадь земель сельскохозяйственного назначения в республике Ирак составляет 9 250,0 тыс. га, из них 5 200 тыс. га – пашня. В южной части междуречья расположена провинция (мухафаза) Майсан, которая занимает территорию площадью 1 607,2 тыс га (см. рисунок). Площадь сельскохозяйственных земель составляет около 640 тыс. га, из них пашня – 636,8 тыс. га. Сельскохозяйственные земли в провинции Майсан, представляют собой в целом часть водосборной сети рек Тигр и Евфрат. Эта территория с древних времен интенсивно используется для производства сельскохозяйственной продукции, в связи с

чем защита почв от водной и ветровой эрозии (дефляции) является важным фактором поддержания их плодородия и дальнейшего развития сельского хозяйства страны [1].

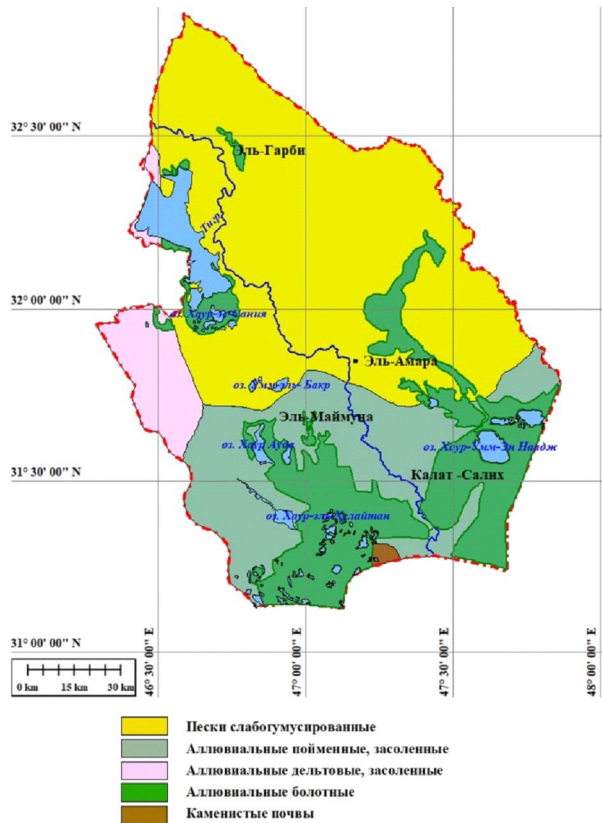
Материал и методы

Исследования сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата, проводимые в период 2019–2022 гг., основываются на методологии дистанционной оценки состояния агроландшафтов с использованием геоинформационного картографирования, картографического анализа тематических карт, разработанных по данным аэрокосмического зондирования.

Источником данных дистанционного зондирования для исследования ландшафтов являлись мультиспектральные спутниковые снимки и архивные данные на территорию исследований. Анализ и оценка состояния агролесоландшафтов осуществлялись по фототону распределения пикселей в определенном участке космоснимка с использованием данных глобальных цифровых моделей рельефа.



а



б

Тестовые полигоны и почвенная карта провинции Майсан:

а – тестовые полигоны в провинции Майсан; б – уточненная почвенная карта провинции Майсан

Известно, что деградация сельскохозяйственных земель отражается, прежде всего, на плодородии почв [8]. В современной трактовке существуют понятия: «деградация земель сельскохозяйственного назначения», «деградация почвенного покрова», «пастбищная деградация», «деградация агроландшафта» и т. д. По данным «Сводного доклада... около 2 млрд га пригодных для ведения сельского хозяйства земель подвергаются интенсивному антропогенному воздействию. Установлено, что в результате деградации и по причине отчуждения на другие хозяйственные нужды площадь пашни ежегодно сокращается примерно на 1,0 % [12]. Важно отметить, что деградация пашни влияет на состояние выращиваемых растений; на деградированных почвах уменьшается эффективность агротехнологий, в связи с чем, снижается качество и урожайность продукции.

Существует прямая зависимость структуры сельскохозяйственных угодий от геоморфологических, почвенных, гидрологических особенностей местности. Необходимо учитывать при этом высокие риски ведения сельскохозяйственного производства, обусловленные природными факторами; сезонный характер, наличия паводков и засухливых периодов, засоление почв и др.

Использование результатов дистанционного зондирования для исследования сельскохозяйственных ландшафтов обеспечивает получение информации о состоянии их поверхности на большой площади, позволяя при этом существенно уменьшить объем наземных исследований. Обладая большой информативностью данные, полученные в результате дистанционного зондирования, обеспечивают при этом высокую экономическую эффективность и научную достоверность исследований. При помощи дистанционных снимков можно получить большой объем информации не только о состоянии объектов на момент съемки, но и о процессах и явлениях проходящих в агроландшафтах при использовании данных регулярной съемки, при этом может быть получена информация недоступная при наземных исследованиях. Применение геоинформационных технологий для картографирования пространственных данных [9; 10] обеспечивает разработку картографических

слов, отражающих информацию, привязанную к географическим координатам, что обеспечивает новый научный уровень исследований.

Дешифрирование космоснимков является основой для геоинформационного картографирования и выявления состояния сельскохозяйственных ландшафтов и их оценки [3]. В настоящее время для анализа изучаемых наземных объектов применяются в основном оптические сканерные снимки и результаты радарного обследования, полученные современными спутниками дистанционного зондирования Земли.

Оптико-электронные системы, установленные на спутниках, предоставляют пространственную информацию о подстилающей поверхности в различных диапазонах длин электромагнитных волн [2]. Такие системы чаще всего проводят съемку в различных поддиапазонах оптического диапазона с расширением от ультрафиолетового до инфракрасного. Некоторые системы используют панхроматические каналы, которые могут проводить съемку в широком диапазоне спектра от 300 до 1 000 нм, но обычно ограничиваются меньшим диапазоном. Такие снимки обладают более высоким разрешением, по сравнению с другими спектрально-зональными снимками, поэтому используются для коррекции разрешения синтезированных из других каналов изображений. Мультиспектральные съемочные системы проводят съемку для отдельных спектральных зон в диапазоне от видимого до инфракрасного электромагнитного излучения, обычно с разрешением ниже, чем панхроматического канала. Наибольший практический интерес представляют мультиспектральные данные в свободном доступе с космических аппаратов нового поколения, среди которых Sentinel 2 (13 спектральных каналов), Landsat 8 (11 спектральных каналов). Снимки сверхвысокого разрешения можно получить со спутников WorldView-3, 4 (8 каналов).

Спутники нового поколения высокого и сверхвысокого разрешения, как правило, ведут съемку в панхроматическом и мультиспектральном режимах. Гиперспектральные съемочные системы проводят одновременную съемку для узких спектральных зон спектрального диапазона. Качество гиперспектральной съемки определяется шириной зоны

и последовательностью съемки. При этом ширина гиперспектральной зоны не более 10 нм. Пространственное разрешение снимка определяет размер объектов, видимых на изображении. На пространственное разрешение оптико-электронной системы оказывает влияние разрешение матрицы аппаратуры и расстояние от спутника до объекта. Разрешение космоснимка определяется как: сверхвысокое 0,2–1 м; высокое 1–10 м; среднее 10–30 м; низкое 30–200 м. Имеющиеся в настоящее время гиперспектральные снимки спутника Ресурс-П имеют разрешение около 30 м.

Оптико-электронные снимки предназначены для выполнения следующих задач: составление и обновление картографических данных; оценка состояния сельскохозяйственных угодий; оценка природных ресурсов; контроль антропогенной нагрузки; оценка последствий воздействия неблагоприятных природных явлений.

При дешифрировании снимков распознаются как объекты, так и их характеристики. Результаты дешифрирования используются для идентификации объектов на местности, выявляются особенности их отображения. На космоснимках непосредственно отображаются форма, размер, фактура, цвет объекта. Важным признаком для распознавания объектов является их форма, хорошо отображаемая на снимках.

Необходимо отметить, что тени от объектов и облаков затрудняют дешифрирование. Дешифрирование линейных, плоских и объемных объектов различается тем, что линейные объекты, как правило, имеют протяженные прямолинейные участки (например, дороги), плоские объекты (площадки и др.) сохраняют форму, так как нет искажений изображения из-за высоты объекта. Отображение объемных объектов изменяется в зависимости от расположения на снимке, расположенные в центральной части снимка отображаются с учетом перпендикулярности вертикальной плоскости, при этом незначительные искажения наблюдаются в нижней и верхней части объекта. При расположении объектов в других частях снимка верхние части объектов визуальнo отклоняются от центра затененных площадей. По величине тени можно определять высоту объектов, от-

брасывающих эти тени, в том числе высоту деревьев.

Тон изображения является важным свойством изображения местности на космоснимках, так как цвета и оттенки объектов на поверхности фиксируются на космоснимках определенным количеством тонов. На цифровых космоснимках формируется растровое изображение. Для растровой графики все изображение формируется из совокупности пикселей, которые характеризуются только одним значением тона и своим положением в растре.

Вода поглощает большую часть приходящего солнечного излучения, вследствие чего тон водной поверхности темный, темно-зеленый или почти черный. Для неглубоких водоемов, в связи с тем, что часть лучей отражается от дна и водных растений, изображения имеют зеленый или серый тон.

Для дешифрирования растительных сообществ надо иметь в виду, что они в период вегетации изменяют тон изображения, что связано с изменениями в развитии растений. Дешифрирование засоленных земель имеет особенности в том, что солончаки в сухое время года покрываются выходами солей и тон изображения очень светлый, с синим оттенком, иногда белый.

Как известно, ландшафт, как природно-территориальный комплекс, объединяет рельеф, почвы, растительность, гидрографическую сеть и др., отличающийся особенностями взаимодействия между его компонентами. В результате каждая структура изображения на космоснимке представляет собой фиксированный на снимке комплекс фаций, как совокупность тонов пикселей растрового изображения.

Использование данных дистанционного зондирования Земли основано на фиксации отраженной природными объектами энергии на космоснимках [6], связанной с оптическими свойствами природных объектов. В процессе исследований изучаются изменение характеристик отражения объектами ландшафта, которые могут иметь различные значения, связанные с особенностями их функционирования.

Основными задачами при теоретическом обосновании картографирования состояния сельскохозяйственных ландшафтов являются:

изучение характеристик отражения объектами исследований, сопоставление структуры отраженного спектра с состоянием объекта на момент съемки, составления каталога фототалонных объектов, анализ спектра отраженного света.

При определении состояния сельскохозяйственных ландшафтов необходимо установить уровень деградации и пространственное положение деградированных участков в ландшафте [7]. В связи с этим проблема научного обоснования картографирования деградированных земель по ее уровням является актуальной задачей, которая решается при совместном анализе космоснимков исследуемой территории, крупномасштабной топографической картографической основы и цифровой модели рельефа с учетом дополнительных данных, получаемых при полевых исследованиях.

Картографическое геоинформационное обеспечение становится необходимым инструментом защиты ландшафтов от деградации. Для анализа состояния земель сельскохозяйственного назначения и создания тематических компьютерных картографических моделей требуется разработка локальной географической информационной системы.

Изучение сельскохозяйственных ландшафтов с применением геоинформационных систем и технологий дистанционного мониторинга проводится с учетом их полевого геоботанического, почвенного и др. обследований.

Методические основы исследований сельскохозяйственных ландшафтов и их компонентов разработаны Б.В. Виноградовым, К.Н. Куликом, В.Г. Юфевым, и др. [4; 5; 9; 12].

При геоинформационном картографировании используются специализированные программы, например, QGIS 3.18 и представляет собой создание геоинформационных слоев, которые отражают определенные характеристики земель изучаемого района.

Картографирование сельскохозяйственных угодий с использованием данных дистанционного зондирования отличается преобладанием камеральных работ по отношению к полевым исследованиям.

Картографирование сельскохозяйственных ландшафтов по Б.В. Виноградову включает: 1) предварительное дешифрирование снимков; 2) полевое эталонирование; 3) экст-

раполяцию дешифровочных признаков; 4) полевой контроль; 5) окончательное дешифрирование и составление карт. Дешифрирование космоснимков для составления карт отличается выделением каркаса и текстуры изображения для определения границ объектов.

Результаты и обсуждение

В работах [7; 10; 11; 12] представлены современные способы составления тематических карт сельскохозяйственных ландшафтов. При этом выбор, хранение, анализ и обработка пространственных данных проводится в среде ГИС. Пространственные модели сельскохозяйственных земель создаются в виде растровых и векторных цифровых карт, показывающих рельеф, распределение почвенных контуров, характер использования земель, растительность на необрабатываемых участках.

Компьютерное геоинформационное картографирование дает возможность: определять координаты тестовых точек на местности; определять геоморфологические особенности и морфометрические характеристики изучаемой территории; уточнять площадь и границы угодий; создавать трехмерные модели рельефа, местности и т. д.

Такая методическая основа наиболее полно соответствует направлению исследований – геоинформационного анализа сельскохозяйственных ландшафтов южной части междуречья Тигра и Евфрата.

Картографирование состояния сельскохозяйственных ландшафтов с целью их оценки основано на использовании геостатистического анализа и на разработке картографических слоев состояния территорий. Б.В. Виноградов предложил четырехуровневую систему оценки экологического состояния по уровням «норма», «риск», «кризис» и «бедствие» [4; 5], на основании которой разрабатываются геоинформационные картографические слои пространственного распределения уровней деградации сельскохозяйственных ландшафтов. Состояние сельскохозяйственных ландшафтов, используемых для интенсивного ведения работ, осложнено изменениями внешних условий, которые часто приводят к развитию деградации [7]. Динамические критерии вы-

явления уровней деградации определяются скоростью неблагоприятных изменений угодий и дают возможность прогноза развития ситуации.

Применение географических информационных систем обеспечивает сбор, обработку, отображение и использование пространственных данных о землях сельскохозяйственного назначения, способах их защиты от деградации, интеграцию их в системные модели агролесоландшафтов для рационального использования при решении задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением территориальной организацией агроландшафта. Космические снимки земель сельскохозяйственного назначения, используемые для анализа их состояния, должны иметь высокое и сверхвысокое разрешение. Регулярность космической съемки и доступность ее обеспечивают достоверность результатов мониторинга сельскохозяйственных ландшафтов, а получение снимков одних и тех же объектов дает возможность оценить динамику текущих процессов.

Проведенные исследования на территории провинции Майсан позволили установить, что негативные природные факторы и интенсификация сельскохозяйственного производства приводит к истощению почв; ограниченность площадей земель, пригодных для ведения сельского хозяйства, требует повышения качества почв, возврата в сельскохозяйственный оборот деградированных и заброшенных земель; для объективной оценки состояния и эффективного восстановления ресурсов необходим постоянный мониторинг сельскохозяйственных земель; применение инновационных ресурсосберегающих технологий дает возможность предотвращения деградации и восстановления плодородия почв.

Заключение

В результате исследований агролесоландшафтов с использованием геоинформационных систем предложен вариант модифицированной методики исследования сельскохозяйственных угодий, создания агролесомелиоративных защитных насаждений для предотвращения деградации почв и ухудшения

условий функционирования сельскохозяйственных угодий.

Ландшафты южной части междуречья Тигра и Евфрата являются эталонами характерными для пойменных экосистем. Поэтому результаты, полученные с использованием компьютерного картографирования и анализа состояния сельскохозяйственных земель, могут быть использованы для формирования экологического каркаса устойчивых ландшафтов, а также для выявления и картографирования процессов деградации в ландшафтах-аналогах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авад, В. Р. Гидрологические и гидрогеологические особенности Ирака и пути преодоления процесса опустынивания / В. Р. Авад, Д. В. Лопатин // Экзогенные рельефообразующие процессы : материалы XXXIV Пленума геоморфологической комиссии РАН. – Волгоград, 2014. – С. 1–5.
2. Бакланов, А. И. Новые горизонты космических систем оптико-электронного наблюдения Земли высокого разрешения / А. И. Бакланов // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2018. – Т. 5, вып. 4. – С. 14–27.
3. Богомолов, Л. А. Дешифрирование аэроснимков / Л. А. Богомолов. – М. : Недра, 1976. – 144 с.
4. Виноградов, Б. В. Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М. : ГЕОС, 1998. – 418 с.
5. Виноградов, Б. В. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям / Б. В. Виноградов, К. Н. Кулик, А. Д. Сорокин // Экология. – 1988. – № 4. – С. 243–251.
6. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юферев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 151–158.
7. Иванцова, Е. А. Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов / Е. А. Иванцова, И. А. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 357–366.
8. Иванцова, Е. А. Устойчивое развитие агроэкосистем / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, Ю. С. Половинкина // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 27–30.

9. Кулик, К. Н. Аэрокосмические методы исследований аридных ландшафтов / К. Н. Кулик // Методы исследований водной эрозии в противоэрозионной лесомелиорации. – Волгоград, 1989. – Вып. 1 (96). – С. 43–58.

10. Кулик, К. Н. Фитоэкологическое картографирование песков по аэрокосмическим снимкам / К. Н. Кулик // Роль проектных и научных разработок в ускорении научно-технического прогресса лесохозяйственного производства. – М., 1988. – С. 185–188.

11. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. : Техносфера, 2008. – 312 с.

12. Юферев, В. Г. Геоинформационные методы оценки параметров деградации земель / В. Г. Юферев, М. В. Юферев // Степи Северной Евразии : материалы VI Междунар. симп. и VIII Междунар. школы-семинара «Геоэкологические проблемы степных регионов». – Оренбург, 2012. – С. 835–839.

REFERENCES

1. Avad V.R., Lopatin D.V. Hidrologicheskie i gidrogeologicheskie osobennosti Iraka i puti preodaleniya protsessa opustynivaniya [Hydrological and Hydrogeological Features of Iraq and Ways to Overcome the Desertification Process]. *Ekzogennye relefoobrazuyuzhie protsess: materialy XXXIV Plenuma geomorfologicheskoi komissii RAN* [Exogenous Relief-Forming Processes: Materials of the XXXIV Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences]. Volgograd, 2014, pp. 1-5.

2. Baklanov A.I. Novye gorizonty kosmicheskikh system optiko-elektronnogo nabludeniya Zemli vysokogo razresheniya [New Horizons of High-Resolution Optical-Electronic Earth Observation Space Systems]. *Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy* [Rocket and Space Instrumentation and Information Systems], 2018, vol. 5, iss. 4, pp. 14-27.

3. Bogomolov L.A. *Deshifrirovaniye aerosnimkov* [Decryption of Aerial Photographs]. Moscow, Nedra Publ., 1976. 144 p.

4. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoj ekologii* [Fundamentals of Landscape Ecology]. Moscow, GEOS Publ., 1998. 418 p.

5. Vinogradov B.V., Kulik K.N., Sorokin A.D. Kartografirovaniye zon eckologicheskogo neblagopolychiya po dinamicheskim kriteriyam [Mapping of Zones of Ecological Distress According to Dynamic Criteria]. *Ekologiya* [Ecology], 1988, no. 4, pp. 243-251.

6. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distantionnye issledovaniya i

kartografirovaniye sostoyaniya antropogenno-transformirovannykh territorij yuga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex], 2019, no. 1 (53), pp. 151-158.

7. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovaniye geoinformatsionnykh tekhnologiy i kosmicheskikh snimkov dlya analiza agrolandshaftov [The Use of Geoinformation Technologies and Satellite Images for the Analysis of Agricultural Landscapes]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex], 2021, no. 2 (62), pp. 357-366.

8. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina Yu.S. Ustoichivoe razvitiye agroekosistem [Sustainable Development of the Agroecosystem]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf* [Anthropogenic Transformation Geospaces: History and Modernity: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 27-30.

9. Kulik K.N. Aerokosmicheskie metody issledovaniy aridnykh landshaftov [Aerospace Methods of Arid Landscape Research]. *Metody issledovaniy vodnoj erozii v protivooerozionnoj lesomelioryatsii* [Methods of Water Erosion Research in Anti-erosion Forest Reclamation]. Volgograd, 1989, vol. 1 (96), pp. 43-58.

10. Kulik K.N. Fitoekologicheskoe kartografirovaniye peskov po aerokosmicheskim snimkam [Phytoecological Mapping of Sands by Aerospace Images]. *Rol proektykh i nauchnykh razrabotok v uskorenii nauchno-tekhicheskogo progressa lesokhozyjstvennogo proizvodstva* [The Role of Design and Scientific Developments in Accelerating Scientific and Technological Progress of Agricultural Production]. Moscow, 1988, pp. 185-188.

11. Chandra A.M., Gosh S.K. *Distanstionnoe zondirovaniye i geograficheskie informacionnye sistemy* [Remote Sensing and Geographic Information Systems]. Moscow, Technosfera Publ., 2008. 312 p.

12. Yuferev V.G., Yuferev M.V. Geoinformatsionnye metody otsenki paramrtrov degradatsii zemel [Geoinformation Methods for Assessing the Parameters of Land Degradation]. *Stepi Severnoj Evrazii: materialy VI Mezhdunar. simp. i VIII mezhdunar. shkoly-seminara «Geoekologicheskie problemy stepnykh regionov»* [Steppes of Northern Eurasia: Materials of the VI International. Simp. and the VIII International School-Seminar "Geoeological Problems of Steppe Regions"]. Orenburg, 2012, pp. 835-839.

Information About the Authors

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova.volgu@mail.ru

Mohammed Raheema Abdullah Al-Chaabawi, Postgraduate Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ahmedrame513@gmail.com

Информация об авторах

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института естественных наук, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova.volgu@mail.ru

Мохаммед Рахима Абдуллах Аль-Чаабави, аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ahmedrame513@gmail.com



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>

UDC 20.1

LBC 574

REMOTE MONITORING OF AIR QUALITY IN THE CITY OF VOLGOGRAD

Alexey S. Venetsiansky

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Maria P. Shulikina

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. In large cities, one of the significant problems is air pollution, which can harm both the health of the population and the environment as a whole. At the same time, a person cannot always independently determine the risk assessment and take the necessary measures. Therefore, the main source of knowledge for the population is informing about the environmental situation and about observations of the processes and phenomena that occur in the external environment. The quality of monitoring and forecasting of emergency situations has a decisive influence on the effectiveness of activities in the field of reducing the risks of their occurrence and scale. The Volgograd region is a region with a developed diversified industry. Among industrial facilities, such industries as metallurgical, chemical, fuel and construction are characterized by the highest emissions. In addition, food and light industry enterprises, industrial and domestic boiler houses are located in the region, which also contribute to the overall level of air pollution in the atmosphere. In this regard, the purpose of the study is to conduct satellite monitoring of air quality in the industrial center of the Volgograd region – the city of Volgograd. The article presents the results of remote monitoring from February to April 2022, where the criteria for air pollutants were calculated. According to the calculations obtained, an assessment of the pollution of the selected industrial center of the Volgograd region was obtained. To assess the level of air pollution, both international and Russian indicators were used and the following conclusion was reached. The system, which is adopted in Russia and the CIS countries, allows for a comprehensive assessment of air pollution. Thus, pollutants are normalized both by MPC and by the air pollution index.

Key words: air quality, monitoring, pollution level, air quality index, air pollution index, pollutants.

Citation. Venetsiansky A.S., Ivantsova E.A., Shulikina M.P. Remote Monitoring of Air Quality in the City of Volgograd. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 21-28. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>

УДК 20.1

ББК 574

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Алексей Сергеевич Венецианский

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Мария Павловна Шуликина

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В крупных городах одной из значимых проблем является загрязнение атмосферного воздуха, которое способно навредить как здоровью населения, так и окружающей среде в целом. При этом человек не всегда может самостоятельно определить оценку рисков и принять необходимые меры. Поэтому основным источником знаний для населения является информирование об экологической обстановке и о наблюдениях за процессами и явлениями, которые происходят во внешней среде. На эффективность мер по снижению рисков их возникновения и масштаба решающее влияние оказывает качество мониторинга и точность прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Волгоградская область – это регион с развитой многоотраслевой промышленностью. В нем расположены объекты металлургической, топливной, химической, строительной отрасли, которые характеризуются наибольшими выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Кроме того, в области имеются промышленные и бытовые котельные, предприятия пищевой и легкой промышленности, которые также вносят свой вклад в общий уровень загрязнения воздуха в атмосфере. В связи с этим целью исследования является проведение спутникового мониторинга качества воздуха в промышленном центре Волгоградской области – города Волгограда. В статье представлены результаты дистанционного мониторинга с февраля по апрель 2022 г., где проводился расчет критериев загрязняющих атмосферный воздух веществ. По полученным расчетам была получена оценка загрязнения выбранного промышленного центра Волгоградской области. Для оценивания уровня загрязнения атмосферы использовали как международные, так и Российские показатели и пришли к следующему выводу. Система, которая принята в России и странах СНГ, позволяет проводить комплексную оценку загрязнения воздуха. Таким образом, загрязняющие вещества нормализуются как по индексу загрязнения атмосферы, так и по предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества, над которым ведется мониторинг.

Ключевые слова: качество воздуха, мониторинг, уровень загрязнения, индекс качества воздуха, индекс загрязнения атмосферы, загрязняющие вещества

Цитирование. Венецианский А. С., Иванцова Е. А., Шуликина М. П. Дистанционный мониторинг качества атмосферного воздуха города Волгограда // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 21–28. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.3>

Введение

Мониторинг внешней среды – это информационная система, которая контролирует, оценивает и прогнозирует изменения в условиях окружающей среды с целью идентификации антропогенных составляющих этих изменений в контексте естественных процессов. Важным критерием информационной системы является предоставление достоверной информации о состоянии окружающей среды с учетом изменений в физических и биотических компонентах, которые ограничены влиянием природных и антропогенных факторов [3; 7; 9]. Загрязнение атмосферного воздуха в Волгограде определяют выбросами вредных веществ в атмосферу автомобильным транспортом и промышленными предприятиями, которые расположены непосредственно рядом с жилой застройкой [1; 2; 6; 8].

Цель исследований – мониторинг и оценка качества атмосферного воздуха на территории г. Волгограда.

Материалы и методы

В период с 1 февраля до 1 мая 2022 г. проводился спутниковый (дистанционный)

мониторинг показателей для оценки качества воздуха в Волгограде. С помощью программы «Accu Weather» (см. рис. 1) были получены среднесуточные данные об индексе качества воздуха (AQI) и о концентрациях загрязняющих веществ, а именно: взвешенные частицы 2.5 микрометра и менее (PM 2.5); взвешенные частицы 10 микрометра и менее (PM 10); озон (O₃); двуокись серы (SO₂); двуокись азота (NO₂); оксид углерода (CO).

Проанализировав методы проведения мониторинга на рисунке 2 был представлен обобщенный алгоритм проведения мониторинга факторов внешней среды, на основе которого отслеживалась динамика качества атмосферного воздуха с учетом загрязняющих веществ.

Используя зарубежные показатели, с помощью программы Microsoft Excel выполнили расчет критериев по определению уровня загрязнения воздуха. Для того чтобы выявить концентрацию того или иного загрязняющего воздуха вещества, использовали данные таблицы 1, в которой указаны интервалы категорий загрязнения воздуха.

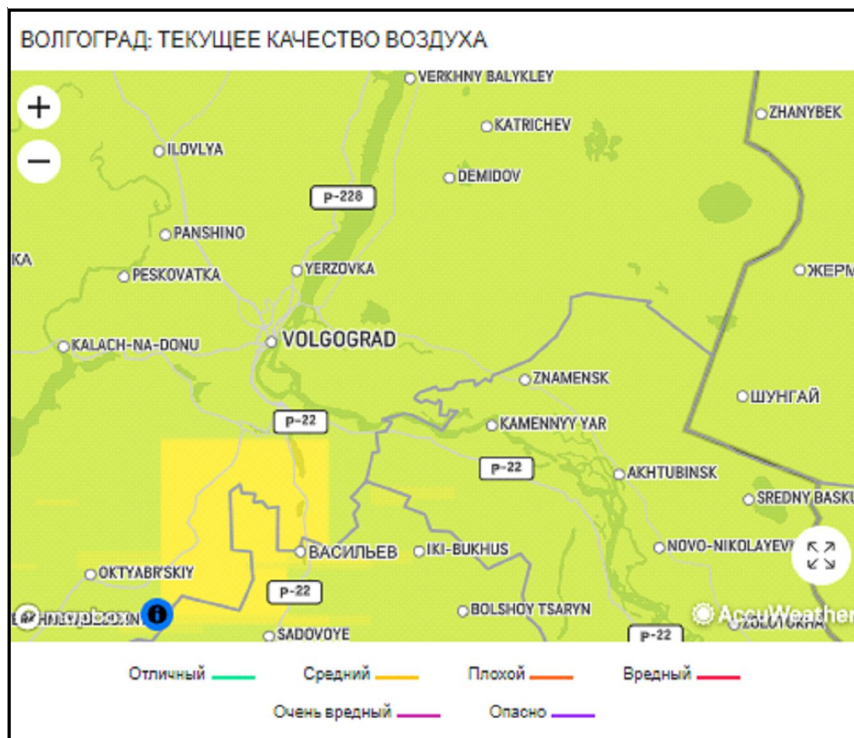


Рис. 1. Пример карты качества воздуха программы «Accu Weather»

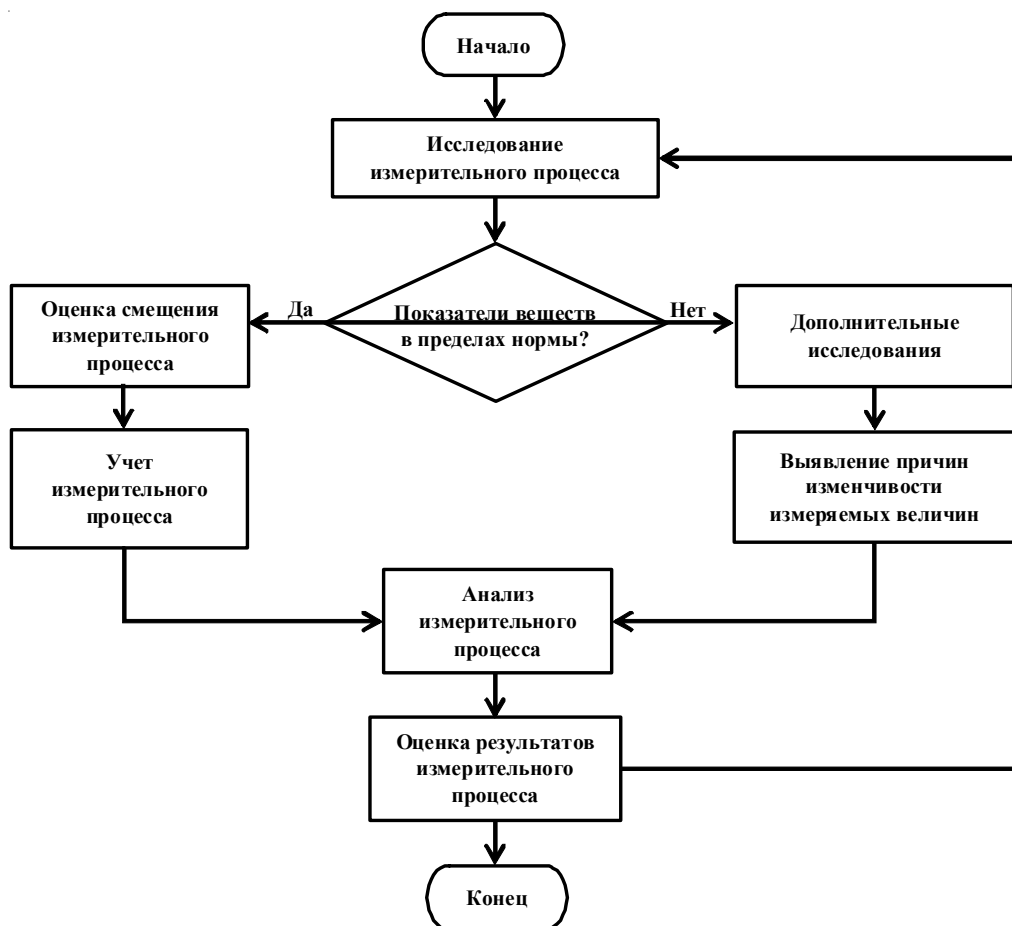


Рис. 2. Алгоритм мониторинга факторов внешней среды

Таблица 1

Шкала оценки качества воздуха [10]

Показатель	Хороший	Приемлемый	Умеренный	Вредный	Плохой	Опасный
Цвет	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный	Бордовый	Коричневый
AQI	0–50	51–100	101–150	151–200	201–300	301+
PM2.5, 10 ⁻⁹ кг/м ³	0–30	31–60	61–90	91–120	121–250	251+
PM10, 10 ⁻⁹ кг/м ³	0–50	51–100	101–250	251–350	351–430	431+
CO, 10 ⁻⁶ кг/м ³	0–1.0	1.1–2.0	2.1–10	11–17	18–34	34+
O ₃ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	0–60	61–100	101–168	169–208	209–748	749+
NO ₂ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	0–40	41–80	81–180	181–280	289–400	401+
SO ₂ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	0–40	41–80	81–380	381–800	801–1600	1600+

Для расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) использовали формулы 1, 2 [5]. Стоит отметить, что при определении комплексного индекса обычно используют 5 загрязняющих веществ.

$$КИЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{ci}}{ПДК_{с.с.i}} \right)^{\beta_i}, \quad (1)$$

$$КИЗА = \sum_{i=1}^n ИЗА, \quad (2)$$

где n – число веществ, которые загрязняют атмосферу; q_{ci} – среднесуточная концентрация i -й примеси в воздухе; ПДК_{с.с.i} – среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества; β_i – показатель вредности i -й примеси; ИЗА – индекс загрязнения атмосферного воздуха.

При подготовке расчетных материалов по состоянию загрязнения атмосферного воз-

духа использовались нормативы СанПиН 1.2.3685-21 [4]. Согласно данному нормативно-правовому документу, была составлена таблица ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в пределах городских и сельских поселений (табл. 2). Также стоит обратить внимание, что помимо лимитирующих показателей вредности, указывается и класс опасности.

При расчете комплексного ИЗА используется степень вредности загрязняющего вещества, которая зависит от класса опасности этого вещества (табл. 3).

Результаты и обсуждение

Результаты мониторинга показаны в виде динамики среднесуточного значения AQI

Таблица 2

ПДК исследуемых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений

Наименование вещества	Формула вещества	Предельно допустимые концентрации веществ, 10 ⁻⁶ кг/м ³			Класс опасности
		Максимально разовая	Среднесуточная	Среднегодовая	
Взвешенные частицы размером 2,5 мкм и меньше	PM2,5	0,16	0,035	0,025	–
Взвешенные частицы размером до 10 мкм	PM10	0,3	0,06	0,04	–
Диоксид азота	NO ₂	0,2	0,1	0,4	3
Озон (трехатомный кислород)	O ₃	0,16	0,1	0,03	1
Углерода оксид (угарный газ)	CO	5,0	3,0	3,0	4
Диоксид серы	SO ₂	0,5	0,05	–	3

Таблица 3

Константа приведения степени вредности i -го вещества

Класс опасности	1	2	3	4
Показатель вредности (β_i)	1,7	1,3	1,0	0,9

(рис. 3). Установлено, что индекс качества воздуха в Волгограде не превышает отметки 50 и находится в пределах «хороший» качества воздуха с низким уровнем загрязнения атмосферы.

Из данных таблицы 4 видно, что загрязняющие атмосферный воздух вещества, а именно озон; PM_{2,5}; PM₁₀; азота диоксид; серы диоксид находились в пределах «хороший» и углерода оксид в пределах «приемлемый» уровня качества воздуха (табл. 4), что в свою очередь допустимо для городов с развитой промышленностью.

Полученные в результате произведенных расчетов данные значений индекса загрязня-

ющих веществ при использовании стандартов и показателей, принятых в РФ, представлены в таблице 5.

Произведенные вычисления позволили оценить комплексный индекс загрязнения атмосферы в г. Волгограде в зимне-весенний период 2022 г. (см. рис. 4).

В результате исследований установлено, что в период исследования в г. Волгограде был отмечен низкий уровень загрязнения атмосферного воздуха; значения комплексного ИЗА находились в интервале от 0,48 до 1,61.

В дополнении к спутниковому мониторингу показателей качества воздуха в Волгог-

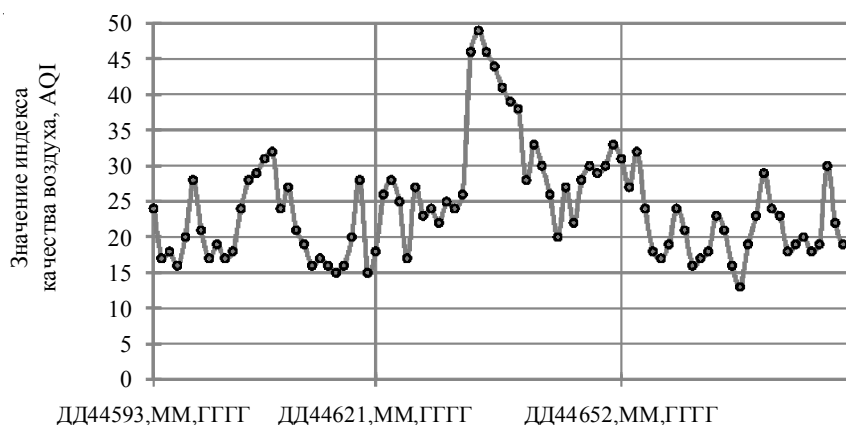


Рис. 3. Динамика индекса качества воздуха с 01.02.2022 по 30.04.2022 г.

Таблица 4

Усредненные значения концентраций веществ за период мониторинга при использовании зарубежных стандартов

	Февраль		Март		Апрель	
	мода	среднее	мода	среднее	мода	среднее
O ₃ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	42,0	43,357	31,0	54,516	46,0	44,867
PM _{2,5} , 10 ⁻⁹ кг/м ³	5,0	6,857	4,0	8,258	7,0	7,333
PM ₁₀ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	7,0	11,107	7,0	12,452	8,0	11,933
NO ₂ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	3,0	5,286	2,0	5,161	4,0	5,7
SO ₂ , 10 ⁻⁹ кг/м ³	1,0	1,214	1,0	1,0	1,0	0,833
CO, 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,136	0,135	139,0	137,484	133,0	136,9

Таблица 5

Усредненные значения индекса загрязняющих веществ при использовании стандартов и показателей, принятых в РФ

	Февраль		Март		Апрель	
	мода	среднее	мода	среднее	мода	среднее
O ₃ , 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,22884	0,24881	0,13656	0,37132	0,26711	0,26578
PM _{2,5} , 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,14286	0,19592	0,11429	0,23594	0,20000	0,20952
PM ₁₀ , 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,11667	0,18512	0,11667	0,20753	0,13333	0,19889
NO ₂ , 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,03000	0,05286	0,02000	0,05161	0,04000	0,05700
SO ₂ , 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,02000	0,02429	0,02000	0,02000	0,02000	0,01667
CO, 10 ⁻⁶ кг/м ³	0,06177	0,06140	0,06299	0,06235	0,06054	0,06211

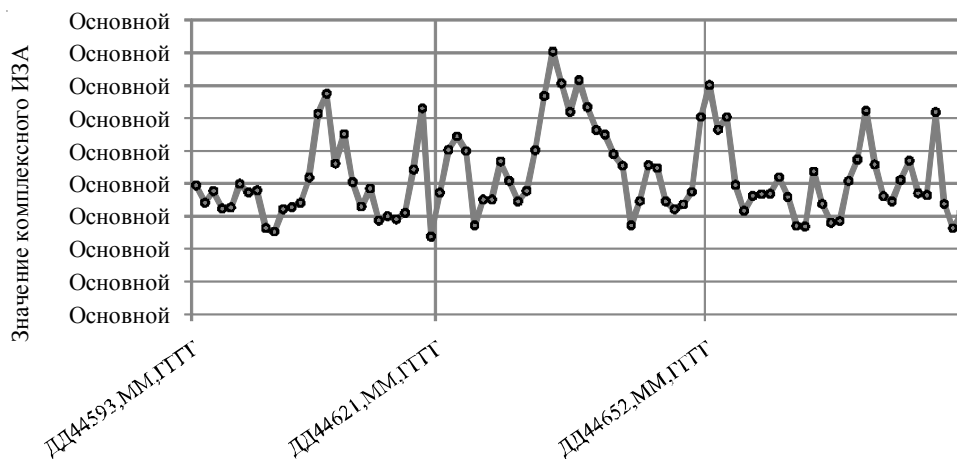


Рис. 4. Динамика КИЗА в период исследования

раде с помощью программы «Accu Weather» была проанализирована информация по изменению уровня загрязнения атмосферного воздуха за период 2017–2021 годов. Наблюдательная сеть Межрегионального управления Росприроднадзора по Астраханской и Волгоградской областям включает 4 автоматизированных стационарных постов в городе Волгограде (Тракторозаводском, Дзержинском, Центральном, Советском районах).

Необходимо отметить, что в целом уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Волгограда, имеет тенденцию к снижению. Повышение уровня загрязнения атмосферы в 2021 г. связано с введением новых нормативов СанПиН 1.2.3685-21. Вклад в величину ИЗА₅ приоритетных веществ различается при использовании нормативов СанПиН 1.2.3685-21 и ГН 2.1.6.3492-17. Наибольший вклад в изменение оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и к увеличению индекса ИЗА₅ привело ужесточение нормативов по взвешенным веществам и формальдегиду (см. табл. 6, рис. 5).

Заключение

В России предъявляются высокие требования к качеству атмосферного воздуха; в отличие от зарубежных стандартов, учитываются вещества с эффектом суммации, а также берется во внимание степень опасности каждого вещества, загрязняющего атмосферу. Полученные результаты исследований свидетельствуют о низком уровне загрязнения атмосферного воздуха в г. Волгограде в зимне-весенний период 2022 года. Необходимо отметить, что в целом уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Волгограда, по данным государственной наблюдательной сети Волгоградского ЦГМС (установленный ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»), имеет тенденцию к снижению от высокого в 2013 г. до повышенного и низкого в 2017–2020 годах. Повышение уровня загрязнения атмосферы в 2021 г. связано с введением новых нормативов СанПиН 1.2.3685-21. Вклад в величину ИЗА₅ приоритетных веществ различается при использовании нормативов СанПиН 1.2.3685-21 и

Таблица 6

Изменение уровня загрязнения атмосферного воздуха Волгограда за период 2017–2021 гг.

Характеристика показателей	Годы				
	2017	2018	2019	2020	2021
ПЗА	2,6				
СИ	1,7	3,1	2,0	4,0	2,2
НП	0,4	4,0	4,8	6,0	5,2
ИЗА5	3,1	4,3	3,2	4,0	10,6

Примечание. ИЗА5 – ориентировочное значение, без учета загрязнения бенз(а)пиреном и тяжелыми металлами.

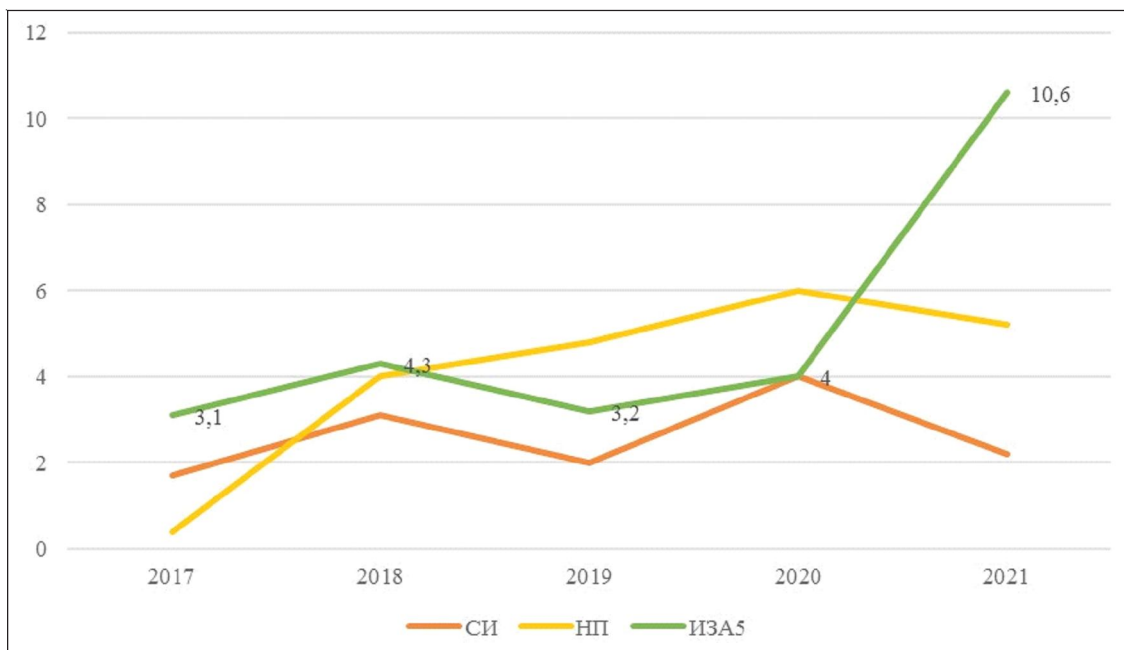


Рис. 5. Изменение уровня загрязнения атмосферы Волгограда

ГН 2.1.6.3492-17. Наибольший вклад в изменение оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и к увеличению индекса ИЗА5 привело ужесточение нормативов по взвешенным веществам и формальдегиду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклады о состоянии окружающей среды Волгоградской области. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/reports> (дата обращения: 17.03.2022). – Загл. с экрана.

2. Зализняк, Е. А. КРП государственного управления безопасностью в техносфере на примере охраны атмосферного воздуха / Е. А. Зализняк, Е. А. Иванцова, Е. Р. Зализняк // Природные системы и ресурсы. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 38–50. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>

3. Павлова, Т. В. Патогенное действие факторов внешней среды на организм человека / Т. В. Павлова, Н. Б. Пилькевич, Л. А. Павлова. – Белгород : НИУ БелГУ, 2021. – 110 с.

4. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // Консорциум «Кодекс» : сайт. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=status> (дата обращения: 17.03.2022). – Загл. с экрана.

5. Сердюкова, А. Ф. Экологические проблемы мегаполисов / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабан-

щиков // Молодой ученый. – 2018. – № 25 (211). – С. 36–39.

6. Состояние загрязнения окружающей среды в 2021 г. // Волгоградский ЦГМС : сайт. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://meteo34.ru/okr2021/> (дата обращения: 17.03.2022). – Загл. с экрана.

7. Уровень загрязнения воздуха по городам России 2021. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://touristam.com/uroven-zagryazneniya-vozduha-rossii.html> (дата обращения: 17.03.2022). – Загл. с экрана.

8. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова, М. В. Постнова, В. А. Сагалаев [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

9. Экологический мониторинг / Н. П. Чекаев, А. Н. Арефьев, Ю. В. Блиохватова, А. А. Блиохватов. – Пенза : ПГАУ, 2020. – 201 с.

10. Development of indoor environmental index: Air quality index and thermal comfort index / S. M. Saad, A. Y. M. Shakaff, A. R. M. Saad [et al.] // AIP Conference Proceedings. – 2017. – Vol. 1808, № 1. – P. 20043. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4975276>

REFERENCES

1. *Doklady o sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti* [Reports on the State of the Environment of the Volgograd Region]. URL:

<https://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytcs/reports>

2. Zaliznyak E.A., Ivantsova E.A., Zaliznyak E.R. KPI gosudarstvennogo upravleniya bezopasnostyu v tehnosfere na primere okhrany atmosfernogo vozdukha [KPI of State Safety Management in the Technosphere on the Example of Atmospheric Air Protection]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 38-50. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.5>

3. Pavlova T.V., Pilkevich N.B., Pavlova L.A. *Patogennoe deistvie faktorov vneshnei sredy na organizm cheloveka* [Pathogenic Effect of Environmental Factors on the Human Body]. Belgorod, NRU BelGU, 2021. 110 p.

4. SanPiN 1.2.3685-21 Gigiyenicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya [SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Environmental Factors for Humans]. *Konsortsium «Kodeks»: sayt* [Codex Consortium: Website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=status> (accessed 17 March 2022).

5. Serdyukova A.F., Barabanshchikov D.A. Ekologicheskie problemy megapolisov [Ecological Problems of Megacities]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2018, no. 25 (211), pp. 36-39.

6. Sostoyaniye zagryazneniya okruzhayushchey sredy v 2021 g. [The State of Environmental Pollution in 2021]. *Volgogradskiy TsGMS: sayt* [Volgograd TsGMS: Website]. URL: <https://meteo34.ru/okr2021/> (accessed 17 March 2022).

7. *Uroven zagryazneniya vozdukha po gorodam Rossii 2021* [The Level of Air Pollution in Russian Cities 2021]. URL: <https://touristam.com/uroven-zagryazneniya-vozduha-rossii.html> (accessed 17 March 2022).

8. Ivantsova E.A., Postnova M.V., Sagalaev V.A. et al. Ekologicheskaya otsenka gorodskikh aglomeraziy na osnove indikatorov ustoichevogo razvitiya [Environmental Assessment of Urban Agglomerations Based on Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria 3. Ekonomika. Ekologiya* [Bulletin of the Volgograd State University. Series 3. Economics. Ecology], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>

9. Chekaev N.P., Arefiev A.N., Blinokhvatova Yu.V., Blinokhvatov A.A. *Ekologicheskii monitoring* [Ecological Monitoring]. Penza, Izd-vo PGAU, 2020. 201 p.

10. Saad S.M., Shakaff A.Y.M., Saad A.R.M. et al. Development of Indoor Environmental Index: Air Quality Index and Thermal Comfort Index. *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1808, no. 1, pp. 20043. DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4975276>

Information About the Authors

Alexey S. Venetsiansky, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, alven79@mail.ru

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova.volgu@mail.ru

Maria P. Shulikina, Students, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, bstb-181_641995@volsu.ru

Информация об авторах

Алексей Сергеевич Венецианский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, alven79@mail.ru

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института естественных наук, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova.volgu@mail.ru

Мария Павловна Шуликина, студентка кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, bstb-181_641995@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

UDC 631.47:631.67

LBC 40.62

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF IRRIGATION ON THE ECOLOGICAL STATE OF GRAY-BROWN SOILS OF THE GANJA-KAZAKH MASSIF

Ramala N. kyzy Orudjova

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Republic of Azerbaijan

Mustafa G. ogly Mustafayev

Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Republic of Azerbaijan

Zumrud R. kyzy Qurbanova

Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. The article presents the results of a study of irrigated gray-brown soils of the Ganja-Kazakh massif, the reasons for changes in individual soil properties associated with the characteristics of specific soil-hydrogeological conditions. It was pointed out that irrigation of gray-brown soils with low mineralized slightly alkaline waters leads to a change in the qualitative composition of salts, an increase in the content of absorbed sodium and its activity. There is also a tendency towards dehumidification of irrigated soils and deterioration of their agrophysical properties. To eliminate the negative effects of irrigation, it is necessary to systematically, comprehensively regulate soil processes and regimes. Thus, during irrigation for 50–60 years, the main properties of gray-brown soils that determine its fertility deteriorated. However, a negative effect of irrigation water with a mineralization of 1.25–2.50 on the salt regime of the soil was noted. Optimization of the reclamation state of soils, prevention of salinization and increase of fertility is promoted by modern agrotechnical measures in combination with an optimal irrigation regime (68–78% HB), as well as with improving the quality of irrigation water by reducing its discharge from irrigated fields and the use of chemical meliorants. Since irrigation of gray-brown soils with mineralized waters was carried out on small areas until recently and, as a rule, was not accompanied by a general increase in the groundwater level, secondary salinization of soils is noted locally in the lowered relief elements. In the main irrigation area for most systems, the period of active salt accumulation observed in the first 3–5 years after the start of irrigation stabilizes at the level of 0.12–0.25% in arable horizons and 0.26–0.32% in sub-arable horizons, and they do not leave the gradation of unsalted. Based on the conducted research, generalization and analysis of the literature data, a systematics of changes on gray-brown soils occurring during irrigation was carried out.

Key words: irrigation, gray-brown soils, soil formation, fertility, transformational properties.

Citation. Orudjova R.N. kyzy, Mustafayev M.G. ogly, Qurbanova Z.R. kyzy. Assessment of the Impact of Irrigation on the Ecological State of Gray-Brown Soils of the Ganja-Kazakh Massif. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 29-35. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

УДК 631.47:631.67

ББК 40.62

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ГЯНДЖА-КАЗАХСКОГО МАССИВА

Рамала Набир кызы Оруджева

Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Республика Азербайджан

Мустафа Гылман оглы Мустафаев

Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Республика Азербайджан

Зумруд Рамазан кызы Гурбанова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку, Республика Азербайджан

Аннотация. В статье изложены результаты исследования орошаемых серо-коричневых почв Гянджа-Казахского массива, причины изменений отдельных почвенных свойств, связанные с особенностями конкретных почвенно-гидро-геологических условий. Было установлено, что орошение серо-коричневых почв маломинерализованными слабощелочными водами приводит к изменению качественного состава солей, увеличению содержания поглощенного натрия и его активности. Имеет место также тенденция к дегумификации орошаемых почв и ухудшение их агрофизических свойств. Для устранения отрицательных последствий орошения необходимо системное, комплексное регулирование почвенных процессов и режимов. Таким образом, при орошении в течение 50–60 лет основные свойства серо-коричневых почв, определяющие ее плодородие, ухудшились. Однако было отмечено негативное влияние оросительной воды с минерализацией 1,25–2,50 на солевой режим почвы. Оптимизацию мелиоративного состояния почв, предупреждению засоления и повышению плодородия способствует современное агротехническое мероприятие в комплексе с оптимальным режимом орошения (68–78 % НВ), а также с улучшением качества оросительной воды путем уменьшения ее сброса с орошаемых полей и применения химмелиорантов. Так как орошение серо-коричневых почв минерализованными водами до последнего времени проводилось на малых площадях и как правило, не сопровождалось общим повышением уровня грунтовых вод, вторичное засоление почв отмечается локально в пониженных элементах рельефа. На основной территории орошения для большинства систем период активного накопления солей, наблюдающийся в первые 3–5 лет после начала поливов, стабилизируется на уровне 0,12–0,25 % в пахотных горизонтах и 0,26–0,32 % в подпахотных, и они не выходят из градации незасоленных. На основании проведенных исследований, обобщения и анализа литературных данных была произведена систематика изменений на серо-коричневых почвах, происходящих во время орошения.

Ключевые слова: орошение, серо-коричневые почвы, почвообразование, плодородие, трансформация свойства.

Цитирование. Оруджева Р. Н. кызы, Мустафаев М. Г. оглы, Гурбанова З. Р. кызы. Оценка влияния орошения на экологическое состояние серо-коричневых почв Гянджа-Казахского массива // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 29–35. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.4>

Введение

В аридных условиях орошение является мощным и независимым средством интенсификации растениеводства в зоне недостаточного увлажнения. В то же время, как и любое антропогенное воздействие, орошение оказывает влияние на почвенный покров – сбалансированность естественных почвенных процессов переноса веществ и энергии. В настоящее время происходит изменение химического состава природных вод, которые формируются в степной и сухостепной зонах. Сульфатно-натриевое или содово-сульфатно-натриевое засоление почв, характеризуется повышенным содержанием хлора и других ионов на конкретных объектах. В соответствии с применяемыми в настоящее время мелиоративными классификациями почти все естественные источники ограничено пригодны для орошения и требуют не только разбавления, но и улучшения качественного состава. Применение хлоридно-натриевых вод для орошения очень

ограничено. Наиболее ярким примером в этом плане является Шемкирская оросительная система, где на полив используются воды с минерализацией 1,5–2,5 г/л, в которых содержатся 40–50 % ионов Na и Cl.

В настоящее время накоплен достаточно обширный материал о трансформации почвенных свойств и гидрогеолого-мелиоративной обстановки при длительном орошении. Данные в аридных условиях о режиме грунтовых вод, степени засоления почв, содержания в них подвижных питательных веществ, урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях содержится в отчетах гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и агрохимлабораторий. Вопросам влияния орошения на почвенное плодородие посвящены также многочисленные исследования научно-исследовательских учреждений [1; 2; 5; 6].

Анализ литературных данных показал, что однозначную характеристику изменений почв, в том числе серо-коричневых, при орошении дать трудно. Однако все больше на-

капливается данных о некоторых неблагоприятных воздействиях орошения на серо-коричневых, что не позволяет полностью использовать эффект орошения для получения высоких и устойчивых урожаев [6].

Объект и методика исследований

Объектом исследования являются серо-коричневые почвы, сформированные в Гянджа-Казахского массиве Самухского района. При проведении полевых исследований был использован метод заложения профиля почвенных разрезов, а также заложение профиля геохимико-географического агроландшафта [2; 3; 5].

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее опасным следствием поливов минерализованными водами при обеспеченном естественном или искусственном дренаже является пульсационный режим соленакпления, вызывающий активно выраженные процессы осолонцевания серо-коричневых почв. Наши исследования динамики влажности при поливах этих почв показали, что при существующих режимах и нормах поливов зона активного накопления и перемещения влаги ограничена 50–70 см к концу вегетационного сезона содержание солей зачастую вдвое и более превышает исходное. Причем, учитывая химизм поливных вод, это в основном хлориды и сульфаты натрия [9; 10; 11]. В зимне-весенний сезон с потоком атмосферных осадков происходит практически полный вынос накопленных за поливной сезон водорастворимых солей. В этот период происходит активное внедрение натрия в ППК, и хотя в последствии темпы осолонцевания падают, нарастающая тенденция сохраняется. По имеющимся критериям почвы ни на одной системе не вышли за рамки слабосолонцеванных, однако, судя по изменениям их гидрофизических и механических свойств, эти критерии для серо-коричневых почв нуждаются в серьезной корректировке [9].

Экстремальные условия деградации поверхностных горизонтов серо-коричневых отмечаются при повышенном уровне осенне-

зимнего увлажнения. Вынос электролитов провоцирует их сильную диспергацию, и при весеннем иссушении на поверхности формируется плотная, твердая корка толщиной 1–3 см, мешающая обработке полей, подавляющая всхожесть посевов. При поливах минерализованными щелочными водами деградация поверхности почв идет по типу осолодения. После осенне-зимнего промачивания на поверхности образуется микропрофиль эллиовиально-иллювиального типа толщиной 5–7 см с резко выраженной дифференциацией по содержанию ила, валовому составу, органическому веществу, содержанию Na в ППК.

Процессы засоления и осолонцевания серо-коричневых почв при орошении минерализованными водами сопровождаются процессами их ощелачивания. Причем, если процессы изменения pH в поливной период на различных оросительных системах имеют разную направленность (на некоторых системах имеет место подщелачивание, на других – подкисление) и обоснование этого явления требует дополнительных детальных обследований, то общая тенденция к ощелачиванию почв не вызывает сомнений. Даже на тех системах, где от полива к поливу pH падает, после осенне-зимнего промачивания эта величина резко возрастает. На отдельных оросительных системах pH почвенных паст и водных вытяжек из пахотных и подпахотных горизонтов достигли 8,2–8,3 [4; 7; 8].

При орошении минерализованными водами активизируются процессы выноса кальция из поверхностных горизонтов. Декальцинация связана с нарастанием активности кальция от полива к поливу и выносом активизированного кальция током осенне-зимних осадков. Возможно, определенный вклад в это явление вносят пептизация поверхностного горизонта, нарушение процессов газообмена и накопление в почвенном воздухе повышенного содержания CO₂. Исследования послойного баланса Ca на одной из оросительных систем показали, что в начальный период орошения за один год может быть вынесено из первого полуметра около 2,2 т/га CaCO₃.

Относительно трансформации процессов гумификации при орошении минерализованными водами единого мнения нет. На некоторых системах отмечено сокращение запасов гу-

муса в поверхностных горизонтах при сохранении его общего содержания в профиле. На других- запасы увеличиваются, что, быстрее всего, связано с достаточным внесением на этих системах органических удобрений и насыщением севооборотов кормовыми травами. Общим для всех систем является повышенное содержание подвижных форм органических кислот, более растянутый гумусовый профиль. Процессы уплотнения, связанные с много активными циклами увлажнения-иссушения на оросительных системах, использующих минерализованную воду, выражены примерно так же, как и на орошении пресными водами. Сравнение плотности орошаемых и неорошаемых аналогов свидетельствует о том, что превращение плотности на различных системах не превышает $0,18 \text{ г/см}^3$ и новое состояние плотности достигается впервые 3–4 года после начала орошения. Учитывая, что на большинстве оросительных систем, использующих минерализованную воду, обеспечивается промывной режим с выносом продуктов возможного минерального распада, неосинтез смешанослойных минералов с подвижной кристаллической решеткой даже на системах с 50-летним периодом орошения пока не обнаружен. Следовательно, данных формирования типичных слитых горизонтов на таких системах в настоящее время нет.

Режим увлажнения-иссушения, уплотнения-разуплотнения, засоления, вынос карбонатов и гумуса из поверхностных горизонтов, элементы осолонцевания почв оказывают необратимое негативное влияние на структуру поверхностных горизонтов. Она становится глыбистой в сухом состоянии (до 70–75 % глыбистых фракций) и вязкой, липкой, пластичной – во влажном. Такие поля очень сложны для обработки, при этом резко возрастает угроза ирригационной эрозии, создаются условия для перераспределения поливных вод по площади поля, мозаичность почвенных условий и состояния посевов. Кроме того, разрушенная структура почв определяет новые, более напряженные режимы: водный, температурный, газовый, воздушный, биологический, окислительно-восстановительный. Через 4–5 лет после начала эксплуатации оросительной системы почвенные условия достигают нового состояния гомеостаза, плодородие почв

на них резко падает. Яркий пример тому, что при условии достаточного атмосферного увлажнения, которое в степной зоне наступает раз в 4–6 лет, на таких оросительных системах получают урожаи гораздо ниже, чем на богаре, и практически никогда урожаи не выходят на уровень проектных.

Учитывая, что оросительные системы, использующие минерализованные воды, относятся к экологически опасным, а их эксплуатация в целях сохранения почвенного плодородия требует больших затрат дальнейшее строительство таких систем следует резко ограничить. Наиболее серьезную опасность для серо-коричневых почв Гянджа-Казахской равнины представляет процесс деградации [6]. Имеются также данные о снижении содержания и ухудшении качественного состава гумуса [1; 3]. Отрицательное влияние орошения на почвы усиливается при поднятии уровней минерализованных вод, а дренаж, регулируя этот уровень усиливает вынос питательных веществ и проявление соды. Наряду с районами, где наблюдается развитие неблагоприятных процессов, вызывающих снижение плодородия почвы [1; 2; 5; 6]. Подача большой массы воды, к тому же минерализованной, привела к ухудшению практически всех физических свойств почв. Так, плотность почвы за 50 лет орошения увеличилась с $1,49–1,55 \text{ г/см}^3$ до $1,37–1,38 \text{ г/см}^3$ (см. таблицу). Существенно уменьшилось количество водопрочных агрегатов $>0,25 \text{ мм}$, повысилась дисперсность почвы. Обработка полученных материалов, результаты химических анализов и полевых определений основных показателей плодородия исследуемых почв свидетельствует о том, что при поливах не минерализованными водами реки Кура почвообразовательные процессы в орошаемых серо-коричневых почвах протекают в разных направлениях и зависит от особенностей конкретных подтипов, исходных значений почвенных показателей, режима грунтовых вод, а также технологии орошения и уровня земледелия в хозяйствах. Почти на всех объектах наблюдается изменение состава и общего содержания оснований в почвенно-поглощающем комплексе серо-коричневых почв (см. таблицу). Особенно выражены эти процессы при близком расположении уровня минерализованных вод над уровнем земли,

Трансформация основных показателей плодородия орошаемых серо-коричневых почвах Гянджа-Казахского массива (Самухский район)

Объект исследования	Источник полива	Горизонт, см	Содержание гумуса, %		ΣПК мг.экв на 100 г почвы		Σсолей, %		Плотность, г/см ³	
			Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки	Неорошаемые участки	Орошаемые участки
Юухары Агасы-бейли	Артезиан	0–25	3,15	2,89	31,45	30,52	0,082	0,105	1,25	1,15
		25–50	1,23	2,06	28,24	29,85	0,095	0,112	1,33	1,54
		50–100	0,71	0,93	22,90	25,60	0,098	0,118	1,48	1,52
Ашагы Агасы-бейли	Артезиан	0–25	3,28	2,91	28,75	30,05	0,065	0,123	1,28	1,18
		25–50	1,06	2,03	25,92	28,93	0,092	0,150	1,36	1,58
		50–100	0,75	0,95	21,35	23,40	0,110	0,235	1,50	1,55
Кара арх	Река Кура	0–25	3,08	2,98	29,71	32,80	0,095	0,042	1,19	1,21
		25–50	1,12	2,85	26,35	27,45	0,053	0,056	1,36	1,48
		50–100	0,81	1,49	18,90	22,30	0,078	0,092	1,48	1,54
Сарыкамыш	Река Кура	0–25	2,88	2,75	26,45	28,75	0,058	0,050	1,21	1,16
		25–50	0,97	2,56	23,70	26,82	0,079	0,093	1,40	1,49
		50–100	0,56	1,33	17,50	23,35	0,102	0,095	1,46	1,45
Ахмедбейли	Река Кура	0–25	3,03	2,82	28,55	30,72	0,083	0,068	1,20	1,20
		25–50	1,45	2,49	22,80	28,65	0,095	0,062	1,32	1,50
		50–100	0,79	1,24	19,30	24,85	0,103	0,084	1,43	1,49

залегании солевых горизонтов почв на глубине до 80–100 см от поверхности и чередовании циклов повышенного увлажнения с высушиванием почв при поливах с большими нормами. Дефицит влаги в верхних горизонтах почвы при ее высушивании приводит к снижению концентрации кальция и повышению концентрации натрия, то есть усилению процесса солонцевания.

На орошаемых землях при современном уровне культуры земледелия в почве усиливаются процессы минерализации гумуса [2; 5]. При орошении пресными, периодически щелочными водами потери гумуса в некоторых хозяйствах составляют в слое 0–50 см – 0,8 % (см. таблицу). При сравнении данных до орошения и на неорошаемых участках отмечается снижение гумуса в слое 0–25 см как под влиянием орошения, так и при интенсивном сельскохозяйственном использовании земель без орошения. Почти повсеместно наблюдается уплотнение подпахотного слоя. Диапазон колебаний плотности в период посева до уборки культур достигает 0,10–0,26 г/см³. Увеличение плотности ограничивает рост корней, резко снижает доступность влаги и обеспеченность воздухом.

На основании проведенных исследований, обобщений и анализа литературы, изменения, происходящие в серо-коричневых почвах при орошении, можно классифицировать следующим образом: закономерные, проявля-

ющиеся повсеместно независимо от зоны, типа серо-коричневых почв, качества оросительных вод и местных особенностей; закономерные-локальные, обусловленные спецификой местных условий (качество оросительных вод, типы серо-коричневых почв, гидрогеологическая и мелиоративная обстановка и т. д.); случайные, связанные с уровнем ведения земледелия, применяющимися технологиями полива, наличием удобрений, соответствующей техникой в хозяйствах.

В результате анализа материалов по влиянию орошения на плодородие серо-коричневых почв установлено, что закономерны изменения, связанные с уплотнением почв и преобразованием их почвенно-поглощающего комплекса. К закономерным-локальным изменениям относятся осолонцевание, увеличение содержания легкорастворимых солей, подщелачивание среды, вынос карбонатов, обезструктурирование и деградация почв; к случайным, связанным с антропогенными воздействиями – изменения содержания гумуса, содержания N, P, K, изменения параметров почвенной структуры.

Все виды изменений и их интенсивность зависят от применяющихся технологий выращивания сельскохозяйственных культур. При этом наиболее эффективны технологии, обеспечивающие, помимо высоких урожаев, стабилизацию параметров почвенного плодородия или изменения их в сторону расширенного воспроизводства плодородия.

Заключение

Результаты исследования позволили выявить изменения свойств серо-коричневых почв в Гянджа-Казахском массиве. Установлено, что эти изменения определяются исходными (целина) почвенно-гидрогеологическими параметрами, длительностью орошения и уровнем ведения земледелия.

Оценка состояния плодородия орошаемых серо-коричневых почв в аридных почвенно-гидрогеологических условиях является основой для разработки почвозащитных технологий орошаемых серо-коричневых почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев, М. П. Изучение опреснения орошаемых почв в Муганской степи под влиянием орошения растительности / М. П. Бабаев, Г. Г. Джабраилова, Ф. М. Мустафаев // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. Вып. 9. – Рязань, 2011. – С. 110–117.
2. Бабаев, М. П. Основные виды деградации почв в Кура-Аразской низменности Азербайджана / М. П. Бабаев, Ф. М. Рамазанова // Почвоведение. – 2015. – № 4. – С. 501–512.
3. Влияние приемов обработки почвы на агрофизические свойства лугово-болотных почв / С. Ж. Бекжанов М. Г. Мустафаев, К. Т. Аленов, Р. Б. Кенжебек // Вестник Кызылординского университета им. Коркыт Ата. – 2020. – № 1 (54). – С. 50–56.
4. Гурбанов, Э. А. Эрозионная информация орошаемых серо-коричневых почв сухих субтропических смесей Азербайджанской Республики / Э. А. Гурбанов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 89–94.
5. Мустафаев, М. Г. Причины снижения эффективности сельхозпроизводства на землях Азербайджана / М. Г. Мустафаев // Агрехимический вестник. – 2012. – № 3. – С. 43–45.
6. Мустафаев, Ф. М. Изменения агрофизических свойств почв на опытных участках Ширванской степи / Ф. М. Мустафаев, Ю. А. Мажайский // Агрехимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 26–28.
7. Синявский, И. В. Изменение физических, физико-химических свойств и солевого режима почв черноземного типа Зауралья при их длительной ирригации / И. В. Синявский // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 3. – С. 24–28.
8. Щедрин, В. Н. Негативные почвенные процессы при регулярном орошении различных типов

почв / В. Н. Щедрин, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 2 (30). – С. 1–21.

9. Mustafayev, M. G. Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity / M. G. Mustafayev // International Journal of Food Science and Agriculture. – 2020. – № 4 (2). – P. 101–108.

10. Mustafayev, M. G. Criteriya for the evaluation of reclamation status of soils in the Mughan-Salyan massif / M. G. Mustafayev // Journal of Water and Land Development. – 2015. – № 24 (I-III). – P. 21–26.

11. Water regime and mineral nutrition of sugar sorghum in the conditions of rice systems of the Aral Sea region of Kazakhstan / I. A. Tautenov, A. Ch. Ujuhu, S. Zh. Bekzhanov, R. K. Zhapayev // Bulletin of Science of S. Seifullin KATU. – 2016. – № 3 (90). – P. 75–83.

REFERENCES

1. Babayev M.P., Jabrailova G.G., Mustafayev F.M. Izuchenie opresneniya oroshaemykh pochv v Mughanskoi stepi pod vliianiem orosheniya rastitelnosti [Study of Desalination of Irrigated Soils in the Mughan Steppe Under the Influence of Vegetation Irrigation]. *Sovremennyye energo- i resursosberegayushchiye ekologicheski ustoychivyye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr.* [Collection of Scientific Papers, Russ. Academy of Agriculture named after P.A. Kostichev]. Ryazan, 2011, iss. 9, pp. 110-117.
2. Babayev M.P., Ramazanova F.M. Osnovnye vidy degradatsii pochv v Kura-Arazskoi nizmennosti Azerbaidzhana [The Main Types of Soil Degradation in the Kura-Araz Lowland of Azerbaijan]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2015, no. 4, pp. 501-512.
3. Bekzhanov S.Zh., Mustafayev M.G., Alenov K.T., Kenzhebek R.B. Vliyanie priyemov obrabotki pochvy na agrofizicheskiye svoystva lugovo-bolotnykh pochv [The Influence of Tillage Techniques on the Agrophysical Properties of Meadow-Marsh Soils]. *Vestnik Kyzylor-dinskogo universiteta imeni Korkyt Ata* [Bulletin of Kyzylorda University named after Korkyt Ata], 2020, no. 1 (54), pp. 50-56.
4. Gurbanov E.A. Eroziionnaia informatsiia oroshaemykh sero-korichnevykh pochv sukhikh subtropicheskikh smesei Azerbaidzhanskoi Respubliki [Erosive Information of Irrigated Gray-Brown Soils of Dry Subtropical Mixtures of the Republic of Azerbaijan]. *Sibirskii Vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2017, no. 3, pp. 89-94.
5. Mustafayev M.G. Prichiny snizheniya effektivnosti sel'khoz-proizvodstva na zemlyakh

Azerbaijdzhana [Causes of Agricultural Efficiency Decrease on Lands of Azerbaijan]. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Herald], 2012, no. 3, pp. 43-45.

6. Mustafayev F.M. Mazhaisky Yu.A. Izmeneniya agrofizicheskikh svoystv pochv na opytnykh uchastkakh Shirvanskoi stepi [Changes in the Agrophysical Properties of Soils in the Experimental Plots of the Shirvan Steppe]. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Herald], 2016, no. 3, pp. 26-28.

7. Sinyavsky I.V. Izmenenie fizicheskikh, fiziko-khimicheskikh svoystv i solevogo rezhima pochv chernozemnogo tipa Zauralia pri ikh dlitelnoi irrigatsii [Changes in Physical, Physico-Chemical Properties and Salt Regime of Soils of the Chernozem Type of the Trans-Urals During Their Long-Term Irrigation]. *Vestnik Kurganskoy GSKhA* [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy], 2019, no. 3, pp. 24-28.

8. Shchedrin V.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E. Negativnye pochvennye protsessy pri

reguliarnom oroshenii razlichnykh tipov pochv [Negative Soil Processes with Regular Irrigation of Various Types of Soils]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii* [Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation], 2018, no. 2 (30), pp. 1-21.

9. Mustafayev M.G. Change of the Salts Quantity and Type in the Irrigated Soils of the Mughan Plain and Their Impact on Plants Productivity. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 2020, no. 4 (2), pp. 101-108.

10. Mustafayev M.G. Criteriya for the Evaluation of Reclamation Status of Soils in the Mugan-Salyan Massif. *Journal of Water and Land Development*, 2015, no. 24, (I-III), pp. 21-26.

11. Tautenov I.A., Ujhu A.Ch., Bekzhanov S.Zh., Zhapaev R.K. Water Regime and Mineral Nutrition of Sugar Sorghum in the Conditions of Rice Systems of the Aral Sea Region of Kazakhstan. *Bulletin of Science of S. Seifullin KATU*, 2016, no. 3 (90), pp. 75-83.

Information About the Authors

Ramala N. kyzy Orudjova, Assistant, Department of General Agriculture, Genetics and Breeding, Azerbaijan State Agricultural University, Ataturk Avenue, 262, AZ2000 Ganja, Republic of Azerbaijan, orucova.r92@mail.ru

Mustafa G. ogly Mustafayev, Doctor of Sciences (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Natural Science, Head of the Laboratory of Melioration Soils, Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, M. Ragima St, 5, AZ10073 Baku, Republic of Azerbaijan, meliorasiya58@mail.ru

Zumrud R. kyzy Qurbanova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Azadlig Avenue, 20 (34), AZ1010 Baku, Republic of Azerbaijan, zumrud.qurbanova@bk.ru

Информация об авторах

Рамала Набир кызы Оруджева, ассистент кафедры общего земледелия, генетики и селекции, Азербайджанский государственный аграрный университет, просп. Атаюрка, 262, AZ2000 г. Гянджа, Республика Азербайджан, orucova.r92@mail.ru

Мустафа Гылман оглы Мустафаев, доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской Академии Естествознания, заведующий лабораторией мелиорации почв, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, ул. М. Рагима, 5, AZ10073 г. Баку, Республика Азербайджан, meliorasiya58@mail.ru

Зумруд Рамазан кызы Гурбанова, кандидат технических наук, доцент кафедры химии и технологии неорганических веществ, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, просп. Азадлыг, 20 (34), AZ1010 г. Баку, Республика Азербайджан, zumrud.qurbanova@bk.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.5>

UDC 55

LBC 26.8



GEOINFORMATION MAPPING OF THE CURRENT STATE OF AGRICULTURAL TERRITORIES OF THE NOVOANNINSKY DISTRICT OF THE VOLGOGRAD REGION¹

Stefan Matveev

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Mapping and analysis of agricultural land is essential for developing strategies for regional land use. Official statistics do not always accurately reflect the quantitative and qualitative indicators of municipal land use structures. Geoinformation mapping methods based on Earth remote sensing data make it possible to most accurately determine the economic structure of a territory. Modern research on this topic has advanced enough to ensure high accuracy of mapping, but such data are not suitable for monitoring purposes. The purpose of this work is to map agricultural land (cultivated fields, fallows, hayfields) on the territory of the Novoanninsky district of the Volgograd region. The article sequentially describes the stages of mapping: initial data, the process of mapping, selection features. A mapping technique based on the use of ultra-high spatial resolution data with verification using high-resolution data is described in detail. An analysis of the main sown areas in the district according to the data of the Federal State Statistics Service (FSGS) was compiled. The increased accuracy of the data obtained corresponds to the goals and objectives of the State Program Effective involvement in the circulation of agricultural land and the development of the reclamation complex. Based on the described methodology, more than 2,500 spatial objects with a total area of more than 215,000 hectares were mapped in the study area. Actual sown area data was compared with official figures. A significant difference of 26.4% was found. The statistics are greatly underestimated. Presumably, this is due to the peculiarities of maintaining statistics, cadastral registration, as well as the concealment of actual data by land users themselves.

Key words: Volgograd region, land use, monitoring, farmland, GIS technologies, remote sensing of the Earth.

Citation. Matveev S. Geoinformation Mapping of the Current State of Agricultural Territories of the Novoanninsky District of the Volgograd Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 36-42. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.5>

УДК 55

ББК 26.8

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НОВОАННИНСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Штефан Матвеев

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Картографирование и анализ сельскохозяйственных угодий имеет особое значение для выработки стратегий регионального землепользования. Официальные статистические данные не всегда точно отражают количественные и качественные показатели муниципальных структур землепользования. Методы геоинформационного картографирования на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют наиболее точно определить хозяйственную структуру территории. Современные исследования по этой тематике продвинулись достаточно для обеспечения высокой точности картографирования, однако для целей мониторинга такие данные не подходят. Целью настоящей работы является картографирование сельскохозяйственных угодий (обрабатываемых полей, залежей, сенокосов) на территории Новоаннинского

района Волгоградской области. В статье последовательно описаны этапы картографирования: исходные данные, процесс картографирования, особенности выделения. Подробно описана методика картографирования, основанная на использовании данных сверхвысокого пространственного разрешения с верификацией по данным высокого разрешения. Составлен анализ основных посевных площадей на территории района по данным Федеральной службы государственной статистики (ФСГС). Повышенная точность полученных данных соответствует целям и задачам Государственной программы «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса». На основе описанной методики, на территории исследования картографировано более 2500 пространственных объектов общей площадью более 215 тыс. га. Фактические данные по посевным площадям были сравнены с официальными показателями. Выявлено значительное различие в 26,4 %. Статистические данные сильно занижены. Предположительно, это связано с особенностью ведения статистики, кадастрового учета, а также сокрытия фактических данных самими землепользователями.

Ключевые слова: Волгоградская область, землепользование, мониторинг, сельскохозяйственные угодья, ГИС-технологии, дистанционное зондирование Земли.

Цитирование. Матвеев Ш. Геоинформационное картографирование современного состояния сельскохозяйственных территорий Новоаннинского района Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 36–42. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.5>

Введение

Изучение структуры землепользования с помощью технологий дистанционного зондирования Земли, электронного картографирования и геоинформационного анализа является важнейшей и перспективной задачей для современного сельского хозяйства, экологической и географической науки. Знание фактических площадей сельскохозяйственных угодий, а также же их мониторинг и инвентаризация, соответствует целям и задачам многих государственных и региональных программ. Одной из самых крупных в современной России является Государственная программа «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса». Стратегические и территориальные планы развития, в соответствии с программой, должны подразумевать разработку и реализацию региональных программ по вовлечению земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшению мелиоративных комплексов [1]. В связи с этим перед регионами стоит цель введения в оборот около 13,2 млн га неиспользуемых земель. Также перед регионами стоит цель в инвентаризации современной структуры землепользования, что является актуальной задачей картографии. В комплекс работ по инвентаризации также входят работы по оценке состояния плодородия перспективных для вовлечения земель, включающий в себя агрохимические, эколого-токсикологи-

ческие и почвенные исследования. Первостепенной задачей при этом является анализ более 60 % структуры землепользования до 2025 года. Геоинформационное обеспечение данных мероприятий является наиболее рациональным и перспективным инструментом. Созданные базы данных структур землепользования могут использоваться не только для инвентаризации, но и для дальнейшего мониторинга. Исследования по картографированию и анализу сельскохозяйственных угодий, имеющие в основе данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения проводились и ранее на иные территории [4; 5]. Однако с развитием геоинформатики, появляются более точные и перспективные методы картографирования и оценки сельскохозяйственных угодий.

Материалы и методы исследования

Картографирование сельскохозяйственных угодий имеет множество особенностей. Главным фактором точности картографирования являются исходные данные. Стандартные методы основываются на использовании данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения (Спутники Sentinel 2, Landsat 7/8/9), а также среднего пространственного разрешения (Спутники Terra, Aqua) [8; 9]. Однако с точки зрения точности использование таких данных не всегда дает корректный результат. Точность выделения здесь зависит от способа обработки данных, а также комбинации спектральных каналов. Универсальной комби-

нации каналов для выделения даже обрабатываемых сельскохозяйственных угодий не существует. Поэтому, в большинстве случаев, для выделения сельскохозяйственных угодий используют комбинацию каналов «естественные цвета» (Каналы Red-Green-Blue) [2]. Точность выделения при использовании такой комбинации сильно зависит от квалификации и опыта пользователя. Наиболее рациональным картографированием сельскохозяйственных угодий является выделение с использованием комплекса источников, состоящих из разновременных данных ДЗЗ сверхвысокого и высокого пространственного разрешения. Данная методика потенциально дает самую высокую точность определения, а погрешности при выделении сельскохозяйственных угодий не превышают стандартные 5 %, закладываемые при картографировании. Такая методика имеет несколько особенностей, которые важно учитывать в процессе электронного картографирования:

1. Использование данных сверхвысокого разрешения является основным источником. При этом, самым рациональным источником являются данные Google Earth, которые могут подключаться в геоинформационную среду в качестве WMS (WebMapServices) слоя. Так как данные сверхвысокого разрешения являются по структуре мозаикой разновременных снимков, использование Google Earth PRO позволяет выявлять дату снимка на каждом элементе мозаики, что позволяет выявить наиболее актуальные границы сельскохозяйственных угодий.

2. Использование данных высокого пространственного разрешения в комбинации каналов «естественные цвета» позволяет уточнять границы полей на те участки мозаики сверхвысокого разрешения, которые имеют архивные материалы возрастом более 2 лет. Так как сельскохозяйственные угодья постоянно могут менять обрабатываемость, то верификация с помощью актуальных снимков высокого разрешения является важнейшим этапом в картографировании. При этом, предпочтение отдается снимкам конца весны, когда сельскохозяйственные угодья готовят к посадке [7].

3. Картографирование границ сельскохозяйственных угодий по данным сверхвысокого

пространственного разрешения должно производиться в рабочих масштабах от 1 : 1000 до 1 : 5000. Это позволит добиться наибольшей точности в выделении, а также в подсчете посевных площадей.

4. Хорошо различаемые на данных сверхвысокого разрешения, но не дешифрируемые на высоком разрешении, объекты антропогенной деятельности – не картографируются. К таким объектам можно отнести полевые дороги на границах полей, стоянки техники, противопожарную опашку. В целом, выделение таких объектов существенно не изменит геометрические свойства полигонов при картографировании. При использовании таких данных при геоинформационном анализе, например, расчет NDVI, смывости почв, значения таких площадей потенциально могут дать аномалии и исказить дальнейшие исследования [6].

5. При картографировании посевные площади разных культур и пары в границах крупных полей, представленных дорогами и лесными полосами, не разделяются. Это связано с динамичностью границ севооборотов внутри поля. При всем этом севооборот сельскохозяйственных угодий также находится в динамике, в отличие от границ, поэтому по необходимости он может уточняться локально.

6. Картографирование техногенных объектов, например опор линий электропередач не производится при условии, если линейные размеры объекта менее размеров пикселя спутникового изображения.

Результаты и обсуждение

В качестве района исследования выбран Новоаннинский район Волгоградской области. Площадь района составляет 3081,78 км².

По данным Федеральной службы государственной статистики, по состоянию на 2021 г., на территории Новоаннинского района, посевные площади сельскохозяйственных культур составили 166,2 тыс. га. Динамика посевных площадей положительная (см. рис. 1).

Структура посевных площадей состоит из: подсолнечника на зерно (49,8 %), пшеницы озимой (19,9 %), пшеница яровая (7,07 %), кукуруза на зерно (6,92 %), зернобобовые культуры (5,1 %), рожь яровая (3,4 %) (см. рис. 2).

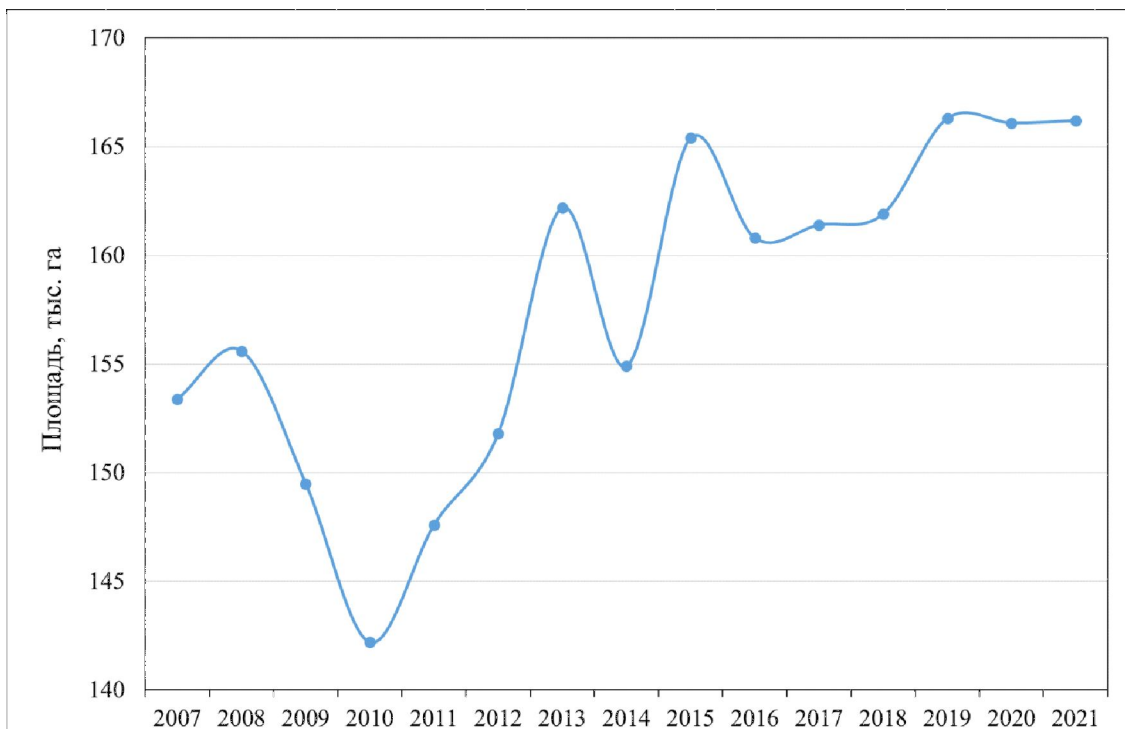


Рис. 1. Динамика посевных площадей на территории Новоаннинского района Волгоградской области

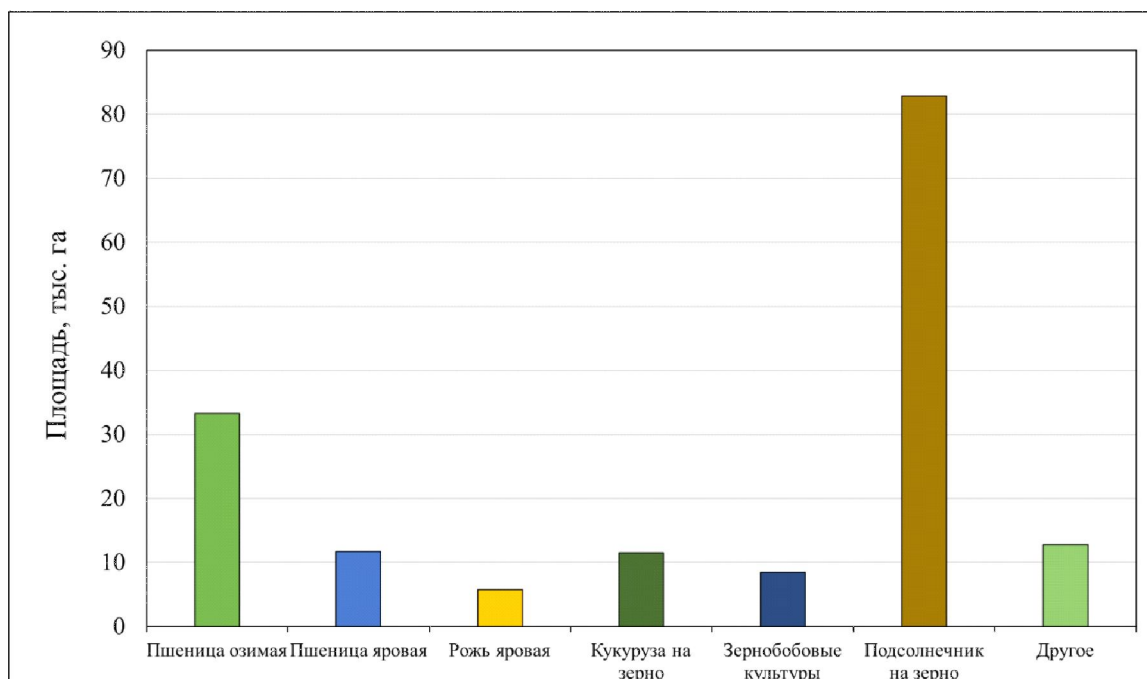


Рис. 2. Структура посевных площадей Новоаннинского района Волгоградской области за 2021 г.

В период с 2016 по 2021 г. посевные площади подсолнечника на зерно увеличились на 9,6 %, площади пшеницы озимой сократились на 6,5 %. В остальных культурах наблюдается относительная стабильность в посевных площадях, не превышающая 2 %.

Методами электронного картографирования на территории района выделено (см. рис. 3):

1. Обрабатываемой пашни: 2194 поля общей площадью 210,1 тыс. га.

2. Залежи: 91 поле общей площадью 2,84 тыс. га.

3. Сенокосы: 205 контуров общей площадью 1,23 тыс. га.

Таким образом, электронное картографирование обрабатываемых площадей по данным ДЗЗ позволило выявить различия между фактическими данными и статистическими. Фактическая посевная площадь составляет 126,41 % от официальной, что свидетельствует о необходимости дополнительного мониторинга территории. Статистические данные о посевных площадях не содержат сведения о чистом паре, который был также выделен при картографировании по данным дистанционного зондирования Земли. Полученная разница частично может быть обусловлена наличием чистого пара. По данным Национального атласа почв (<https://soil-db.ru/>) [3] на территории Новоаннинского района Волгоградской области на 1 января 2006 г. имелось 219,1 тыс. га пашни, 4,7 тыс. га сенокосов и 47,2 тыс. га пастбищ, а неиспользуемые земли отсутствовали. Разница в значениях площадей обрабатываемых пашен за 15 лет составила 9 тыс. га.

Заключение

Предложенная методика картографирования, основанная на использовании данных сверхвысокого пространственного разрешения с верификацией по данным высокого разрешения, показала отличную результативность с точки зрения временных и трудовых затрат. Такие данные могут использоваться в дальнейшем для разного спектра исследований: мониторинга, инвентаризации, разработки лесомелиоративных планов. Результаты картографирования в сравнении с официальными данными позволяют выявлять недочеты в статистических данных, что позволяет более оперативно обновлять информацию. Перспектива использования таких данных, в совокупности с использованием вегетационных индексов, позволит актуализировать ежегодно различные севообороты на территории района и проводить анализ состояния сельскохозяйственных культур.



Рис. 3. Карта сельскохозяйственных угодий Новоаннинского района Волгоградской области по данным 2021 г.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по темам НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100311-3, № 122020100405-9 и № 122020100406-6.

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS No. 122020100311-3, No. 122020100405-9 and No. 122020100406-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия / А. С. Рулев, С. С. Шинкаренко, В. Н. Бодрова, Н. В. Сидорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 115–122. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-15>

2. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-западного Прикаспия / К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Г. Юферев [и др.] // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 2 (83). – С. 16–24.

3. Почвенно-географическая база данных России. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-8-ispolzovanie-zemelnyh-resursov-i-pochv/8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/volgogradskaya-oblast> (дата обращения: 29.06.22). – Загл. с экрана.

4. Синельникова, К. П. Геоинформационный анализ современного состояния агроландшафта Донской гряды / К. П. Синельникова // Научно-агрономический журнал. – 2020. – № 3 (110). – С. 9–17. – DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2020.110.3.002.9-16>

5. Хаванская, Н. М. Геоинформационно-картографические методы в исследовании эколого-хозяйственного баланса территории / Н. М. Хаванская, А. А. Васильченко // Природные системы и ресурсы. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 33–41. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.2.4>

6. Шинкаренко, С. С. Сезонная динамика NDVI пастбищных ландшафтов Северного Прикаспия по данным MODIS / С. С. Шинкаренко, С. А. Барталев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17, № 4. – С. 179–194. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194>

7. Юферев, В. Г. Оценка эрозионного состояния агроландшафтов по космоснимкам / В. Г. Юферев, М. В. Юферев // Научно-агрономический журнал. – 2018. – № 1 (102). – С. 26–28.

8. Nikolaeva, O. N. The Usage of Integrated Mapping of Heterogeneous Natural Resources Data for Natural Resources Management / O. N. Nikolaeva // Proceedings of the International Conference “InterCarto. InterGIS”. – 2015. – Vol. 21, № 1. – P. 171–

174. – DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2015-1-21-171-174>

9. Usage experience and capabilities of the vega-science system / E. Loupian, M. Burtsev, A. Proshin [et al.] // Remote Sensing. – 2022. – Vol. 14, № 1. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14010077>

REFERENCES

1. Rulev A.S., Shinkarenko S.S., Bodrova V.N., Sidorova N.V. Geoinformatsionnye tekhnologii v obespechenii tochnogo zemledeliya [Geoinformation Technologies in Providing Precision Farming]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional], 2018, no. 4, pp. 115-122. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-15>

2. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G. et al. Geoinformatsionnyi analiz opustynivaniya Severozapadnogo Prikaspiya [Geoinformation Analysis of Desertification of the North-Western Caspian]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], 2020, vol. 26, no. 2 (83), pp. 16-24.

3. *Pochvenno-geograficheskaya baza dannykh Rossii* [Soil-Geographical Database of Russia]. URL: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-8-ispolzovanie-zemelnyh-resursov-i-pochv/8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/volgogradskaya-oblast> (accessed 29 June 2022).

4. Sinelnikova K.P. Geoinformatsionnyi analiz sovremennogo sostoianiya agrolandshafta Donskoi griady [Geoinformation Analysis of the Current State of the Agricultural Landscape of the Don Ridge]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], 2020, no. 3 (110), pp. 9-17. DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2020.110.3.002.9-16>

5. Khavanskaya N.M., Vasilchenko A.A. Geoinformatsionno-kartograficheskie metody v issledovanii ekologo-khoziaistvennogo balans territorii [Geoinformation-Cartographic Methods in the Study of the Ecological and Economic Balance of the Territory]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2020, vol. 10, no. 2, pp. 33-41. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.2.4>

6. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Sezonnaia dinamika NDVI pastbishchnykh landshaftov Severnogo Prikaspiia po dannym MODIS [NDVI Seasonal Dynamics of the North Caspian Pasture Landscapes According to MODIS Data]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2020, vol. 17, no. 4, pp. 179-194. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194>

7. Yuferev V.G., Yuferev M.V. Ocenka jerozionnogo sostoyaniya agrolandshaftov po kosmosnimkam [Evaluation of the Erosion State of Agrolandscapes from Satellite Images]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], 2018, no. 1 (102), pp. 26-28.

8. Nikolaeva O.N. The Usage of Integrated Mapping of Heterogeneous Natural Resources Data

for Natural Resources Management. *Proceedings of the International Conference "InterCarto. InterGIS"*, 2015, vol. 21, no. 1, pp. 171-174. DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2015-1-21-171-174>

9. Loupian E.A., Bourtsev M.A., Proshin A.A. et al. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System. *Remote Sensing*, 2022, vol. 14, no. 1. DOI: doi.org/10.3390/rs14010077

Information About the Author

Stefan Matveev, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, matveev-sh@vfanc.ru

Информация об авторе

Штефан Матвеев, лаборант-исследователь, лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, matveev-sh@vfanc.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.6>

UDC 577.121.7:579.25

LBC 28.57

STUDY OF GENOTOXICITY AND OXIDATIVE STRESS OF MEDICINAL PLANTS IN MOUNTAIN TERRITORIES OF THE CHECHEN REPUBLIC

Ruslan G. Gurbanov

Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny, Russian Federation

Petimat M. Dzhambetova

Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny, Russian Federation

Abstract. Biologically active substances (BAS) contained in medicinal plants are used in the manufacture of medicines, and, accordingly, have certain properties, such as, for example, antioxidant, anti-inflammatory effect, bacteriostatic, bactericidal, the ability to increase the body's resistance to genotoxicants, etc. Infusions of medicinal plants *Origanum vulgare* and Greater celandine (*Chelidonium majus*), selected in their places of growth: in the mountains of Nozhai-Yurtovsky (1090 m above sea level) and Shatoisky (1200 m above sea level) areas of the Chechen Republic, traditionally used for medicinal purposes, were studied for the induction of oxidative stress on strains of luminescent bacteria *E. coli*. Artificially created *Escherichia coli* MG1655 biosensor strains containing specially designed plasmids of the pBR322 variant carrying the *Photobacterium luminescens* bacterium luxCDABE operon placed under an inducible promoter activated only when certain chemical agents appear in the medium were used in the work. *E. coli* strains with hybrid plasmids: pSoxS-lux or pKatG-lux were used for detection of substances causing oxidative stress in cells, and with hybrid plasmids: pColD-lux or pRecA-lux for detection of genotoxic substances. It was found that the studied medicinal infusions can have a synergistic effect in combination with the genotoxic drug dioxidine and the oxidant hydrogen peroxide. At the same time, they can act both as an antioxidant and as an antigenotoxicant, depending on the concentration. The concentrations of infusions of *Origanum vulgare* and *Chelidonium majus* at the concentration of Greater Celandine – 6 g (CN2) and 3 g (CN3) caused oxidative stress. All other concentrations of *Origanum vulgare* and Celandine greater on all bioluminescent strains of *E. coli* had a slight bactericidal effect. Further studies of biologically active substances of medicinal plants will make it possible to propose them as a protective barrier to the genotoxic, mutagenic or toxic effects of various environmental pollutants.

Key words: Common oregano (*Origanum vulgare*), Celandine (*Chelidonium majus*), oxidative stress, luminescent strains, *Escherichia coli*, antioxidant, genotoxicant.

Citation. Gurbanov R.G., Dzhambetova P.M. Study of Genotoxicity and Oxidative Stress of Medicinal Plants in Mountain Territories of the Chechen Republic. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.6>

УДК 577.121.7:579.25

ББК 28.57

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ И ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Руслан Гурбанович Гурбанов

Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный, Российская Федерация

Петимат Махмудовна Джамбетова

Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный, Российская Федерация

Аннотация. Биологически активные вещества (БАВ), содержащиеся в лекарственных растениях, используются при изготовлении лекарственных препаратов, и, соответственно, обладают определенными свой-

ствами, такими как, например, антиоксидативность, противовоспалительный эффект, бактериостатичность, бактерицидность, способностью повышать устойчивость организма к генотоксикантам и т. д. Настои лекарственных растений Душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*), отобранные в местах их произрастания: в горах Ножай-Юртовского (1090 м н.у.м.) и Шатойского (1200 м н.у.м.) районов Чеченской Республики, традиционно используемых в лекарственных целях, были исследованы на индукцию окислительного стресса на штаммах люминесцентных бактерий *E. coli*. В работе использовались искусственно созданные биосенсорные штаммы *Escherichia coli* MG1655, содержащие специально сконструированные плазмиды варианта pBR322, несущие оперон luxCDABE бактерии *Photobacterium luminescens*, поставленные под индуцируемый промотор, активирующийся лишь при появлении в среде определенных химических агентов. Для детекции веществ, вызывающих окислительный стресс в клетках, использовали штаммы *E. coli*, с гибридными плазмидами: pSoxS-lux или pKatG-lux и для детекции генотоксичных веществ – с гибридными плазмидами: pColD-lux или pRecA-lux. Выявили, что изученные лекарственные настои могут оказывать синергетический эффект в комплексе с генотоксичным лекарственным препаратом диоксидином и оксидантом – перекисью водорода. При этом могут выступать и как антиоксидант, и как антигенотоксикант, в зависимости от концентрации. Концентрации настоев *Origanum vulgare* и *Chelidonium majus* при концентрации Чистотела большого – 6 г (ЧН2) и 3 г (ЧН3) вызвали окислительный стресс. Все остальные концентрации Душицы обыкновенной и Чистотела большого на всех биолюминесцентных штаммах *E. coli* оказали небольшое бактерицидное воздействие. Дальнейшие исследования биологически активных веществ лекарственных растений позволят предложить их в качестве защитного барьера генотоксического, мутагенного или токсического воздействия различных загрязнителей окружающей среды.

Ключевые слова: Душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), Чистотел большой (*Chelidonium majus*), окислительный стресс, люминесцентные штаммы, *Escherichia coli*, антиоксидант, генотоксикант.

Цитирование. Гурбанов Р. Г., Джамбетова П. М. Исследование генотоксичности и окислительного стресса лекарственных растений // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 43–50. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.6>

Введение

На сегодняшний день, актуальной и перспективной областью изучения являются лекарственные растения. Обусловлено это рядом факторов: во-первых, все возрастающим интересом людей к доступным, а также недорогим средствам лечения и профилактики различных заболеваний; во-вторых, поиском относительно безвредных активных фармацевтических субстанций; в-третьих, недостаточной изученностью активных соединений лекарственных растений, а также и взаимодействие их с другими биологически активными веществами и лекарственными препаратами.

Биологически активные вещества (БАВ), содержащиеся в лекарственных растениях, используются при изготовлении лекарственных препаратов, и, соответственно, обладают определенными свойствами, такими как, например, антиоксидативность, противовоспалительный эффект, бактериостатичность, бактерицидность, способностью повышать устойчивость организма к генотоксикантам и т. д. К основным БАВ можно отне-

сти: алкалоиды, гликозиды, смолы, полисахариды, эфирные масла, органические кислоты, кумарины, хиноны, антраценпроизводные, флавоноиды и дубильные вещества [7; 9].

Целью данного исследования было изучение генотоксической/антигенотоксической и оксидативной/антиоксидативной активности настоев Душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*).

Материал и методы исследования

Лекарственные растения Душица обыкновенная (*Origanum vulgare*) и Чистотел большой (*Chelidonium majus*) были отобраны в местах их произрастания: в горах Ножай-Юртовского (1090 м н.у.м.) и Шатойского (1200 м н.у.м.) районов Чеченской Республики.

Для оптимального варианта приготовления настоев с целью минимизации потерь БАВ при воздействии высокой температуры, был выбран следующий метод приготовления настоев. Использовали высушенную надземную часть растения, перемолотая до порошкообразного состояния. Сырье помещают в стеклянную или эмалированную посуду, заливают

кипяченой водой, накрывают крышкой и настаивают в течение 15 минут, периодически надавливая на сырье ложкой, затем их отжимают. Объем полученного настоя доводят кипяченой водой до первоначального объема [10]. Настои предварительно стерилизуют ультрафиолетовым облучением.

В работе использовались искусственно созданные биосенсорные штаммы *Escherichia coli* MG1655, содержащие специально сконструированные плазмиды варианта pBR322, несущие оперон luxCDABE бактерии *Photobacterium luminescens*, поставленные под индуцируемый промотор, активирующийся лишь при появлении в среде определенных химических агентов [4]. Для детекции веществ, вызывающих окислительный стресс в клетках, использовали штаммы *E. coli*, которые несли гибридные плазмиды: pSoxS-lux или pKatG-lux. А для детекции генотоксичных веществ использовали данный штамм со следующими гибридными плазмидами: pColD-lux или pRecA-lux. Штаммы любезно предоставлены проф. Абиловым С.К. (ИОГен им. Н.И. Вавилова, Москва).

Культуры клеток *E. coli* выращивали на среде Луриа-Бертани (LB) с добавлением антибиотика ампициллина (100 мкг/мл). Ночная культура культивировалась в термостате в течение 17 часов при 37 °С до ранней экспоненциальной фазы. Затем она разбавлялась свежей питательной средой до плотности 0,1 ед. Макфарланда. Измерения проводились на денситометре DEN-1 («BioSan» Латвия). Полученную разведенную среду дополнительно культивировали 2 часа при 37 °С аэрируя ее на качалке с 120 об./мин до ранней экспоненциальной фазы. Аликвоты этой культуры (160 мкл) переносили в лунки микропланшета и добавляли туда же, в зависимости от варианта:

- 40 мкл дистиллированной воды при отрицательном контроле;
- смесь из 20 мкл дистиллированной воды и 20 мкл индуктора окислительного стресса /

или генотоксического вещества при положительном контроле. В качестве положительного контроля были использованы: диоксидин (0,05 мг/мл) для активации промоторов pColD и pRecA; пероксид водорода (0,01 мкг/мл) для активации промоторов pKatG и pSoxS;

- для оценки отдельных концентраций настоев добавляли 20 мкл исследуемого вещества и 20 мкл дистиллированной воды;

- для оценки совместного воздействия двух настоев на культуру, добавляли 20 мкл исследуемого вещества Душицы обыкновенной и 20 мкл Чистотела большого;

- для оценки общей индукции/ингибирования окислительного стресса или генотоксического действия, вызванного взаимодействием перекиси водорода / диоксидина с настоями, добавляли 20 мкл исследуемого вещества и 20 мкл оксиданта / генотоксиканта.

Микропланшет со всем его содержимым культивировали при 37 °С и снимали показания в определенные промежутки времени: pColD-lux – 90 мин, pKatG-lux – 45 мин, pSoxS-lux и pRecA-lux – 60 мин. Люминесценция измерялась на микропланшетном люминиметре Luminometer photometer LM 01A (IMMUNOTECH s.r.o, Czech Republic).

Перечень всех исследуемых концентраций настоев и их комбинаций, а также аббревиатура, представлена в таблице 1.

Отношение интенсивности люминесценции культуры lux-биосенсора, содержащей исследуемое вещество (I_{ind}), к интенсивности люминесценции контрольной культуры lux-биосенсора (I_0) определяется как фактор индукции по формуле: $R = I_{ind}/I_0$. R – фактор индукции. R рассчитан для минимальной (достоверное повышение уровня свечения) и максимальной (максимальный уровень свечения) концентраций настоев по формуле $R = I_{ind}/I_0$, где I_0 – уровень спонтанной люминесценции культуры, I_{ind} – уровень индуцированной люминесценции культуры.

Таблица 1

Список исследуемых концентраций настоев

Лекарственное растение	Аббревиатура	Концентрация настоев (на 100 мл)	Лекарственное растение	Аббревиатура	Концентрация настоев (100 мл)
Душица обыкновенная	ДН1	6 г	Чистотел большой	ЧН1	12 г
	ДН2	3 г		ЧН2	6 г
	ДН3	1.5 г		ЧН3	3 г

Результаты исследования

Результаты проведенного исследования представлены в таблицах 2 и 3.

Согласно полученным данным, отдельные концентрации настоев Душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*) не проявили гено-

токсической и оксидативной активности (табл. 2), за исключением двух концентраций Чистотела большого – 6 г (ЧН2) и 3 г (ЧН3), которые показали незначительное повышение уровня биолюминесценции по сравнению с отрицательным контролем (в 1,01 и 1,1 раза больше) только на штамме pSoxS, то есть вызвали оксидативный стресс. Все остальные

Таблица 2

Исследование влияния отдельных концентраций Душицы обыкновенной и Чистотела большого на биолюминесцентных штаммах *E. Coli*

Lux-штамм	Индукция люминесценции в бактериальных lux-биосенсорах, отн. ед.			
	pKatG	pColD	pSoxS	pRecA
Вариант эксперимента	Перекись водорода (0,01 М)	Диоксидин (0,000225 М)	Перекись водорода (0,01 М)	Диоксидин (0,000225 М)
I _{ind}	85323 ± 6305	35798 ± 1507	64861 ± 2211	245638 ± 13548
I ₀	7407 ± 93	3632 ± 62	9645 ± 110	114492 ± 2267
I _{ind} /I ₀	11,52	9,86	6,72	2,14
Душица обыкновенная				
ДН1, 6 г	5885 ± 85	2833 ± 59	8175 ± 239	100444 ± 2687
ДН2, 3 г	5827 ± 133	2814 ± 68	8377 ± 288	95465 ± 3667
ДН3, 1,5 г	5760 ± 155	2981 ± 55	8563 ± 279	95210 ± 4538
Чистотел большой				
ЧН1, 12 г	7459 ± 295	1697 ± 76	7690 ± 151	99025 ± 4222
ЧН2, 6 г	6690 ± 114	2529 ± 117	9786 ± 257	101438 ± 4001
ЧН3, 3 г	6229 ± 160	2830 ± 104	10594 ± 464	101704 ± 3097

Примечание. Достоверность определяли по t-критерию Стьюдента, значение составило p < 0,05.

Таблица 3

Исследование влияния комбинаций концентраций Душицы обыкновенной, Чистотела большого и оксиданта/или генотоксиканта на биолюминесцентных штаммах *E. Coli*

Вариант эксперимента	Индукция люминесценции в бактериальных lux-биосенсорах, отн. ед.			
	pKatG	pColD	pSoxS	pRecA
Вариант эксперимента	Перекись водорода (0,01 М)	Диоксидин (0,000225 М)	Перекись водорода (0,01 М)	Диоксидин (0,000225 М)
I _{ind}	85323 ± 6305	35798 ± 1507	64861 ± 2211	245638 ± 13548
I ₀	7407 ± 93	3632 ± 62	9645 ± 110	114492 ± 2267
R=I _{ind} /I ₀	11,52	9,86	6,72	2,14
Душица обыкновенная + индуктор (перекись водорода/или диоксидин)				
ДН1, 6 г	62225 ± 2379	38050 ± 1825	68012 ± 1599	236835 ± 15366
ДН2, 3 г	61534 ± 1288	34946 ± 1328	64332 ± 1145	209723 ± 12074
ДН3, 1,5 г	51884 ± 1011	33938 ± 880	64481 ± 1480	201977 ± 12147
Чистотел большой + индуктор (перекись водорода/или диоксидин)				
ЧН1, 12 г	63546 ± 2297	76557 ± 470	73143 ± 854	374793 ± 19324
ЧН2, 6 г	71892 ± 1760	66644 ± 875	90420 ± 2704	309401 ± 9175
ЧН3, 3	71591 ± 931	62028 ± 1736	81396 ± 2210	247962 ± 10089
Душица обыкновенная + чистотел большой				
ДН1+ЧН1	7459 ± 329	1501 ± 88	8524 ± 131	85496 ± 4970
ДН2+ЧН2	6768 ± 254	2727 ± 82	10517 ± 244	91660 ± 3394
ДН3+ЧН3	6499 ± 172	3137 ± 72	9638 ± 399	90485 ± 3303

Примечание. Достоверность определяли по t-критерию Стьюдента, значение составило p < 0,05.

изученные концентрации лекарственных растений Душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*) на всех биолюминесцентных штаммах *E. coli* оказали небольшое бактерицидное воздействие.

В таблице 3 представлены данные как совместного действия настоев Душицы обыкновенной с Чистотелом большим, так и отдельное взаимодействие данных концентраций настоев с генотоксикантом/или оксидантом. В качестве генотоксиканта для штаммов pColD и pRecA используется диоксидин (в индукторной концентрации), а для штаммов pKatG и pSoxS в роли оксиданта выступает перекись водорода (в индукторной концентрации).

Исследования совместного действия индуктора и настоев показали, что Душица обыкновенная выступает в основном как антиоксидант/или антигенотоксикант. В свою очередь, Чистотел большой вместе с индуктором, в основном оказывает синергетический эффект, кроме штамма pKatG, где он выступает антиоксидантом.

Обсуждение

Многие лекарственные растения используются как противовоспалительное, противовирусное, антибактериальное, ранозаживляющее, седативное, антиоксидантное, противовоспалительное и противовоспалительное средство, которые могут обладать дезинтоксикационным, обезболивающим, гепатопротекторным и антисептическим действием [12; 13; 14]. Такое широкий диапазон свойств лекарственных растений обусловлен наличием в их составе множества природных антиоксидантов фенольного класса, которые обуславливают их антиоксидантное, противовоспалительное действие, антимикробное, спазмолитическое и нейропротекторное действия [10; 11].

В нашем исследовании были изучены два вида лекарственных растений: Душица обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*) с использованием люкс-биосенсоров штаммов *E. coli*, каждый из которых специфически реагирует на различные генотоксические вещества изменением степени люминесценции [6]. Данный тест, наряду с известным тестом Эймса,

используют для оценки изучения антиоксидантной и антигенотоксической активности БАВ [2; 8].

В данном исследовании отдельные концентрации настоев Душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и Чистотела большого (*Chelidonium majus*) не проявили генотоксической и оксидативной активности (табл. 2), при этом концентрации Чистотела большого 6 г и 3 г на штамме pSoxS показали незначительное повышение уровня люминесценции по сравнению с отрицательным контролем (в 1,01 и 1,1 раза больше). Все остальные приведенные концентрации на всех штаммах оказали небольшое бактерицидное воздействие, обусловленное наличием в лекарственных растениях фитонцидов.

Исследования совместного действия настоев и индуктора (табл. 3) показали, что Душица обыкновенная выступает, в основном, как вещество антиоксидант или антигенотоксикант, уменьшая воздействие оксиданта или генотоксиканта (то есть индуктора: перекись водорода или диоксидин) на бактериальную клетку. В свою очередь, настои Чистотела большого вместе с индуктором в значительной степени оказывают синергетический эффект, либо увеличивая окислительный стресс в клетке, либо увеличивают повреждение ДНК, кроме штамма pKatG, где настои Чистотела большого выступают в качестве антиоксиданта. В аналогичной работе с данными штаммами бактерий и лекарственными растениями Заилийского Алатау Казахстана было показано также, что настоем шалфея способен оказывать антиоксидантный эффект против перекиси водорода [5]. Синергетический эффект настоев Чистотела большого объясняется, возможно, тем фактом, что данное лекарственное растение содержит высокие концентрации алкалоидов [3].

Выводы

Биологически активные соединения лекарственных растений оказывают влияние на метаболизм, в том числе могут нейтрализовать ряд веществ, оказывающих канцерогенное или мутагенное воздействия на наследственные структуры клеток. Активно учащаяся в метаболические процессы, они могут

нейтрализовать активные формы кислорода и свободные радикалы, активировать ферменты первой и второй фазы детоксикации ксенобиотиков, при этом могут активировать сами ксенобиотики [1].

Таким образом, в связи с вышесказанным, считаем, что требуется дальнейшее изучение биологически активных веществ лекарственных растений как защитного барьера генотоксического, мутагенного или токсического воздействия различных загрязнителей окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Академкнига, 2003. – 431 с.

2. Антигенотоксическая активность биологически активных веществ в экстрактах *Inula britannica* и *Limonium gmelinii* / А. В. Ловинская, С. Ж. Колумбаева, Т. М. Шалахметова [и др.] // Генетика. – 2017. – Т. 53, № 12. – С. 1393–1401. – DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675817120086>

3. Журба, О. В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев. – М. : КолосС, 2008. – 512 с.

4. Игонина, Е. В. Лух-биосенсоры: скрининг биологически активных соединений на генотоксичность / Е. В. Игонина, М. В. Марсова, С. К. Абилов // Экологическая генетика. – 2016. – № 14 (4). – С. 52–62. – DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen14452-62>

5. Изучение антигенотоксической активности настоев лекарственных растений Заилийского Алатау / А. В. Ловинская, Н. Т. Бекмагамбетова, А. Т. Адыбаева [и др.] // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2019. – Т. 58, № 1. – С. 26–38. – DOI: <https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v58.i1.03>

6. Индукция окислительного стресса и SOS-ответа в бактериях *Escherichia coli* растительными экстрактами: роль гидроперекисей и эффект синергизма при совместном действии с цисплатиной / И. В. Манухов, В. Ю. Котова, Д. Г. Мальдов [и др.] // Микробиология. – 2008. – Т. 77, № 5. – С. 590–597.

7. Масленников, П. В. Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях ботанического сада / П. В. Масленников, Г. Н. Чупахина, Л. Н. Скрыпник // Известия РАН. Серия биологическая. – 2013. – № 5. – С. 551–557. – DOI: <https://doi.org/10.7868/S000233291305010X>

8. Мачигов, Э. А. Изучение генотоксичности параквата с помощью бактериальных лух-биосенсоров / Э. А. Мачигов, Д. А. Свиридова, С. К. Абилов // Медицинская генетика. – 2020. – № 19 (9). – С. 63–64.

9. Парийчук, Н. В. Парофазный газохроматографический анализ летучих компонентов лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов : дис. ... канд. хим. наук / Парийчук Нина Владимировна. – Саратов, 2018. – 174 с.

10. Чукуриди, С. С. Лекарственные растения и их использование в фитотерапии : метод. пособие для лабораторных и самостоятельных работ студентов по направлению 110400.62 «Агрономия» (бакалавриат) биологических факультетов университетов / С. С. Чукуриди, Л. С. Кричевская, Н. А. Сионова. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2012.

11. Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. vulgare and subsp. hirtum) essential oils / C. Sarikurkcü, G. Zengin, M. Oskay et al. // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 70. – P. 178–184. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.030>

12. Hypotensive mechanism of the extracts and artemetin isolated from *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) in rats / P. De Souza, A. Gasparotto, S. Crestani [et al.] // Phytomedicine. – 2011. – Vol. 18, № 10. – P. 819–825. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2011.02.005>

13. In vitro and in vivo studies of natural products: A challenge for their valuation. The case study of chamomile (*Matricaria recutita* L.) / S. Petronilho, M. Maraschin, M. A. Coimbra, S. M. Rocha // Industrial Crops and Products. – 2012. – Vol. 40, № 1. – P. 1–12. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.041>

14. Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E / F. Uzun, S. Kalender, D. Durak et al. // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – Vol. 47, № 8. – P. 1903–1908. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.001>

REFERENCES

1. Altuhov Yu.P. *Geneticheskie processy v populyaciyah* [Genetic Processes in Populations]. Moscow, Akademkniga Publ., 2003. 431 p.

2. Lovinskaya A.V., Kolumbaeva S.Zh., Shalahmetova T.M. et al. Antigenotoksicheskaya aktivnost' biologicheskii aktivnykh veshchestv v ekstraktakh *Inula britannica* i *Limonium gmelinii* [Antigenotoxic Activity of Biologically Active Substances in Extracts of *Inula Britannica* i *Limonium Gmelinii*]. *Genetika*, 2017, vol. 5, no. 12, pp. 1393-1401. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675817120086>

3. Zhurba O.V., Dmitriev M.Ya. *Lekarstvennye, yadovitye i vrednye rasteniya* [Medicinal, Poisonous and Harmful Plants]. Moscow, KolosS Publ., 2008. 512 p.

4. Igonina E.V., Marsova M.V., Abilev S.K. Lux-biosensory: skringing biologicheskii aktivnykh soedinenij na genotoksichnost' [Lux-Biosensors: Screening Biologically Active Compounds for Genotoxicity]. *Ekologicheskaya genetika*, 2016, no. 14 (4), pp. 52-62. DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen14452-62>
5. Lovinskaya A.V., Bekmagambetova N.T., Adybaeva A.T. et al. Izuchenie antigenotoksicheskoi aktivnosti nastoev lekarstvennykh rastenij Zailijskogo Alatau [The Study of Antigenotoxic Activity of the Medicinal Plants Infusions of Trans-Ili Alatau]. *Vestnik KazNU. Seriya ekologicheskaya* [Eurasian Journal of Ecology], 2019, vol. 58, no. 1, pp. 26-38. DOI: <https://doi.org/10.26577/EJE.2019.v58.i1.03>
6. Manuhov I.V., Kotova V.Yu., Mal'dov D.G. et al. Induktsiya oksidativnogo stressa i SOS-otveta v bakteriyakh *Escherichia coli* rastitel'nyimi ekstraktami: rol' gidroperekisej i effekt sinergizma pri sovmestnom dejstvii s cisplatinom [Induction of Oxidative Stress and SOS Response in *Escherichia coli* by Vegetable Extracts: The Role of Hydroperoxides and the Synergistic Effect of Simultaneous Treatment with Cisplatinum]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 2008, vol. 77, no. 5, pp. 590-597.
7. Maslennikov P.V., Chupahina G.N., Skrypnik L.N. Soderzhanie fenol'nykh soedinenij v lekarstvennykh rasteniyakh botanicheskogo sada [The Content of Phenolic Compounds in Medicinal Plants of a Botanical Garden]. *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological Series], 2013, no. 5, pp. 551-557. DOI: <https://doi.org/10.7868/S000233291305010X>
8. Machigov E.A., Sviridova D.A., Abilev S.K. Izuchenie genotoksichnosti parakvata s pomoshch'yu bakterial'nykh lux-biosensov [The Study of Paraquat Genotoxicity by Bacterial Lux-Biosensors]. *Medicinskaya genetika*, 2020, no. 19 (9), pp. 63-64.
9. Parijchuk N.V. *Parofaznyj gazohromatograficheskij analiz letuchikh komponentov lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i fitopreparatov: dis. ... kand. khim. nauk* [Headspace gas Chromatographic Analysis of Volatile Components of Medicinal Plant Raw Materials and Phytopreparations]. Saratov, 2018. 174 p.
10. Chukuridi S.S., Krichevskaya L.S., Sionova N.A. *Lekarstvennye rasteniya i ikh ispol'zovanie v fitoterapii: metod. posobie dlya laboratornykh i samostoyatel'nykh rabot studentov po napravleniyu 110400.62 «Agronomiya» (bakalavriat) biologicheskikh fakul'tetov universitetov* [Medicinal Plants and Their use in Herbal Medicine: Method. Manual for Laboratory and Independent Work of Students in the Direction 110400.62 "Agronomy" (Bachelor's Degree) of Biological Faculties of Universities]. Krasnodar, Izd-vo KubGAU, 2012.
11. Sarikurkcü C., Zengin G., Oskay M. et al. Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Enzyme Inhibition Activities of two *Origanum vulgare* Subspecies (Subsp. *vulgare* and Subsp. *hirtum*) Essential Oils. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 70, pp. 178-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.030>
12. De Souza P., Gasparotto A., Crestani S. et al. Hypotensive Mechanism of the Extracts and Artemetin Isolated from *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) in Rats. *Phytomedicine*, 2011, vol. 18, no. 10, pp. 819-825. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2011.02.005>
13. Petronilho S., Maraschin M., Coimbra M.A., Rocha S.M. In Vitro and in Vivo Studies of Natural Products: A Challenge for Their Valuation. The Case Study of Chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Industrial Crops and Products*, 2012, vol. 40, no. 1, pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.041>
14. Uzun F., Kalender S., Durak D. et al. Malathion-Induced Testicular Toxicity in Male Rats and the Protective Effect of Vitamins C and E. *Food and Chemical Toxicology*, 2009, vol. 47, no. 8, pp. 1903-1908. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.001>

Information About the Authors

Ruslan G. Gurbanov, Undergraduate, Chechen State University named after A.A. Kadyrov, A. Sheripova St, 32, 364024 Grozny, Russian Federation, ruslan.gurbanov2013@yandex.ru

Petimat M. Dzhambetova, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor, Professor, Department of Cell Biology, Morphology and Microbiology, Chechen State University named after A.A. Kadyrov, A. Sheripova St, 32, 364024 Grozny, Russian Federation, petimat-lg@rambler.ru

Информация об авторах

Руслан Гурбанович Гурбанов, магистрант, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ул. А. Шерипова, 32, 364024 г. Грозный, Российская Федерация, ruslan.gurbanov2013@yandex.ru

Петимат Махмудовна Джамбетова, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры клеточной биологии, морфологии и микробиологии, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ул. А. Шерипова, 32, 364024 г. Грозный, Российская Федерация, petimat-lg@rambler.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.7>

UDC 911.5(470.45):504.6

LBC 26.88

THE CLASSIFICATION OF INTENSE GEOECOLOGICAL SITUATIONS AND THEIR LANDSCAPE CONDITIONALITY (BY THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION)

Natalia O. Ryabinina

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Currently, the geoecological situation is the main structural unit in the comprehensive study of modern problems of nature management and the main subject of environmental mapping at any spatial level. Each geoecological situation is formed within a specific geosystem and depends on its properties, structure, dynamics, functioning, it also has specific time characteristics. The methodological basis is the geosystem concept, the doctrine of modern landscapes as natural-anthropogenic geosystems. The classification of geoecological situations is carried out by a set of signs, by a set of problems, by the type of anthropogenic impacts and their depth, by leading factors of formation, by the scale of manifestation, by the time of existence, etc. The determination of the severity of the geoecological situation depends on the regional characteristics and specifics of the leading problems and can be considered separately or from the point of view of the living conditions of the population and its state of health or from the point of view of the state of natural resources, geographical components, the preservation of natural geosystems, the uniqueness of landscapes and the gene pool of living organisms. When determining the severity of the environmental situation, an ecocentric (geocentric) integrated approach was used. It allows you to objectively assess the situation in terms of the state and degree of change in geosystems. As a result of the research, it was established that about 63 % of the territory of the Volgograd region is characterized by a conflict and tense geoecological situation. A satisfactory geoecological situation is observed in western areas characterized by the best bioclimatic indicators, the lowest population density, and the level of anthropogenic load. A tense and critical geoecological situation is typical for areas where mining enterprises, large industrial centers are located, as well as for areas that are characterized by a low level of environmental stability of natural geosystems.

Key words: geographical and ecological situation, natural and anthropogenic geosystems, classification of geoecological situations, the state of the environment, criteria for assessing the severity of the geoecological situation.

Citation. Ryabinina N.O. The Classification of Intense Geoecological Situations and Their Landscape Conditionality (by the Example of the Volgograd Region). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 51-58. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.7>

УДК 911.5(470.45):504.6

ББК 26.88

КЛАССИФИКАЦИЯ НАПРЯЖЕННЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ И ИХ ЛАНДШАФТНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Наталья Олеговна Рябинина

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время геоэкологическая ситуация является главной структурной единицей при комплексном изучении современных проблем природопользования и основным предметом экологического картирования на любом пространственном уровне. Каждая геоэкологическая ситуация формируется в пределах конкретной геосистемы и зависит от ее свойств, структуры, динамики, функционирования, обладает специфическими временными характеристиками. Методологической основой является геосистемная концепция, учение о современных ландшафтах как природно-антропогенных геосистемах. Классификация геоэкологических ситуаций проводится по комплексу признаков, по набору проблем, по типу антропогенных воздействий и их глубине, по ведущим факторам формирования, по масштабам проявления, по времени существования и т. д. Определение степени остроты геоэкологической ситуации зависит от региональных особенностей и специфики ведущих проблем и может рассматриваться отдельно или с точки зрения условий проживания населения и состояния его здоровья или с точки зрения состояния природных ресурсов, географических компонентов, сохранения естественных геосистем, уникальности ландшафтов и генофонда живых организмов. При определении остроты экологической обстановки применялся эгоцентрический (геоцентрический) комплексный подход. Он позволяет объективно оценить ситуацию с точки зрения состояния и степени измененности геосистем. В результате проведенных исследований установлено, что около 63 % территории Волгоградской области характеризуются конфликтной и напряженной геоэкологической ситуацией. Удовлетворительная геоэкологическая ситуация наблюдается в западных районах, характеризующихся наилучшими биоклиматическими показателями, наименьшими плотностью населения и уровнем антропогенной нагрузки. Напряженная и критическая геоэкологическая ситуация характерна для районов, где находятся предприятия по добыче полезных ископаемых, крупные промышленные центры, а также для районов, которые характеризуются низким уровнем экологической устойчивости природных геосистем.

Ключевые слова: географо-экологическая ситуация, природно-антропогенные геосистемы, классификация геоэкологических ситуаций, состояние окружающей среды, критерии оценки степени остроты геоэкологической ситуации.

Цитирование. Рябина Н. О. Классификация напряженных геоэкологических ситуаций и их ландшафтная обусловленность (на примере Волгоградской области) // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 51–58. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.7>

Введение

В последние десятилетия с развитием исследований в области оценки состояния природно-антропогенных геосистем и оптимизации природопользования все чаще употребляется термин «эколого-географическая ситуация» или «геоэкологическая ситуация». С помощью этого понятия можно интегрально оценить состояние окружающей среды, как целостной системы обеспечения жизнедеятельности человека. В настоящее время так же возможно более комплексно изучить геологическое картирование и причины современных проблем природопользования, основным объектом изучения которых является геоэкологическая ситуация, зависящая от различных параметров системы.

Проблема геоэкологической ситуации стоит очень остро, так как она является интегральным показателем состояния окружающей среды. Современный природный ландшафт, в котором преобладающими являются изменения антропогенного характера, требует наиболее актуального анализа для терри-

торий, где также присутствуют значительные нарушения устойчивости и способности к саморегуляции. Существуют различные природно-антропогенные геосистемы: аграрные, техногенные, селитебные и пр., образовавшиеся в результате разного рода хозяйственного воздействия на географические компоненты и приводящие к серьезным изменениям. Все вышеописанные понятия полно отражают комплексность и многофакторность экологических проблем, которые были рассмотрены ведущими ученым России: Н.Ф. Глазовский, В.М. Котлякова, Г.В. Сдасюка, А.Г. Исаченко, Б.И. Кочурова, А.С. Шестакова [1; 2; 5; 13; 16].

Принципы классификации геоэкологических ситуаций

Геоэкологическая ситуация представляет собой пространственно-временное сочетание взаимосвязанных природных и социальных условий, формирующих на данной территории экологическую обстановку разной степени благополучия или неблагополучия. Под экологической обстановкой понимается конкрет-

ное состояние окружающей среды, обусловленное взаимодействием природы и хозяйственной деятельности [2; 3].

Геоэкологическая ситуация формируется под воздействием закономерностей развития природно-антропогенных геосистем в процессе природопользования и отражает характер взаимодействия природы и общества.

Геоэкологическую ситуацию и ее связь с проблемами природопользования в 80-х годах изучала В.Б. Сочава [14] в своей работе, которая является геосистемной концепцией и методологической основой учения о современных ландшафтах как природно-антропогенных геосистемах. Поэтому необходимо рассмотреть ландшафтную структуру, как природный каркас, на котором базируется хозяйственная деятельность человека. С этого и следует начинать изучение геоэкологических ситуаций различной степени остроты [8].

Далее в рамках ландшафтных единиц исследуются состояние и функционирование природно-антропогенных геосистем с учетом экологических последствий. Естественно, при анализе основное внимание чаще всего уделяется антропогенным факторам (загрязнение атмосферного воздуха, вод и почв, нарушение циркуляции поверхностных и подземных вод, эрозия почв и т. д.) как ведущим причинам возникновения напряженных геоэкологических ситуаций, оказывающих негативное воздействие на состояние здоровья человека [2; 3]. Например, районы, расположенные в зоне полупустынь Прикаспийской низменности, отличаются более высоким уровнем эндокринных и сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с другими районами Волгоградской области. Это в значительной мере обусловлено естественной минерализацией используемых населением подземных вод [9]. Ранее автором был проведен анализ Волгоградской области по экологическому потенциалу территории, антропогенной нагрузке на геосистемы с учетом плотности населения, характера его деятельности и уровня непосредственного влияния, а также произведено ранжирование муниципальных районов Волгоградской области по степени остроты геоэкологической ситуации [9; 12].

Критерии классификации геоэкологических ситуаций, приводимые рядом российских ученых [2; 4; 5; 6; 16] учитывают:

1) условия (степень и характер трансформации природных геосистем: ландшафтов и пр.; тип и уровень освоенности территории; состояние социально-экономических структур);

2) процессы (уровень развития и напряженности антропогенных воздействий);

3) обстоятельства (характер и уровень развития противоречий природопользования);

4) последствия воздействия сложившихся условий, обусловленных ими антропогенных изменений и сформировавшихся условий жизни населения.

Всеобъемлющая классификация геоэкологических ситуаций, обеспечивающая однозначный выбор метода исследований, еще окончательно не разработана из-за сложности и недостаточной изученности объекта. В настоящее время выделяются только основные принципы и общие критерии (признаки) классификации геоэкологических ситуаций и проблем как объектов пространственного анализа (см. таблицу)

Существует целый ряд признаков, по которому может проводиться классификация геоэкологических ситуаций: по ведущим факторам формирования, по типу антропогенных воздействий и их глубине, по набору проблем, по времени существования, по времени существования, по масштабам проявления и пр. Одним из наиболее перспективных и активно разрабатываемых подходов является классификация геоэкологических ситуаций, основанная на выявлении уровня ее остроты или «критичности».

Оценка остроты геоэкологических ситуаций основывается на анализе территориальных сочетаний экологических проблем, характере и интенсивности проявления последствий этих проблем. Определение степени остроты геоэкологической ситуации зависит от региональных особенностей и специфики ведущих факторов и может рассматриваться отдельно или с точки зрения состояния географических компонентов, сохранения естественных геосистем, уникальности ландшафтов и генофонда живых организмов, или с точки зрения условий проживания населения и состояния его здоровья.

Одним из наиболее перспективных и интенсивно разрабатываемых подходов является классификация геоэкологических ситуаций,

**Принципы и критерии классификации геоэкологических ситуаций
по Б.И. Кочурову и А.С. Шестакову**

Б.И. Кочуров [2; 3]	А.С. Шестаков [16]
Системный, где объект это система взаимосвязанных характеристик, компонентов	Причина возникновения
Генетический анализ исходного состояния явления и прогноз последующих состояний	Сложность
Антропоэкологический учет условий проживания и состояния здоровья населения, сохранения генофонда	Основной изменяющийся компонент природной геосистемы
Информационный фиксация устойчивых признаков, опирающихся на эмпирическую базу	Время возникновения и время проявления
Конструктивный выбор путей оптимизации взаимоотношений природы и общества и подходов к решению экологических проблем	Скорость развития
	Место возникновения, масштабность
	Зональность
	Форма проявления, принадлежность, острота последствия
	Возможность, приоритетность и способ решения

основанная на выявлении уровня ее «критичности» или остроты. Под критичностью понимается состояние геосистем, при котором нарушается функционирование сложившихся механизмов поддержания устойчивости и саморегуляции, при котором происходит качественная перестройка геосистемы [1; 5].

При разработке классификаций различные авторы используют как антропоцентрический (Кочуров Б.И. и др.) [1–5], так и экоцентрический (или геоцентрический) подходы (А.Г. Исаченко, В.С. Преображенский и др.) [6]. Чаще всего при оценке геоэкологической ситуации используется антропоцентрический подход, когда одним из главных показателей является здоровье населения [4]. Однако, наиболее объективным, по мнению автора, при определении остроты экологической обстановки является экоцентрический (геоцентрический) подход. Так как он позволяет оценить экологическую ситуацию с точки зрения состояния и степени измененности геосистем любого уровня организации [7; 8; 11].

Следовательно, по степени остроты можно выделить следующие категории геоэкологических ситуаций (с учетом состояния и степени измененности природных геосистем) [11].

I. Удовлетворительные геоэкологические ситуации: 1) нормальная – для первичных, условно неизменных геосистем; 2) удовлетворительная – характерна для геосистем слабоизмененных антропогенной деятельностью, частично затрагивающей отдельные биотические компоненты геосистем, при которых все компоненты системы и их взаимосвязи,

обеспечивающие нормальное функционирование и саморегуляцию сохраняются; 3) конфликтная – характерна для измененных геосистем, где антропогенные преобразования незначительны в пространстве и во времени; основные компоненты ландшафтной структуры и их взаимосвязи не нарушаются, и геосистемы восстанавливаются в результате процессов саморегуляции или при проведении несложных природоохранных мероприятий;

II. Напряженные геоэкологические ситуации различной степени остроты: 4) острая; 5) кризисная; 6) катастрофическая; 7) аварийная.

Напряженные геоэкологические ситуации возникают чаще всего в результате антропогенных воздействий. Они представляют собой пространственно-временное сочетание экологических факторов, определяющих состояние геосистем, и создающее определенную экологическую обстановку на территории с различной степенью остроты (неблагополучия). Напряженные геоэкологические ситуации отличают следующие основные признаки:

а) изменение свойств природных геосистем или же природные факторы, негативно воздействующие на живые организмы;

б) разная степень остроты этих проблем, которые являются одновременно и природоохранными, и экологическими.

Острая геоэкологическая ситуация характерна для сильноизмененных геосистем, когда антропогенные нагрузки превышают установленные нормативы, и происходят качественные и количественные изменения

всех географических компонентов и их взаимосвязей, нарушается функционирование и ослабляется саморегуляция геосистем (например, вторичное засоление орошаемой пашни и пр.). Поэтому возникают значительные и слабоконтролируемые изменения геосистем, идет быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов (в том числе генофонда), уничтожение уникальных природных объектов, сокращение и ландшафтного и биологического разнообразия, а также из-за ухудшения условий проживания населения может наблюдаться рост числа заболеваний и др. Например, эродированные пашни, с интенсивной эрозией почв, пастбища, где в результате перевыпаса происходит значительное разрушение почвенно-растительного покрова, загрязнение окружающей среды. Острая геоэкологическая ситуация обратима, но требует значительных затрат времени и средств. Нормализация экологической обстановки и частичное восстановление сильноизмененных геосистем возможна при снижении или прекращении антропогенных воздействий и проведении природоохранных мероприятий.

Кризисная – является пограничным классом геоэкологических ситуаций, своеобразной «критической точкой». В региональных геосистемах (ландшафтах) разрушение взаимосвязей компонентов, структуры и функционирования геосистем [10]. Кризисная геоэкологическая ситуация, или экологический кризис, является труднообратимой и ее преодоление требует значительных материальных средств и времени. Необходимы срочные («пожарные») кардинальные меры по стабилизации ситуации, по оптимизации природопользования, охране и реставрации природных комплексов, экосистем и т. д. Если кризисная ситуация не будет стабилизирована, то через 3–5 лет она может перейти в следующую стадию.

Катастрофическая, или экологическая катастрофа, – глубокие, необратимые изменения природных геосистем, приводящие к полной перестройке их структуры и функционирования, потере уникальных природных объектов, комплексов и генофонда, утрате природных ресурсов, а также – резкому ухудшению условий проживания населения и, следовательно, возникновению угрозы жизни людей и их наследственности.

Особой категорией геоэкологических ситуаций – являются аварийные, которые возникают в результате природных катастроф или крупных техногенных аварий. Они зачастую непредсказуемы, разнообразны по масштабу и кратковременны, но имеют долговременные последствия, и приводят к формированию кризисных и катастрофических геоэкологических ситуаций. К категории аварийных можно отнести оговоренные в российском законодательстве чрезвычайные экологические ситуации (ЧЭС) ст. 58 (VI), 59 (VII) Закона РФ «Об охране окружающей среды» (2002) [15].

Изучение условий возникновения напряженных геоэкологических ситуаций завершается созданием карты современного состояния природных и природно-антропогенных геосистем. Анализ современной структуры ландшафтов особенно важен, так как именно в рамках этих структур и формируются геоэкологические ситуации различной степени остроты (неблагополучия). При проведении исследований автором используется комплексный ландшафтный подход.

Особенно актуальными проблемы оценки геоэкологической ситуации и оптимизации природопользования являются для территорий, где преобладают геосистемы с недостаточной устойчивостью. К ним относятся и ландшафты степной и полупустынной зон Волгоградской области, которая занимает срединную часть юго-востока Русской (Восточно-Европейской) равнины. Благодаря значительной протяженности как в широтном, так и в меридиональном направлении, и уникальному сочетанию природных условий, территория Волгоградской области отличается высоким разнообразием природных ландшафтов, входящих в состав трех природных зон (лесостепной, степной и полупустынной) и девяти физико-географических провинций [10]:

- 1) Среднерусской возвышенной.
- 2) Окско-Донской равнинной.
- 3) Приволжской возвышенной.
- 4) Восточно-Донской возвышенной.
- 5) Доно-Донецкой равнинной.
- 6) Сальско-Донской равнинной.
- 7) Сыртовой равнинно-возвышенной.
- 8) Ергенинской возвышенной.
- 9) Прикаспийской низменной.

В Волгоградская области современная структура природно-антропогенных геосистем сложилась в 1950–1960 гг. после «освоения» около 1,6 млн га целинных и залежных земель, преимущественно солончаковых, неполнопрофильных супесчаных, каменистых, щебенчатых, карбонатных и пр. В этот же период происходило изъятие сельскохозяйственных угодий под строительство гидросооружений, промышленных объектов и населенных пунктов. По структуре природопользования область является типичным для степной зоны регионом, где агроландшафты занимают 78 % территории, селитебные – 6 %, техногенные – 7 %, земли природоохранного назначения – 1 %. В структуре агроландшафтов преобладают пашни. Основным фактором деградации зональных степных геосистем является сельскохозяйственное производство [7; 11]. Волгоградская область является типичной равнинно-степной территорией с геоэкологическими проблемами, характерными для всей степной зоны. Основные геоэкологические проблемы степного природопользования – проблемы снижения плодородия пахотных угодий, рост овражной сети, усиление ветровой и водной эрозии, вторичное засоление орошаемых земель, деградации пастбищ под влиянием перевыпаса, деградация сенокосов, сокращение байрачных и пойменных лесов, заиление и обмеление малых и средних степных рек, сокращение ландшафтного и биологического разнообразия.

Заключение

Ландшафтная дифференциация территории является природной основой, обладающей определенными региональными особенностями, проявляющимися в свойствах геосистем, тех, которые могут препятствовать или способствовать возникновению геоэкологических ситуаций различной степени остроты. В результате проведенных исследований автором было установлено, что около 63 % территории Волгоградской области, характеризуются напряженной или конфликтной ситуацией. Отчетливо проявляется увеличение степени остроты геоэкологической ситуации при движении с северо-запада на юго-восток области, что обусловлено сменой ландшафтов от

зоны лесостепей к полупустыни и снижением их устойчивости к антропогенным нагрузкам. Так, ландшафты лесостепной и севера степной зоны, где наблюдается наиболее благоприятное соотношение тепла и влаги, обладают довольно высокой устойчивостью. В полупустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация ускоряет биохимические процессы, но недостаток влаги снижает биологическую продуктивность, уменьшает экологическую емкость и устойчивость геосистем. В том же направлении на правом берегу Волги наблюдается увеличение плотности населения и антропогенной нагрузки по мере приближения к Волгоградской агломерации. Удовлетворительная геоэкологическая ситуация наблюдается в западных районах, характеризующихся наилучшими биоклиматическими показателями, наименьшими плотностью населения и уровнем антропогенной нагрузки. Напряженная и критическая геоэкологическая ситуация характерна для районов, где находятся предприятия по добыче полезных ископаемых, крупные промышленные центры, а также для районов, которые характеризуются низким уровнем экологической устойчивости природных геосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко – М. : Издат. центр «Академия», 2004. – 400 с.
2. Кочуров, Б. И. География экологических ситуаций (экодиагностика территории) / Б. И. Кочуров. – М., 1997. – 132 с.
3. Кочуров, Б. И. Разработка критериев и показателей оценки экологической обстановки территории. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: обзорная информация / Б. И. Кочуров, Л. Л. Розанов // ВИНТИ. – 1994. – Вып. 5. – С. 31–43.
4. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия / под ред. Н. Г. Рабыльского. – М. : Минприроды России, 1992. – 73 с.
5. Критические экологические районы: географические подходы и принципы изучения / Н. Ф. Глазовский, Н. И. Коронкевич, Б. И. Кочуров, и др. // Известия ВГО. – 1991. – Т. 123, вып. 1. – С. 9–17.
6. Преображенский, В. С. Экологические карты (содержание, требования) / В. С. Преображенский.

кий // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1990. – № 6. – С. 119–125.

7. Рябинина, Н. О. Геоэкологические проблемы ландшафтов степной зоны (на примере Волгоградской области) / Н. О. Рябинина // Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование : материалы Всерос. науч. конф. – М. : Геогр. факультет МГУ, 2010. – С. 105–109.

8. Рябинина, Н.О. Критерии определения устойчивости ландшафтов Волгоградской области / Н. О. Рябинина // Эколого-экономические проблемы экологической политики региона. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2002. – С. 10–14.

9. Рябинина, Н. О. Напряженные геоэкологические ситуации на территории Волгоградской области и критерии оценки степени их остроты / Н. О. Рябинина, М. А. Троценко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1-3. – С. 677–682.

10. Рябинина, Н. О. Природа и ландшафты Волгоградской области / Н. О. Рябинина. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2015. – 370 с.

11. Рябинина, Н. О. Степеведение / Н. О. Рябинина. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – 472 с.

12. Рябинина, Н. О. Современная геоэкологическая ситуация на территории Волгоградской области / Н. О. Рябинина, М. А. Троценко // Научное обозрение. – 2013. – № 12. – С. 48–56.

13. Сдасюк, Г. В. Эколого-географические ситуации и пути перехода к устойчивому региональному развитию / Г. В. Сдасюк, А. С. Шестаков // Известия РАН. Серия географическая. – 1994. – № 1. – С. 42–51.

14. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 319 с.

15. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148759/#text (дата обращения: 04.06.2022). – Загл. с экрана.

16. Шестаков, А. С. Принципы классификации эколого-географических ситуаций / А. С. Шестаков // Известия Русского географического общества. – 1992. – Т. 124, вып. 3. – С. 241–272.

REFERENCES

1. Isachenko A.G. *Teoriya i metodologiya geograficheskoy nauki* [Theory and Methodology of Geographical Science]. Moscow, Izdat. tsentr «Akademina», 2004. 400 p.

2. Kochurov B.I. *Geografiya ekologicheskikh situatsiy (ekodiagnostika territorii)* [Geography of Ecological Situations (Ecodiagnostics of the Territory)]. Moscow, 1997. 132 p.

3. Kochurov B.I., Rozanov L.L. *Razrabotka kriteriyev i pokazateley otsenki ekologicheskoy obstanovki territorii. Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov: obzornaya informatsiya* [Development of criteria and indicators for assessing the environmental situation of the territory. Problems of the environment and natural resources: an overview]. *VINITI*, 1994, iss. 5, pp. 31–43.

4. Rabylsky N.G., ed. *Kriterii otsenki ekologicheskoy obstanovki territoriy dlya vyyavleniya zon chrezvychaynoy ekologicheskoy situatsii i zon ekologicheskogo bedstviya* [Criteria for Assessing the Environmental Situation of Territories to Identify Zones of an Environmental Emergency and Zones of Ecological Disaster]. Moscow, *Minprirody Rossii Publ.*, 1992. 73 p.

5. Glazovsky N.F., Koronkevich N.I., Kochurov B.I., Krenke A.N., Sdasyuk G.V. *Kriticheskiye ekologicheskkiye rayony: geograficheskkiye podkhody i printsipy izucheniya* [Critical Environmental Areas: Geographical Approaches and Principles of Study]. *Izvestiya VGO*, 1991, vol. 123, no. 1, pp. 9–17.

6. Preobrazhensky V.S. *Ekologicheskkiye karty (soderzhaniye, trebovaniya)* [Environmental Maps (Content, Requirements)]. *Izvestia AN SSSR. Seriya geograficheskaya*, 1990, no. 6, pp. 119–125.

7. Ryabinina N.O. *Geoekologicheskkiye problemy landshaftov stepnoy zony (na primere Volgogradskoy oblasti)* [Geoecological Problems of Landscapes of the Steppe Zone (on the Example of the Volgograd Region)]. *Innovatsii v geoekologii: teoriya, praktika, obrazovanie : materialy Vseros. nauch. konf* [Innovations in Geoecology: Theory, Practice, Education: Mater. All-Russian. Scientific. Confer.], 2010, pp. 105–109.

8. Ryabinina N.O. *Kriterii opredeleniya ustoychivosti landshaftov Volgogradskoy oblasti* [Criteria for Determining the Sustainability of Landscapes of the Volgograd Region]. *Ekologo-ekonomicheskkiye problemy ekologicheskoy politiki regiona* [Ecological and Economic Problems of the Region's Environmental Policy], 2002, pp. 10–14.

9. Ryabinina N.O., Trotsenko M.A. *Napryazhennyye geoekologicheskkiye situatsii na territorii Volgogradskoy oblasti i kriterii otsenki stepeni ikh ostroty* [Stressed Geoecological Situations in the Volgograd Region and Criteria for Assessing the Degree of Their Severity]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk* [Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2014, vol. 16, no. 1-3, pp. 677–682.

10. Ryabinina N.O. *Priroda i landshafty Volgogradskoy oblasti* [Nature and Landscapes of the Volgograd Region]. Volgograd, *Izd-vo VolGU*, 2015. 370 p.

11. Ryabinina N.O. *Stepevedenie* [Steppe Science]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014. 472 p.
12. Ryabinina N.O., Trotsenko M.A. *Sovremennaya geoeologicheskaya situatsiya na territorii Volgogradskoy oblasti* [The Current Geoeological Situation in the Territory of the Volgograd Region]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2013, no. 12, pp. 48-56.
13. Sdasyuk G.V., Shestakov A.S. *Ekologo-geograficheskiye situatsii i puti perekhoda k ustoychivomu regionalnomu razvitiyu* [Ecological and Geographical Situations and Ways of Transition to Sustainable Regional Development]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 1994, no. 1, pp. 42-51.
14. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* [Introduction to the Theory of Geosystems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978. 319 p.
15. *Federalnyi zakon ot 10.01.2002 № 7-FZ «Ob okhrane okruzhaiushchei sredy»* [Federal Law of 10.01.2002 № 7-FZ “On Environmental Protection”]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148759/#text (accessed: 4 June, 2022).
16. Shestakov A.S. *Printsipy klassifikatsii ekologo-geograficheskikh situatsiy* [Principles of Classification of Ecological and Geographical Situations]. *Izvestiia Russkogo geograficheskogo obshchestva* [The Russian Geographical Society Herald], 1992, vol. 124, no. 3, pp. 241-272.

Information About the Authors

Natalia O. Ryabinina, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ryabinina@volsu.ru

Информация об авторе

Наталья Олеговна Рябинина, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ryabinina@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.8>

UDC 528.873

LBC 26.8

GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE AREAS OF DESERTIFICATION HOTBEDS IN THE EASTERN PART OF THE STAVROPOL REGION ¹

Valeria V. Doroshenko

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Abstract. This article presents the results of the analysis of the spatial spread of desertification processes dynamics in four eastern municipalities of the Stavropol region – Levokumsky, Stepnovsky, Kursky districts, Neftekumsky city district. The increase in the rate of growth of desolate areas in the eastern part of the Stavropol region, bordering the Republic of Dagestan, requires careful study and forecasting due to the increasing intensity of these processes. Visual interpretation of high-resolution remote sensing materials for the territory of the eastern municipal districts of the Stavropol region was carried out. Sentinel satellite raster data with a resolution of 10 m and Landsat with a resolution of 30 m were used for decryption. The study period was 30 years (1990–2020) with decoding intervals of 10 years. The data obtained were analyzed to receive quantitative data on desertification processes in the east of the Stavropol region. Statistical data, including the calculation of the dynamics of desertification processes, calculated using vector decryption materials and geoinformation systems, are presented. No hotbeds of desertification have been identified in most of the study area. The main share of desertification hotbeds is concentrated in the south-eastern part of the research area. The decrease in the area of deserted areas was noted mainly in the Kursk and Stepnovsky districts. In the Levokumsky district in 2020, an explosive increase in the areas of desertification hotbeds and territories occupied by sand was revealed compared to 2010. Based on the results of decoding, schemes of the spatial location of desertification hotbeds and the dynamics of the spread of desertification processes were compiled. The data obtained will form the basis for further study of the dynamics of desertification processes and factors affecting it using remote and geoinformation methods.

Key words: desertification, remote sensing, GIS, geoinformation analysis, Stavropol region.

Citation. Doroshenko V.V. Geoinformation Analysis of the Dynamics of the Areas of Desertification Hotbeds in the Eastern Part of the Stavropol Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 59-66. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.8>

УДК 528.873

ББК 26.8

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛОЩАДЕЙ ОЧАГОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ ¹

Валерия Витальевна Дорошенко

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В настоящей статье приводятся результаты анализа динамики пространственного распространения процессов опустынивания в четырех восточных муниципальных образованиях Ставропольского края – Левокумский, Степновский, Курский районы, Невтекумский городской округ. Увеличение скорости прироста опустыненных площадей в восточной части Ставропольского края, граничащей с Республикой Дагестан, требует тщательного изучения и прогнозирования в связи с возрастанием интенсивности этих процессов. Проведено визуальное экспертное дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли высокого разрешения для территории восточных муниципальных районов Ставропольского края. Для дешифрирования использовались спутниковые растровые данные Sentinel разрешения 10 м и Landsat разрешения 30 м. Период исследования составлял 30 лет (1990–2020) с интервалами дешифрирования 10 лет. Полученные данные были проанализированы

для получения количественных данных о процессах опустынивания на востоке Ставропольского края. Приведены статистические данные, в том числе, вычисление динамики процессов опустынивания, рассчитанные с использованием векторных материалов дешифрирования и геоинформационных систем. На большей части территории исследования очаги опустынивания не выявлены. Основная доля очагов опустынивания сосредоточена в юго-восточной части района исследований. Снижение площадей опустыненных участков отмечено, в основном, в Курском и Степновском районах. В Левокумском районе в 2020 г. выявлен взрывной рост площадей очагов опустынивания и территорий, занятых песками, по сравнению с 2010 годом. По результатам дешифрирования составлены карты-схемы пространственного расположения очагов опустынивания и динамики распространения процессов опустынивания. Полученные данные станут основой дальнейшего изучения динамики процессов опустынивания и влияющих на нее факторов с использованием дистанционных и геоинформационных методов.

Ключевые слова: опустынивание, дистанционное зондирование, ГИС, геоинформационный анализ, Ставропольский край.

Цитирование. Дорошенко В. В. Геоинформационный анализ динамики площадей очагов опустынивания в восточной части Ставропольского края // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 59–66. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.8>

Введение

В последнее десятилетие наблюдается возрастание интенсивности процессов опустынивания в восточной части Ставропольского края. Основными причинами увеличения скорости пространственного распространения песков и увеличения площади опустыненных территорий могут являться климатические особенности территории исследования, деградация защитных лесных насаждений и интенсивное протекание этих процессов на сопредельных территориях, в том числе, в северной и западной части Республики Дагестан [2; 3; 5; 12].

Целью исследования было выявление динамики площадей очагов опустынивания и территорий, занятых песками, в восточных муниципальных районах Ставропольского края.

Для оценки динамики процессов опустынивания в восточных муниципальных районах Ставропольского края была поставлена задача – провести дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли высокого и сверхвысокого разрешения для выявления очагов опустынивания в ретроспективе, провести анализ полученных результатов с использованием геоинформационных и статистических методов.

Материалы и методы исследования

Поскольку предметом исследования были выбраны восточные районы Ставропольского края, граничащие с Республикой Дагестан; дешифрирование проводилось на территории Левокумского, Степновского, Курского муниципальных районов, Нефтекумского городского округа.

Исходя из требований к разрешению материалов дистанционного зондирования Земли для визуального дешифрирования, были выбраны мультиспектральные снимки, выполненные космическими аппаратами Sentinel и Landsat с пространственным разрешением 10 м и 30 м соответственно. Для дешифрирования подобрана комбинация спектральных каналов, представляющая изображение в естественных цветах. Комбинация «естественные цвета» обеспечивает высокую контрастность участков, покрытых растительностью, как травянистой, так и древесной, голых земель, участков, покрытых песками, и распаханых земель. Естественные цвета композитного изображения также позволяют проводить дешифрирование без использования спектральных расшифровок. Составлены композитные растры, включающие красный, зеленый и синий спектральные каналы. Для обеспечения максимальной контрастности все снимки были подобраны в соответствии с усредненными рамками вегетационного периода (с мая по сентябрь). В связи с постепенным течением процессов опустынивания и пространственным распространением очагов, для дешифрирования был выбран интервал в 10 лет, начиная с 1990 по 2020 год [11; 13].

Для обработки растровых материалов дистанционного зондирования, создания и редактирования тематических векторных материалов, геоинформационного анализа и составления итоговых картографических материалов использовалось свободно распространяемое геоинформационное программное обеспечение «QGIS 3.4». Обработка статистической информации проводилась в MS «Excel».

Дешифрирование проводилось визуальным методом с выявлением очагов опустынивания по прямым дешифровочным признакам – по яркому светлому цвету (от белого до желтого) в комбинации спектральных каналов, эквивалентной естественным цветам. Материалы Sentinel при соответствующей обработке и хорошем освещении позволяют различить дюны на территории крупных по площади очагов опустынивания в виде волнообразных вытянутых объектов, отличающихся более светлым тоном от окружающего песка, и отбрасываемой ими более темной тени аналогичной формы [8; 9].

Каждый выявленный очаг опустынивания был внесен в векторный shape-файл с присвоением уникального идентификационного номера, что позволяет анализировать динамику площади, местоположения и внутренней структуры каждого объекта. Обобщенные данные о площади и количестве очагов приведены в таблице.

Результаты и обсуждение

В результате дешифрирования материалов дистанционного зондирования было выявлено, что основная масса очагов опустынивания концентрируется в восточной части территории исследования. Наименее подвержен распространению очагов опустынивания Степновский муниципальный район, в основном, из-за своего пространственного расположения и конфигурации. Наиболее интенсивное распространение очагов опустынивания выявлено в Курском муниципальном районе и в Нефтекумском городском округе, но при этом на территории Курского муниципального района при большой площади распространения процессов опустынивания наблюдается малая общая площадь очагов опустынивания (от 1 до 9 км² в каждой ячейке регулярной сети).

По полученным в результате дешифрирования растровых материалов и геоинформационного картографирования векторным данным составлена карта-схема, на которой территория рассматриваемых муниципальных районов Ставропольского края разбита регулярной сетью на квадраты со стороной 5 км. Каждый квадрат окрашен или заполнен штриховкой в соответствии с общей площадью входящих в него очагов опустынивания – от 91 м² до 21 км² (см. рис. 1).

В результате последовательного дешифрирования материалов дистанционного зондиро-

вания с временным интервалом в 10 лет было выявлено, что ряд очагов опустынивания были укреплены защитными лесными насаждениями искусственного происхождения или возникновением растительности естественного происхождения и выведены из списка очагов.

Показатель средней площади очага, как и общая площадь очагов в рассматриваемых районах, резко увеличивается в период с 2010 по 2020 г. в связи с распространением больших по площади очагов опустынивания и развееваемых песков на территории Левокумского муниципального района. На территории Левокумского муниципального района было обнаружено взрывное увеличение занятых песками участков (до 2 751 922 км²) в указанное десятилетие. Характер распространения очагов опустынивания в этой области позволяет предположить, что данное явление связано не только с недостатком защитных лесных насаждений и интенсивной хозяйственной деятельностью, но и с интенсификацией процессов опустынивания на сопредельных территориях (в приграничных муниципальных районах Республики Дагестан), а также с распространением ландшафтных пожаров [1; 4; 6; 7; 10].

Процессы опустынивания на территории Курского и Степновского муниципальных районов характеризуются распространением множества небольших очагов опустынивания, что может быть обусловлено концентрацией на данной территории скотоводства. Такие очаги являются относительно стабильными и редко увеличиваются по площади, а также наиболее удобны для лесомелиоративного воздействия. Также на территории этих муниципальных районов находится основная часть территорий со снижающейся (до 92 %) площадью очагов опустынивания.

По полученным в процессе статистической обработки результатов картографирования составлена карта-схема динамики распространения очагов опустынивания, где территория восточных муниципальных районов Ставропольского края разбита регулярной сетью на квадраты со стороной 5 км. Ячейки регулярной сети заполнены штриховкой, отображающей изменение площадей очагов в процентном соотношении площади 2020 г. к площади года образования очагов в данном квадрате – от сокращения на 92 % до увеличения более чем на 2 млн % (см. рис. 2).

Количественные результаты дешифрирования

Показатель	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2020 г.
Общая площадь (км ²)	168	180	186	767
Средняя площадь очага (м ²)	57 797	49 219	46 068	145 397
Количество очагов	2 908	3 659	4 051	5 280

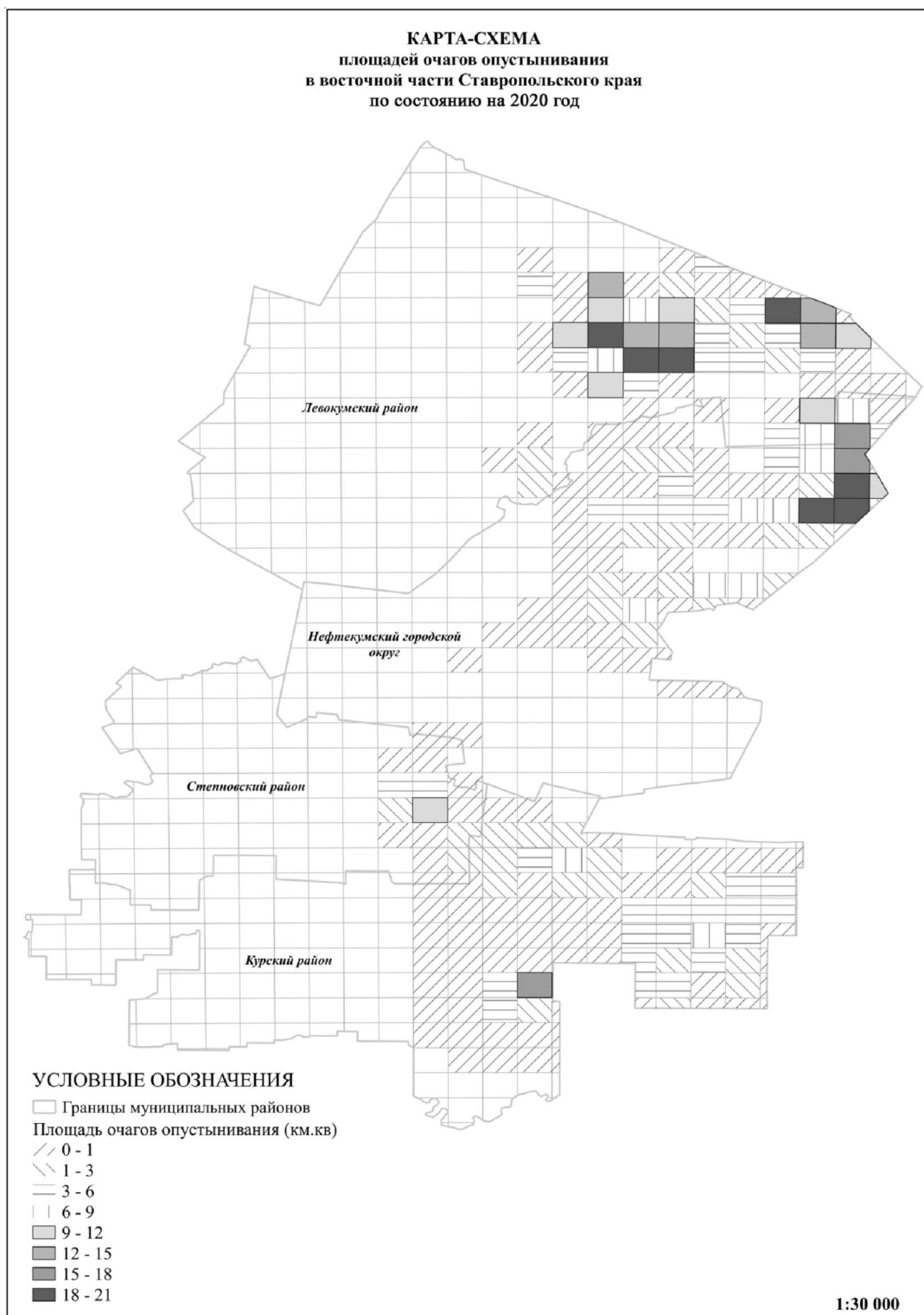


Рис. 1. Карта-схема пространственного распространения очагов опустынивания и их площадей

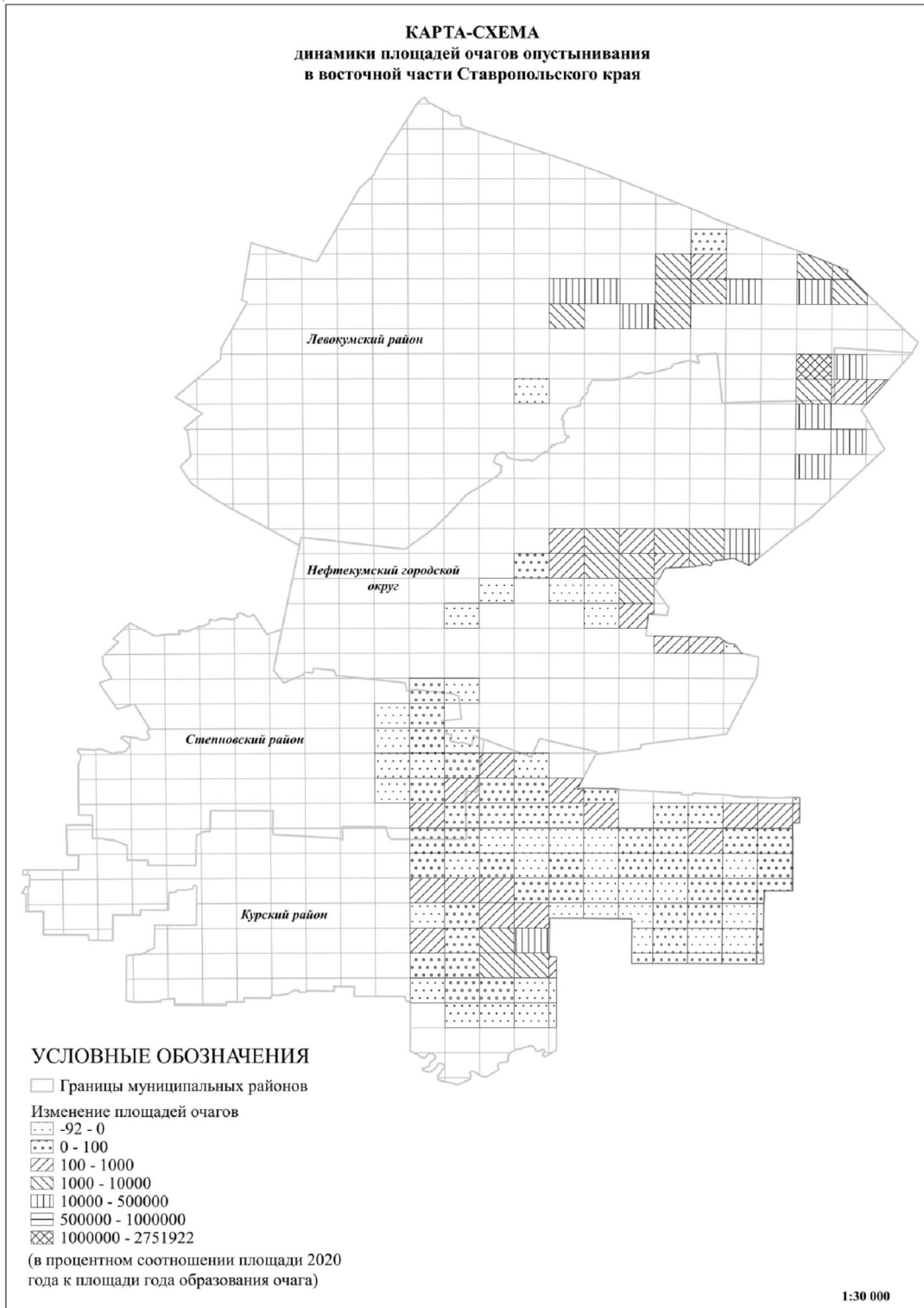


Рис. 2. Карта-схема изменения площадей очагов опустынивания

Заключение

Полученные материалы отображают реальную ситуацию, связанную с развитием процессов опустынивания в восточных районах Ставропольского края. Камеральное дешифрирование позволяет обрабатывать большие объемы данных в сжатые сроки и получать обновленную информацию как на каждый год, так и на каждый месяц для уточнения ретроспективных данных. Результаты дешифрирования позволяют определить наиболее уязвимые территории, прогнозировать распространение очагов опустынивания, а также планировать лесомелиоративные мероприятия, направленные на борьбу с данными процессами.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 122020100311-3, НИР № 122020100405-9, НИР № 122020100406-6.

This work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS No. 122020100311-3, No. 122020100405-9 and No. 122020100406-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов, С. А. Анализ пространственного положения защитных лесных насаждений на основе геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли / С. А. Антонов // ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 408–420.
2. Бадахова, Г. К. Ставропольский край: современные климатические условия / Г. К. Бадахова. – Ставрополь : ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. – 272 с.
3. Геоинформационный анализ опустынивания северо-западного Прикаспия / К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Г. Юфеев, Н. А. Ткаченко, С. С. Шинкаренко // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 2 (83). – С. 16–24.
4. Динамика горимости аридных ландшафтов России и сопредельных территорий по данным детектирования активного горения / С. С. Шинкаренко, В. В. Дорошенко, А. Н. Берденгалиева, И. А. Комарова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18,

№ 1. – С. 149–164. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-1-149-164>

5. Кулик, К. Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов / К. Н. Кулик. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2004. – 248 с.

6. Лошаков, А. В. Мониторинг качественно-го состояния защитных лесных насаждений Ставропольского края / А. В. Лошаков, Н. Ю. Хасай // International agricultural journal. – 2020. – Т. 63, № 5. – С. 178–194.

7. Шинкаренко, С. С. Динамика площади га-рей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России / С. С. Шинкаренко, В. В. Дорошенко, А. Н. Берденгалиева // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2022. – Т. 86, № 1. – С. 122–133. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587556622010113>

8. Шинкаренко, С. С. Мониторинг процессов опустынивания в северо-западном Прикаспии / С. С. Шинкаренко, С. А. Бартаев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса : материалы 19-й Междунар. конф., г. Москва, 15–19 ноября 2021 г. – М. : Ин-т косм. исслед. РАН, 2021. – 394 с.

9. Шинкаренко, С. С. Оценка площади опустынивания на юге европейской части России в 2021 г. / С. С. Шинкаренко, С. А. Бартаев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 4. – С. 291–297. – DOI: [10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297](https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297)

10. Шинкаренко, С. С. Пожарный режим ландшафтов Северного Прикаспия по данным очагов активного горения / С. С. Шинкаренко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16, № 1. – С. 121–133. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-1-121-133>

11. Шинкаренко, С. С. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге европейской России / С. С. Шинкаренко // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов : материалы XVI Междунар. науч. конф., г. Волжский, 26–26 нояб. 2021 года. – Волгоград : Сфера, 2022. – С. 187–189.

12. Combating desertification. Monitoring, adaptation and restoration strategies / D. Gabriels, W. M. Cornelis, M. Eyletters, P. Hollebosch. – UNESCO chair of Eremology, Ghent, Belgium, 2008. – P. 207.

13. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine / T. Long, Z. Zhang, G. He, W. Jiao [et al.] // Remote Sensing. – 2019. – № 11. – P. 489. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11050489>

REFERENCES

1. Antonov S.A. Analiz prostranstvennogo polozheniya zashchitnykh lesnykh nasazhdenij na osnove geoinformacionnykh tekhnologij i dannykh distancionnogo zondirovaniya Zemli [Analysis of the Spatial Position of Protective Forest Plantations Based on Geoinformation Technologies and Remote Sensing Data of the Earth]. *INTERCARTO. INTERGIS*, 2020, vol. 26, no. 2, pp. 408-420.

2. Badakhova G.K. *Stavropolskiy kray: sovremennyye klimaticheskiye usloviya* [Stavropol Krai: Modern Climatic Conditions]. Stavropol, GUP SK «Krayevyye seti svyazi», 2007. 272 p.

3. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S. Geoinformacionnyj analiz opustynivaniya severo-zapadnogo Prikaspiya [Geoinformation Analysis of Desertification of the North-Western Caspian Sea]. *Aridnyye ekosistemy* [Arid Ecosystems], 2020, vol. 26, no. 2 (83), pp. 16-24.

4. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N., Komarova I.A. Dinamika gorimosti aridnykh landshaftov Rossii i sopredelnykh territorii po dannym detektirovaniya aktivnogo goreniya [Dynamics of Arid Landscapes Burning in Russia and Adjacent Territories Based on Active Fire Data]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2021, vol. 18, no. 1, pp. 149-164. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-1-149-164>

5. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoye kartografirovaniye i fitoekologicheskaya otsenka aridnykh landshaftov* [Agroforestry Mapping and Phytoecological Assessment of Arid Landscapes]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2004. 248 p.

6. Loshakov A.V., Khasai N.Y. Monitoring kachestvennogo sostoyaniya zashchitnykh lesnykh nasazhdenij Stavropol'skogo kraya [Monitoring of the Qualitative State of Protective Forest Plantations of the Stavropol Region]. *International Agricultural Journal*, 2020, vol. 63, no. 5, p. 178-194.

7. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. Dinamika ploshchadi garei v zonalnykh landshaftakh iugo-vostoka evropeyskoi chasti Rossii [Burned Areas Dynamics in Zonal Landscapes of the South-East of the European Part of Russia]. *Izvestiia Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the Russian

Academy of Sciences. Geographical Series], 2022, vol. 86, no. 1, pp. 122-133. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587556622010113>

8. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Monitoring processov opustynivaniya v severo-zapadnom Prikaspii [Monitoring of Desertification Processes in the North-Western Caspian Region]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa: materialy 19-y Mezhdunar. konf., g. Moskva, 15-19 noyabrya 2021 g.* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space: Materials of the 19th International Conference]. Moscow, In-t kosm. issled. RAN, 2021. 394 p.

9. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Otsenka ploshchadi opustynivaniya na yuge evropeyskoi chasti Rossii v 2021 g. [Assessment of the Area of Desertification in the South of the European Part of Russia in 2021]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2021, vol. 18, no. 4, pp. 291-297. DOI: [10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297](https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297)

10. Shinkarenko S.S. Pozharnyi rezhim landshaftov Severnogo Prikaspiya po dannym ochagov aktivnogo goreniya [Fire Regime of North Caspian Landscapes According to the Data of Active Burning Centers]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2019, vol. 16, no. 1, pp. 121-133. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-1-121-133>

11. Shinkarenko S.S. Sputnikovyy monitoring processov opustynivaniya na yuge evropeyskoi Rossii [Satellite Monitoring of Desertification Processes in the South of European Russia]. *Problemy ustoychivogo razvitiya i ekologo-ekonomicheskoy bezopasnosti regionov: materialy XVI Mezhdunar. nauch. konf., g. Volzhskiy, 26-26 noyab. 2021 goda* [Problems of Sustainable Development and Ecological and Economic Security of Regions]. Volgograd, Sfera Publ., 2022, pp. 187-189.

12. Gabriels D., Cornelis W.M., Eyletters M., Hollebosch P. *Combating Desertification. Monitoring, Adaptation and Restoration Strategies*. UNESCO chair of Eremology, Ghent, Belgium, 2008, p. 207.

13. Long T., Zhang Z., He G., Jiao W. et al. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 2019, no. 11, p. 489. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11050489>

Information About the Author

Valeriya V. Doroshenko, Junior Researcher, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, dor.valerya@yandex.ru

Информация об авторе

Валерия Витальевна Дорошенко, младший научный сотрудник, лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, dor.valerya@yandex.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

UDC 551.4.03

LBC 40.3

GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE RELIEF KUMO-MANYCH DEPRESSION ¹

Valery G. Yuferev

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Alina V. Melikhova

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Vera V. Balynova

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The territory of the Kumo-Manych depression is located in the fault zone of the tectonic plate and is a characteristic floodplain structure with a large number of swamps, lakes and channels. This territory is characterized by a high anthropogenic load associated with the intensive use of land for agricultural production and, as a consequence, with the manifestations of degradation processes. The relevance of the analysis of the relief of the territory is due to the influence of geomorphological characteristics on the magnitude and dynamics of erosion degradation of land. The methodological basis of the research is the catchment approach, which provides the structuring of landscape structures. The research methodology is based on the use of geoinformation systems for the development of analytical maps based on digital terrain models and geostatistical analysis of the spatial distribution of its structure. The results of the research are presented by analytical maps that allow us to determine the characteristics of the terrain of the terrain with their proximity to a certain location. These results make it possible to assess the erosion hazard of such sites and to develop measures in advance to prevent their degradation. Thus, geoinformation analysis of the relief of the Kumo-Manych depression allowed us to establish that about 47 % of the area of the research site is located in the height range from 20 to 80 m. The steepness of the slopes is insignificant, 52.7 % of the territory has a steepness of less than 1°. Another 38.2 % of the slopes have a steepness of less than 2°. Uncultivated slopes with a steepness of more than 8° occupy less than 1 % of the landfill area.

Key words: relief, geomorphology, geostatistics, elevation ranges, steepness.

Citation. Yuferev V.G., Melikhova A.V., Balynova V.V. Geoinformation Analysis of the Relief Kumo-Manych Depression. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

УДК 551.4.03

ББК 40.3

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ ¹

Валерий Григорьевич Юферев

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация

Алина Владимировна Мелихова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация;

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Вера Васильевна Бальнова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация;
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Территория Кумо-Манычской впадины расположена в зоне разлома тектонической плиты и представляет собой характерную пойменную структуру с большим количеством болот, озер и протоков. Для этой территории характерна высокая антропогенная нагрузка, связанная с интенсивным использованием земель для сельскохозяйственного производства и, как следствие, с проявлениями процессов деградации. Актуальность анализа рельефа территории обусловлена влиянием геоморфологических характеристик на величину и динамику эрозионной деградации земель. Методологической основой исследований является водосборный подход, обеспечивающий структуризацию ландшафтных структур. Методика исследований базируется на использовании геоинформационных систем для разработки аналитических карт на основе цифровых моделей рельефа и геостатистического анализа пространственного распределения его структуры. Результаты исследований представлены аналитическими картами, позволяющими определить характеристики рельефа участков местности с их приуроченностью к определенному местоположению. Эти результаты позволяют провести оценку эрозионной опасности таких участков и заранее разработать меры по предотвращению их деградации. Таким образом, геоинформационный анализ рельефа Кумо-Манычской впадины позволил установить, что около 47 % площади полигона исследований размещено в диапазоне высот от 20 до 80 м. Крутизна склонов незначительна, 52,7 % территории имеет крутизну менее 1°. Еще 38,2 % склонов имеют крутизну менее 2°. Необрабатываемые склоны с крутизной более 8° занимают менее 1 % площади полигона.

Ключевые слова: рельеф, геоморфология, геостатистика, диапазоны высот, крутизна.

Цитирование. Юферев В. Г., Мелихова А. В., Бальнова В. В. Геоинформационный анализ рельефа Кумо-Манычской впадины // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 67–76. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

Введение

Кумо-Манычская впадина является понижением, протянувшимся по долготе между бассейнами Каспийского и Черного морей. Территориально она расположена между Прикаспийской и Кубано-Приазовской низменностью. Впадина расположена в зоне разлома тектонической плиты. В последнее время на территории исследований наблюдается аридизация климата, что привело к уменьшению количества и качества водотоков [11]. За последние 100 лет суммарная длина малых рек здесь уменьшилась практически вдвое, что обусловлено антропогенным воздействием на них. Современный рельеф территории впадины представляет собой разветвленную гидрографическую сеть с протоками, болотами и лиманами. В связи с эрозионными изменениями отдельных участков на территории впадины актуально изучение его современного состояния. При изучении рельефа Кумо-Манычской впадины установлено, что ландшафт и его структурные компоненты имеют хорошо определяемые грани-

цы в пространстве, в связи с этим важными являются их геоморфологические характеристики [7]. При этом необходимо выявить особенности рельефа рассматриваемой территории. Поэтому водосбор принимается основой ландшафтной структуры полигона, соответствующей структуре природно-территориального комплекса. Использование ландшафтно-водосборного подхода в исследованиях предусматривает определить водосбор в качестве структурной единицы, объединяющей производственно-территориальный комплекс. При этом можно выявить генетически сходные по геоморфологическим, эдафическим, эрозионным и гидрологическим характеристикам поверхности [4; 5].

Важной особенностью является выделение водосбора по аэрофотоснимкам и космоснимкам с использованием цифровой модели рельефа, что позволяет использовать его как основную таксономическую единицу при геоинформационном картографировании [6; 9].

Современные геоинформационные технологии обеспечивают анализ пространствен-

ных данных для определения особенностей рельефа на полигоне исследований, что обеспечивает исследование и получение основных геоморфологических параметров на территории исследований [1; 2; 3].

Материалы и методы исследования

Исследования геоморфологических характеристик территории с использованием водосборного подхода проводятся с использованием баз пространственных данных, в которых содержатся данные по территории, выбранной для проведения исследований. Основным источником данных являются глобальные цифровые модели рельефа (например, SRTM, ASTER GDEM) [12], определяются с использованием систем геопозиционирования GPS, ГЛОНАСС [10], или при проведении геодезических измерений. В среде геоинформационных программных комплексов (QGIS, ARCGIS, GlobalMapper и др.) создаются геоинформационные слои [8] соответствующих пространственных данных и цифровой модели рельефа. В целом цифровая картографическая модель представляет собой комплекс компьютерного цифрового представления пространственных данных с визуализацией их содержания.

Проведение геоморфологического анализа пространственного распределения высот производится с использованием геостатистического анализа совокупности численных данных о рельефе. Преобразование данных для получения новых значений проводится по математическим формулам, где каждому значению аргументов по простиранию соответствуют определенные значения функции (крутизна, уклон и др.).

В имеющихся современных геоинформационных программных комплексах имеются встроенные инструменты управления пространственными данными как внутренними, так и внешними, что значительно сокращает время на ввод и анализ данных.

Методика геоморфологического моделирования в агроландшафтах состоит в следующем: выбирается участок для проведения исследования; формируются геоинформационные картографические слои; создается векторный слой, включающий полигон, совпада-

ющий с границами выбранного участка; выполняется загрузка пространственных данных; проводится конвертация электронных таблиц в рабочий формат; выбираются существующие цифровые модели высот.

В геоинформационной среде создается картографических слой «контуры» и проводится генерация изолиний абсолютных высот.

В результате реализации методики по уточненным цифровым моделям проводится анализ рельефа. По полученным данным в этой программе можно разработать: изолинейные карты высот; карты крутизны склонов; карты уклонов; карты экспозиции склонов; построить цифровые модели профилей; карту водосборов с основными водотоками.

В результате исследований получается полная картина особенностей рельефа объекта исследования, которая позволяет определить возможность хозяйственного использования территории.

Результаты и обсуждение

Под влиянием различных факторов в агроландшафтах проходят определенные процессы, при этом изменяются условия их функционирования. Большое влияние на состояние агроландшафтов оказывает антропогенное воздействие в результате хозяйственной деятельности человека. При ведении сельского хозяйства осуществляется воздействие на ландшафт. В случае обработки почв проходит изменение параметров почвенного слоя, разрушается структура и параметры: перемешиваются слои почвы, изменяются физические параметры. При этом изменяется характер микрорельефа, разрушается биологическая экосистема почвы. Параметры рельефа на территории исследования непосредственно влияют на степень деградации сельскохозяйственных земель, что обусловлено усилением воздействия факторов, вызывающих такую деградацию. Оценить влияние рельефа на развитие деградации земель можно только с использованием данных о его характеристиках, причем на больших площадях. Вследствие чего геоинформационный анализ рельефа с использованием геостатистического анали-

за является самостоятельной задачей, решение которой обеспечивает описание физико-географической схемы взаимодействия компонентов ландшафта. Комплексность оценки территории обеспечивает водосборный подход, при котором водосбор является обособленной единицей, а использование геоинформационного анализа для получения и обобщения геоморфологических пространственных данных дает основу для определения закономерностей формирования и интенсивности процессов деградации земель. Объектом геоморфологического исследования является рельеф Кумо-Маньчской впадины (рис. 1), включающий водосборы рек Кума, Маныч и малых рек.

Картографирование рельефа проводилось на основе цифровой модели местности SRTM 3. В результате построены специализированные электронные карты результатов геоинформационного анализа рельефа.

С использованием векторной карты границ участка Кумо-Маньчской впадины по цифровой модели рельефа SRTM 3 определя-

ются основные характеристики рельефа, приведенные в таблице 1.

Анализ данных, приведенных в таблице 1 говорит о том что по средним значениям крутизной склона 1,7 градуса, восточной экспозиции. Результат получен в виде картографического геоинформационного слоя и представлен на рисунке 2. По карте (рис. 2) выделяется основной водораздел и основные водотоки, что дает возможность локализации ландшафтных участков. Для наглядности на водосборах выделены линии тальвегов.

Карта водосборов дает возможность выявления границ водосборов и определения их площадей. Анализ топологии водосборов обеспечивает выявление последовательности локальных водосборов в соответствии с дифференциацией высот.

Основой для выявления особенностей рельефа на территории исследований является ее распределение по диапазонам высот. Для решения этой задачи построена карта диапазонов высот с шагом 50 м (см. рис. 3).

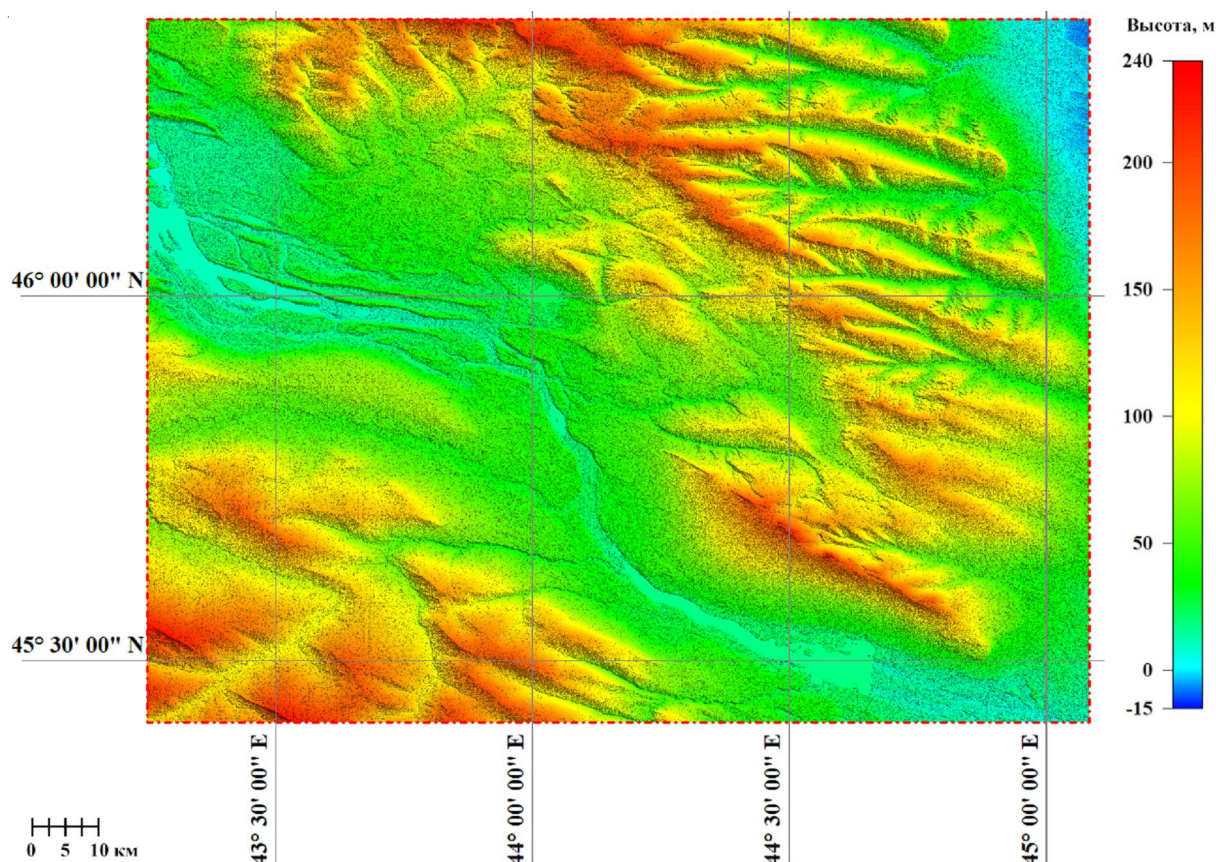


Рис. 1. Карта рельефа участка Кумо-Маньчской впадины

Таблица 1

Основные характеристики рельефа участка Кумо-Маньчской впадины

Площадь тестового полигона, тыс. га	1515
Периметр тестового полигона, км	498
Длина тестового полигона, км	141
Ширина тестового полигона, км	107
Средняя экспозиция склонов (Румб/Экспозиция)	Е /92°
Средняя высота рельефа на тестовом полигоне, м	79
Средняя крутизна склона на тестовом полигоне, °	1,7
Средний уклон склона на тестовом полигоне, %	3,0
Максимальная высота рельефа на тестовом полигоне, м	230
Максимальная крутизна склона на тестовом полигоне, °	26
Максимальный уклон на тестовом полигоне, %	50
Минимальная высота рельефа, м	-18
Стандартное отклонение высоты рельефа, м	48
Стандартное отклонение крутизны, °	1,0
Стандартное отклонение уклона, %	2,0

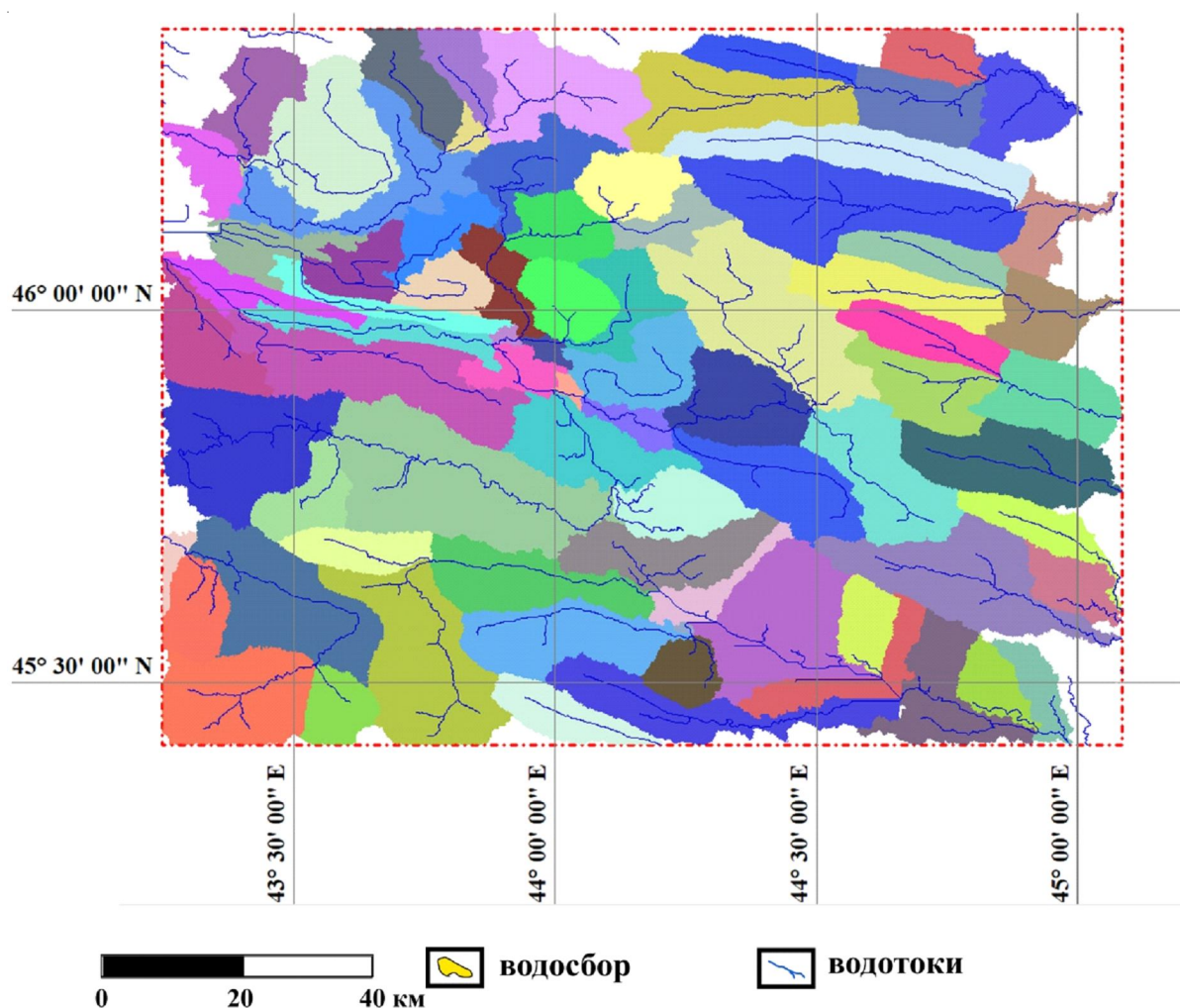


Рис. 2. Карта водосборов участка Кумо-Маньчской впадины

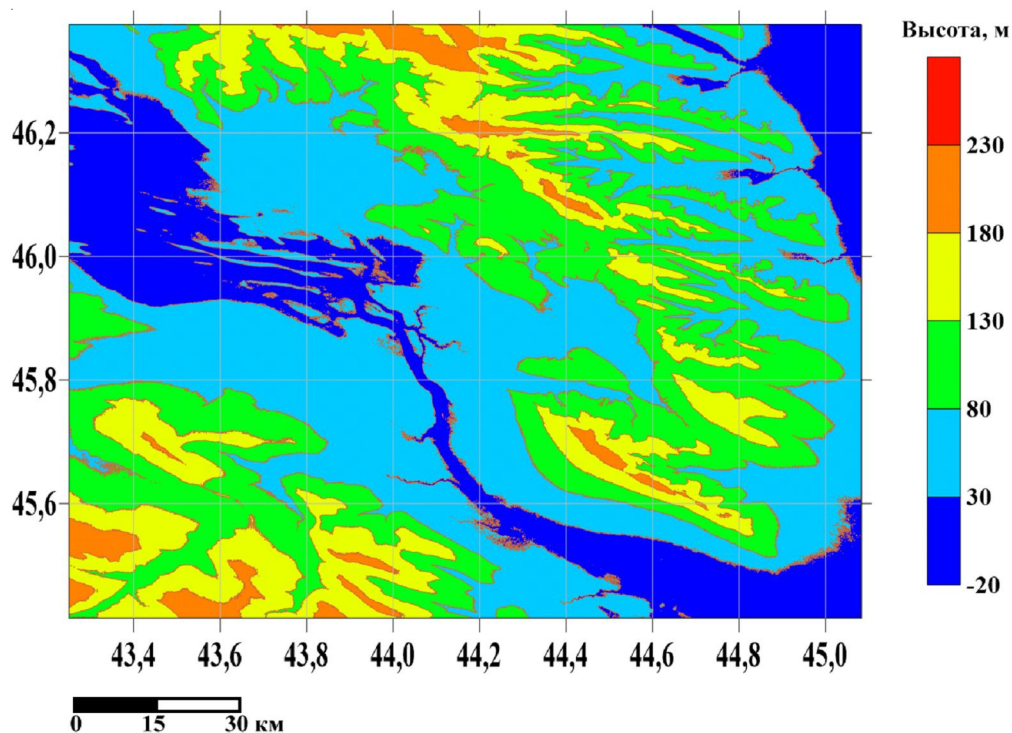


Рис. 3. Карта диапазонов высот Кумо-Манычской впадины

Такая карта дает наглядное представление о пространственном распределении диапазонов высот является основой для вычисления их площадей. По этим данным выделяются ландшафтные районы, приуроченные к таким диапазонам высот.

Изучение распределения площадей диапазонов высот на территории Кумо-Манычской впадины по полученным данным показало, что около 9 % площади (130,8 тыс. га) занимают территории с высотами до 20 м, 47 % площади (708,0 тыс. га) занимают территории

с высотами от 20 до 80 м. Площади территории полигона исследований с высотами 80–140 м занимают 32 % (480,4 тыс. га). Территория с отметками высот выше 140 м занимает 13 % площади полигона (196,1 тыс. га). В таблице 2 приведены данные распределения диапазонов высот по площади.

На рисунке 4 показано распределение площади диапазонов высот Кумо-Манычской впадины. Уточнение пространственного распределения крутизны склонов имеет особое значение для определения деградационной

Таблица 2

Распределение диапазонов высот по площади Кумо-Манычской впадины

Диапазон высот, м	Площадь, пкс	Относительная площадь	Площадь, га
Менее 0	3 398	0,005	6 960
0–20	60 444	0,082	123 808
20–40	124 485	0,168	254 984
40–60	110 745	0,150	226 840
60–80	110 426	0,149	226 187
80–100	92 891	0,126	190 270
100–120	80 723	0,109	165 346
120–140	60 923	0,082	124 789
140–160	44 099	0,060	90 328
160–180	31 453	0,043	64 425
180–200	16 068	0,022	32 912
Более 200	4 130	0,006	8 460
<i>Итого</i>	739 785	0,005	1 515 309



Рис. 4. Распределение площади диапазонов высот Кумо-Маньчской впадины

опасности агроландшафтов, а выделение зон равной крутизны дает возможность оценить использование территории в качестве сельскохозяйственных угодий.

При анализе распределения крутизны склона (рис. 5, 6) выявлено, что 52,7 % (798 тыс. га) территории имеют углы наклона от 0 до 1°, а на 91 % площади крутизна не превышает значение 2,0°. Территории площадью 61, 6 тыс. га (8,3 %) имеют крутизну склона от 2 до 4°, стандартное отклонение крутизны по всей площади 1°. В результате исследований установлено, что рельеф представлен в основном равнинным типом.

Анализ крутизны склонов показал, что их величины незначительны. И учет более или менее значимых значений крутизны для противодеградационной организации агроландшафтов возможен только на основе точного координатного подхода на основе геоинформационных технологий.

Заключение

Исследования показали, что рельеф полигона Кумо-Маньчской впадины в основном имеет равнинный тип, без существенных пе-

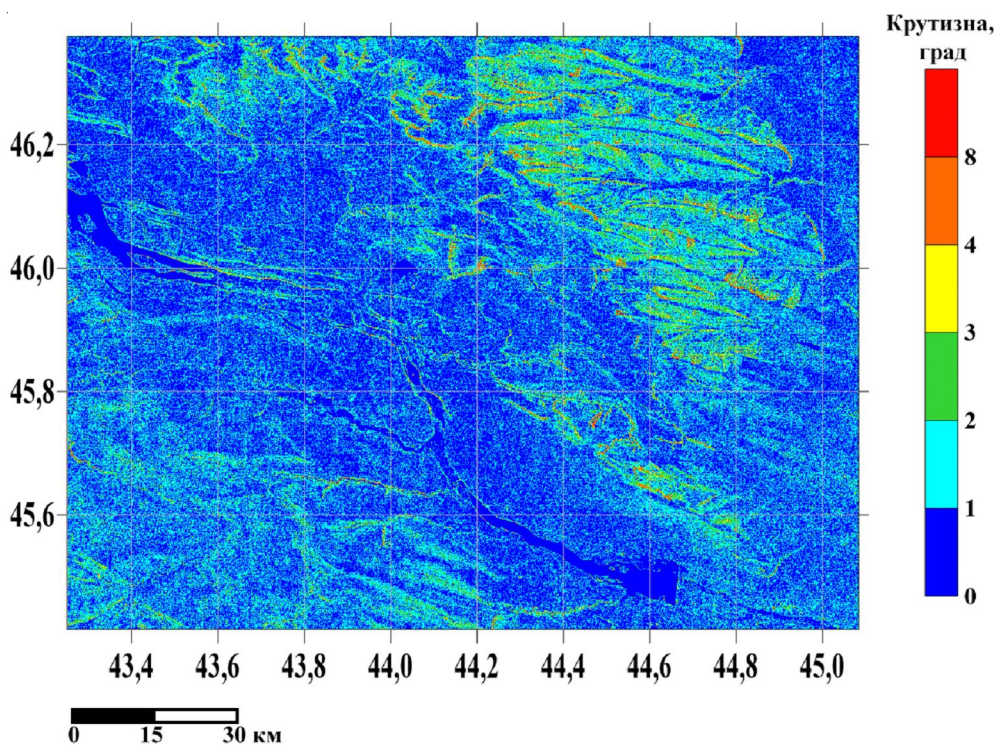


Рис. 5. Карта распределения территории Кумо-Маньчской впадины по крутизне склонов



Рис. 6. Распределение территории Кумо-Манычской впадины по крутизне склонов

репадов, в связи с этим 52,7 % территории полигона (крутизна менее 1°) не опасны с точки зрения возникновения водной эрозии. К особо опасным в эрозионном плане землям (с крутизной более 4°) можно отнести менее 1 % исследуемого полигона. К опасным участкам со склонами крутизной от 2 до 4° – 8,3 % территории, к малоопасным участкам с крутизной от 1 до 2° – 38,2 %. Геоинформационный анализ позволил установить значения высот на выбранном полигоне. Определено, что около 47 % площади полигона исследований размещено в диапазоне высот от 20 до 80 м, площади с высотами 80–140 м занимают 32 %, а с высотами более 140 м занимают 13 %. Крутизна склонов незначительна, 52,7 % территории имеет крутизну менее 1°. Еще 38,2 % склонов имеют крутизну менее 2°. Необработываемые склоны с крутизной более 8° занимают менее 1 % площади полигона.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по темам НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100311-3, № 122020100405-9 и № 122020100406-6.

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS No. 122020100311-3, No. 122020100405-9 and No. 122020100406-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенный морфогенез Кумо-Манычской впадины / П. А. Диденко, И. Ю. Каторгин, Д. В. Юрин, А. Н. Роман // Наука. Инновации. Технологии. – 2020. – № 3. – С. 123–126.

2. Геоинформационные технологии в агроле-сомелиорации / В. Г. Юферев, К. Н. Кулик, А. С. Рулев [и др.]. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2010. – 102 с.

3. Диденко, П. А. Геоинформационный анализ негативных морфогенетических процессов в полупустынных ландшафтах Кумо-Манычской впадины / П. А. Диденко, Ю. И. Каторгин // Инновационное развитие. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 10–12.

4. Ермолаев, О. П. Пояса эрозии в природно-антропогенных ландшафтах речных бассейнов / О. П. Ермолаев. – Казань : Изд-во КГУ, 1992. – 148 с.

5. Карандеева, М. В. Геоморфология Европейской части СССР / М. В. Карандеева. – М. : Изд-во МГУ, 1957. – 315 с.

6. Книжников, Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований : учебник / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.

7. Копылов, И. С. Геоморфологические ландшафты как основа геоэкологического районирования / И. С. Копылов, Б. С. Лунев, О. Б. Наумова, А. В. Маклашин // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-10. – С. 2196–2201.

8. Лурье, И. К. Структура и содержание базы пространственных данных для мультимасштабного картографирования / И. К. Лурье, Т. Е. Самсонов // Геодезия и картография. – 2010. – № 11. – С. 17–23.

9. Рулев, А. С. Математико-геоморфологическое моделирование эрозионных ландшафтов / А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Геоморфология. – 2016. – № 3. – С. 36–45. – DOI: <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2016-3-36-45>

10. Скрыпник, О. Н. Оценка характеристик погрешностей позиционирования комбинированных ГЛОНАСС/GPS приемников / О. Н. Скрыпник, Р. А. Арефьев, Н. Г. Арефьева // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 10-2. – С. 296–301.

11. Шинкаренко, С. С. Последствия пыльных бурь 2020 года на юге европейской части России

/ С. С. Шинкаренко, С. А. Барталев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17, № 7. – С. 270–275.

12. Szaby, G. Slope angle and aspect as influencing factors on the accuracy of the SRTM and the ASTER GDEM databases / G. S. Szaby, K. Singh, S. Szaby // *Phys. Chem. Earth, Parts A/B/C.* – 2015. – V. 83–84. – P. 137–145. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.06.003>

REFERENCES

1. Didenko P.A., Katorgin I.Ju., Jurin D.V., Roman A.N. Antropogennyj morfogenez Kumo-Manychskoj vpadiny [Anthropogenic Morphogenesis of the Kuma-Manych Depression]. *Nauka. Innovatsyi. Tekhnologii* [The Science. Innovation. Technology], 2020, no. 3, pp. 123-126.

2. Juferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S. et al. *Geoinformatsionnye tehnologii v agrolesomelioratsyi* [Geoinformation Technologies in Agroforestry]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2010. 102 p.

3. Didenko P.A., Katorgin I.Ju. Geoinformatsionnyj analiz negativnykh morfogeneticheskikh processov v polupustynnykh landshaftakh Kumo-Manychskoj vpadiny [Geoinformation Analysis of Negative Morphogenetic Processes in Semi-Desert Landscapes of the Kuma-Manych Depression]. *Innovatsionnoe razvitie* [Innovative Development], 2016, vol. 3, no. 3, pp. 10-12.

4. Ermolaev O.P. *Poyasa erozii v prirodno-antropogennykh landshaftayh rechnykh bassejnov* [Erosion Belts in Natural-Anthropogenic Landscapes of River Basins]. Kazan', Izd-vo KGU, 1992. 148 p.

5. Karandeeva M.V. *Geomorfologiya Evropejskoj chasti SSSR* [Geomorphology of the European Part of the USSR]. Moscow, Izd-vo MGU, 1957. 315 p.

6. Knizhnikov Ju.F., Kravtsova V.I., Tutubalina O.V. *Ajerokosmicheskie metody geograficheskikh*

issledovanij: uchebnik [Aerospace Methods of Geographical Research: Textbook]. Moscow, Akademija Publ., 2004. 336 p.

7. Kopylov I.S., Lunev B.S., Naumova O.B., Maklashin A.V. Geomorfologicheskie landshafty kak osnova geojekologicheskogo raj'onirovaniya [Geomorphological Landscapes as the Basis of Geocological Zoning]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research], 2014, no. 11-10, pp. 2196-2201.

8. Lur'e I.K., Samsonov T.E. Struktura i sodержanie bazy prostranstvennykh dannykh dlya mul'timasshtabnogo kartografirovaniya [Structure and Content of the Spatial Database for Multiscale Mapping]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Cartography], 2010, no. 11, pp. 17-23.

9. Rulev A.S., Juferev V.G. Matematiko-geomorfologicheskoe modelirovanie jerozionnykh landshaftov [Mathematical and Geomorphological Modeling of Erosional Landscapes]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2016, no. 3, pp. 36-45. DOI: <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2016-3-36-45>

10. Skrypnik O.N., Aref'ev R.A., Aref'eva N.G. Otsenka harakteristik pogreshnostej pozitsionirovaniya kombinirovannykh GLONASS/GPS priemnikov [Evaluation of Characteristics of Positioning Errors of Combined GLONASS/GPS Receivers]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern High Technologies], 2019, no. 10-2, pp. 296-301.

11. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Posledstviya pyl'nykh bur' 2020 goda na juge evropejskoj chasti Rossii [Consequences of Dust Storms in 2020 in the South of the European Part of Russia]. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2020, vol. 17, no. 7, pp. 270-275.

12. Szaby G., Singh S.K., Szaby S. Slope Angle and Aspect as Influencing Factors on the Accuracy of the SRTM and the ASTER GDEM Databases. *Phys. Chem. Earth, Parts A/B/C*, 2015, vol. 83-84, pp. 137-145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.06.003>

Information About the Authors

Valery G. Yuferev, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Chief Scientific Officer in the Agroforest Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, yuferevv@vfanc.ru

Alina V. Melikhova, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Student Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, melihova-a@vfanc.ru

Vera V. Balynova, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Student, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, balinova-v@vfanc.ru

Информация об авторах

Валерий Григорьевич Юферев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, yuferevv@vfanc.ru

Алина Владимировна Мелихова, лаборант-исследователь, лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; студент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, melihova-a@vfanc.ru

Вера Васильевна Балынова, лаборант-исследователь, лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; студентка кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, balinova-v@vfanc.ru



Журнал «Природные системы и ресурсы» издается для широкого ознакомления научной общественности с результатами современных исследований по экологии, геоэкологии, природопользованию, географии, геоинформатике, а также по биотехнологии и биоинженерии.

Авторами журнала могут быть преподаватели, научные сотрудники и аспиранты высших учебных заведений и научно-исследовательских учреждений России, а также другие отечественные и зарубежные исследователи.

Уважаемые читатели!

Подписка на II полугодие 2022 года осуществляется по «Объединенному каталогу. Пресса России. Газеты и журналы». Т. 1. Подписной индекс 29087.

Стоимость подписки на II полугодие 2022 года 1051 руб. 58 коп.

Распространение журнала осуществляется по адресной системе.

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДКОЛЛЕГИЮ ЖУРНАЛА
«ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ»**

1. Материалы представляются на бумажном и электронном носителях по адресу: 400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100, Волгоградский государственный университет – главному редактору Иванцовой Елене Анатольевне или высылаются по электронной почте на адрес: vestnik11@volsu.ru.

Обязательно наличие сопроводительного письма, в котором должны содержаться следующие пункты: гарантия оригинальности статьи, отсутствия в ней недостоверных данных и плагиата; обязательство не подавать данный материал в другой журнал; информация о наличии/отсутствии потенциального конфликта интересов с членами редколлегии; данные о финансировании исследования (с пометкой об их конфиденциальности или необходимости опубликования); согласие с принципами, изложенными в разделе «Издательская этика» журнала (<https://ns.jvolsu.com/index.php/publishing-ethics-ru>).

Для российских авторов (аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук) необходимо дополнительно представить рекомендацию, подписанную научным руководителем и заверенную печатью учреждения.

2. Правила оформления статей.

Объем статьи не должен превышать 1 п. л.

Каждая статья должна включать следующие элементы издательского оформления:

- 1) Индексы УДК и ББК.
- 2) Заглавие. Подзаголовочные данные (на русском и английском языках).
- 3) Имя, отчество, фамилия автора; ученое звание, ученая степень; контактная информация (место работы/учебы и должность автора, полный почтовый адрес организации, телефон, e-mail) на русском и английском языках.
- 4) Аннотация на русском языке и авторское резюме (Abstract) на английском языке.
- 5) 5–8 ключевых слов или словосочетаний (на русском и английском языках).
- 6) Текст статьи.
- 7) Список литературы на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.1-2003, и References – список литературы на английском языке (латинским шрифтом), оформленный в соответствии с требованиями редакции. При необходимости – примечания, приложения.

2.1. Требования к авторским оригиналам на бумажном и электронном носителях.

- 1) Поля по 2 см с каждой стороны.
- 2) Нумерация страницы по центру внизу.
- 3) Шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.
- 4) Файл должен быть создан в программе «Microsoft Word» и сохранен с расширением *.rtf; имя файла должно быть набрано латиницей и отражать фамилию автора.

2.2. Оформление библиографических ссылок и примечаний.

- 1) Библиографические ссылки на пристатейный список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера источника и через запятую номеров соответствующих страниц.
- 2) Пристатейный список литературы, озаглавленный как «Список литературы», составляется в алфавитном пронумерованном порядке. Он должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1–2003 с указанием обязательных сведений библиографического описания.

3. После получения материалов рукопись направляется на рецензирование. Решение о публикации статей принимается редакционной коллегией после рецензирования. Редакция оставляет за собой право отклонить или отправить представленные статьи на доработку на основании соответствующих заключений рецензентов. После получения положительной рецензии редакция уведомляет авторов о том, что статья принята к опубликованию, а также направляет замечания рецензентов и редакторов, в соответствии с которыми необходимо исправить или дополнить статью. В случае отказа в публикации статьи редакция представляет автору мотивированный отказ.

Полнотекстовые версии опубликованных статей и их метаданные (аннотации, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, список литературы) будут размещены в свободном доступе в Интернете на официальном сайте издания, на платформе Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU и других реферативных баз данных.

4. Более подробно с требованиями к статьям можно ознакомиться на страничке Издательства на сайте Волгоградского государственного университета: <https://www.volsu.ru> – и сайте журнала: <https://ns.jvolsu.com>.

ISSN 2713-1572



9 772713 157005



40 >