

ISSN 2713-1572

2022

Том 12. № 3

ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ



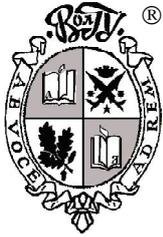
NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

Volume 12. No. 3

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

VOLGOGRAD STATE UNIVERSITY

ISSN 2713-1572



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ
И РЕСУРСЫ**

2022

Том 12. № 3

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

**NATURAL SYSTEMS
AND RESOURCES**

2022

Volume 12. No. 3



NATURAL SYSTEMS AND RESOURCES

2022. Vol. 12. No. 3

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. Mustafae* (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)

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/>

Making up *E.S. Reshetnikova*
Technical editing *N.M. Vishnyakova*,
N.V. Goreva, *E.S. Reshetnikova*

Passed for printing: Dec. 21, 2022.

Date of publication: Dec. 29, 2022.

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

Conventional printed sheets 5.2. Published pages 5.6.

Number of copies 500 (1st duplicate 1–28). Order 153. «С» 38.

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



ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

2022. Т. 12. № 3

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. Тянюкевич** (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., акад. 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., акад. РАН **И.П. Кружилин** (г. Волгоград) проф., акад. РАН **К.Н. Кулик** (г. Волгоград); д-р с.-х. наук, доц., акад. РАН **М.Г. Мустафаев** (г. Баку, Азербайджан); д-р с.-х. наук, проф., акад. 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., акад. РАН **А.А. Чибилев** (г. Оренбург); д-р геогр. наук, проф. **Г.Ю. Ямских** (г. Красноярск)

Верстка **Е.С. Решетниковой**

Техническое редактирование **Н.М. Вишняковой**,
Н.В. Горевой, **Е.С. Решетниковой**

Подписано в печать 21.12 2022 г.

Дата выхода в свет: 29.12 2022 г.

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

Усл. печ. л. 5,2. Уч.-изд. л. 5,6.

Тираж 500 экз. (1-й завод 1–28 экз.). Заказ 153. «С» 38.

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>

Англоз. сайт журнала:

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



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ

- Гаврилов Д.А., Горбова П.С.* Микробиологическое исследование почвы Волгоградской агломерации в зоне влияния металлургического комбината «Красный Октябрь» 5
- Егинбай А.М., Бурабаев А.А., Натыров А.К.* Выращивание Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) в малообъемной гидропонике 13
- Онистратенко Н.В.* Особенности распространения *Grindelia Squarrosa* в степных экосистемах различной степени инвазионной емкости на территории Волгоградской области 20
- Овчинников А.С., Лобойко В.Ф., Иванова Н.В., Подковыров И.Ю., Самойленко Е.Е.* Влияние растительности на микрофлору полигонов твердых промышленных отходов в период рекультивации 27

ГЕОЭКОЛОГИЯ

- Иванцова Е.А., Комарова И.А.* Геоинформационная оценка агроландшафтов (на примере тестового полигона «Перекрестное» Состинского ландшафтного района Сарпинской низменности) 38
- Берденгалиев Р.Н.* Картографирование ландшафтных пожаров в дельте реки Меконг 47

CONTENTS

ECOLOGY

- Gavrilov D.A., Gorbova P.S.* Microbiological Study of the Soil of the Volgograd Agglomeration in the Zone of Influence of the Metallurgical Works “Krasnyy Oktyabr” (“Red October”) 5
- Yeginbay A.M., Burabaev A.A., Natyrov A.K.* Cultivation of Arum in Low-Volume Hydroponics 13
- Onistratenko N.V.* Features of *Grindelia Squarrosa* Distribution in Various Degree of Invasive Capacity Steppe Ecosystems of the Volgograd Region Territory 20
- Ovchinnikov A.S., Loboiko V.F., Ivanova N.V., Podkovyrov I.Yu., Samoilenko E.E.* Effect of Vegetation on the Microflora of Solid Industrial Waste Landfills during the reclamation period 27

GEOECOLOGY

- Ivantsova E.A., Komarova I.A.* Geoinformation Assessment of Agricultural Landscapes (on the Example of the Test Site “Cross” of the Sostinsky Landscape Area of the Sarpinsk Lowland) 38
- Berdengaliev R.N.* Mapping of Landscape Fires in the Mekong Delta 47



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

UDC 631.46

LBC 40.325.1

MICROBIOLOGICAL STUDY OF THE SOIL OF THE VOLGOGRAD AGGLOMERATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE METALLURGICAL WORKS “KRASNYY OKTYABR” (“RED OCTOBER”)

Dmitry A. Gavrilov

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Polina S. Gorbova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Local pollution of the soil cover in the areas where metallurgical enterprises are located is an urgent environmental problem in urban areas. Pollutants that are part of metallurgical emissions are deposited in the soil and have a negative impact on the species composition of the soil microbiota and its enzymatic activity. The appearance of technogenic wastelands around metallurgical plants affects the adjacent landscapes due to geochemical migrations of substances and causes a stress response of biocenoses. The study is aimed at assessing the biological activity and microbiological diversity of light chestnut soils on the territory of the Krasny Oktyabr plant in comparison with soils of a conditionally natural environment – a zone of zonal steppes on the territory of the Sovetsky district of Volgograd. The article presents the results of a microbiological study of soil microorganisms in light chestnut soils located in the zone of intense technogenic impact. The qualitative reaction of cellulose decomposition by microorganisms in textile fabrics at different depths is presented as an indicator of the destructive activity of soils. The total microbial number was counted, microscopy of bacterial cells was performed. The results of the study showed that the activity of the soil microbiota of the Krasny Oktyabr plant is depressed compared to the territory of the virgin steppe, the species diversity is low, and the microorganisms are in a state of suspended animation. Soils are in need of recultivation. It is possible to experimentally apply the phytoremediation method to reduce the degree of soil toxicity.

Key words: urban ecology, soil monitoring, biomonitoring, soil degradation, soil microbiota

Citation. Gavrilov D.A., Gorbova P.S. Microbiological Study of the Soil of the Volgograd Agglomeration in the Zone of Influence of the Metallurgical Works “Krasnyy Oktyabr” (“Red October”). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 5-12. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ»

Дмитрий Александрович Гаврилов

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Полина Сергеевна Горбова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Локальное загрязнение почвенного покрова в районах предприятий металлургического цикла является актуальной экологической проблемой урбанизированных территорий. Поллютанты, входящие в состав выбросов металлургических предприятий, осаждаются в почву и оказывают негативное воздействие на видовой состав почвенной микробиоты. Микроорганизмы являются основными деструкторами органики в почве – незаменимыми, но достаточно уязвимыми элементами экосистемной устойчивости. Появление вокруг металлургических комбинатов техногенных пустошей сказывается на смежных ландшафтах посредством геохимических миграций веществ и вызывает стрессовую реакцию биоценозов, отрицательные последствия которой могут носить отдаленный и непредсказуемый характер. Вероятно снижение способности городских экосистем ассимилировать антропогенные загрязнения, что является недопустимым при современном уровне техногенеза. Исследование направлено на оценку биологической активности и микробиологического разнообразия светло-каштановых почв территории завода «Красный Октябрь» в сравнении с почвами в условно естественной среде – зоне зональных степей на территории Советского района города Волгограда. В статье представлены результаты микробиологического исследования почвенных микроорганизмов светло-каштановых почв, находящихся в зоне интенсивного техногенного воздействия. Представлена качественная реакция разложения микроорганизмами целлюлозы в текстильных полотнах на различных глубинах как показатель деструктивной активности почв. Подсчитано общее микробное число, проведена микроскопия бактериальных клеток. Результаты исследования показали, что активность микробиоты почв завода «Красный Октябрь» по сравнению с участком целинной степи подавлена, видовое разнообразие низкое, присутствуют металл-устойчивые виды-биоиндикаторы, микроорганизмы находятся в состоянии анабиоза. Почвы нуждаются в рекультивации. Возможно экспериментальное применение метода фиторемедиации для уменьшения степени токсичности почв.

Ключевые слова: урбоэкология, почвенный мониторинг, биомониторинг, деградация почв, почвенная микробиота

Цитирование. Гаврилов Д. А., Горбова П. С. Микробиологическое исследование почвы Волгоградской агломерации в зоне влияния металлургического комбината «Красный Октябрь» // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 5–12. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

Введение

Один из важнейших элементов поддержания почвенного плодородия, обеспечения круговорота веществ и геохимической миграции элементов – активность и видовой состав почвенной микробиоты. Почвенные микроорганизмы участвуют в выветривании горных пород, почвообразовании, синтезе и разложении гумусовых веществ, ризосферных процессах, ассимиляции загрязнений,

поступающих в почву (различных органических соединений). Вместе с тем, почвенная микробиота способна биоаккумулировать поллютанты, в частности тяжелые металлы, и способствовать их дальнейшей миграции по трофической сети [9].

Объектом исследования является микробный комплекс эталонного и исследуемого участков города Волгограда. Предметом – воздействие выбросов предприятия «Красный Октябрь» на качественный и количественный

состав почвенной микробиоты и ее биолитическую активность.

Цель исследования – определить степень влияния антропогенных факторов на жизненный статус почвенного микробоценоза территории металлургического комбината «Красный Октябрь».

Материалы и методы

Зональность почв Волгоградской области прослеживается с северо-запада на юго-восток. Выделяются черноземы, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы с подтипами. Светло-каштановые почвы образуются в условиях недостаточного увлажнения (КУ Волгоградской области 0,45–0,25). Растительный опад аридных степей незначителен. Гумусовый горизонт имеет мощность 15–30 см [2]. Для светло-каштановых почв характерно малое содержание гумуса, преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами и нейтральная или слабощелочная реакция верхних горизонтов (рН 7,2–7,3) [3].

Почвы Волгоградского региона подвергаются сильному антропогенному воздействию (особенно слой 5–10 см) за счет деятельности крупных производственных предприятий и высокой транспортной нагрузки. Антропогенно трансформированные почвы содержат мало микро- и макроэлементов, что отражается на росте колоний почвенных микроорганизмов [7]. Аккумуляция тяжелых металлов блокирует дыхание микроорганизмов, что приводит к их гибели, влекущей потерю почвенного плодородия, упрощение фитоценозов и разрушение сложившейся биологической структуры ландшафтов [1; 5; 10].

Для исследования были выбраны два участка: площадка на территории завода «Красный октябрь» (зона активного техногенеза) и степной ценоз Советского района г. Волгограда (условно эталонный участок).

Участок № 1 – территория завода «Красный Октябрь» в Краснооктябрьском районе г. Волгограда. На исследуемом участке наблюдается выраженное преобладание овсяницы полевой. Почвы светло-каштановые (предположительно, урбостратозем), бедные, увлажнение недостаточное, рельеф равнинный. Слои почвы перемешаны. Отмечается стро-

ительный мусор. Металлургический комбинат специализируется на производстве металлопроката. Негативное воздействие на почвы и растительные сообщества оказывают объекты инфраструктуры комбината. Транспортная нагрузка высокая.

Участок № 2 – степная зона в Советском районе Волгограда. Наблюдается выраженное преобладание типчаково-осоковой ассоциации. Почвы светло-каштановые, сухие, рельеф равнинный. Единственный антропогенный объект в районе исследования – грунтовая дорога на расстоянии 300 метров от изучаемой площадки. Антропогенная нагрузка минимальна.

В ходе первого этапа исследования на участках были сделаны 3 прикопки на расстоянии 1 м. На глубине 10, 20 и 30 см были размещены заготовки с льняными полотнами (куски льняной ткани размером 4x4 см, прикрепленные к пластинам из стеклопластика). Вес льняных полотен в начале эксперимента составлял $\approx 0,3234$ г. Одновременно с закладкой льняных полотен были взяты образцы почвы для микробиологического исследования. Спустя месяц льняные полотна были изъятые из почвы и взвешены. Взятые почвенные пробы весом 1 грамм помещались в стерильную лабораторную посуду и доставлялись в лабораторию для дальнейшего исследования. Хранение образцов допускалось на срок не более 24 часов при значениях температуры воздуха 4–5 °С.

В ходе второго этапа исследования производилась инкубация почвенных микроорганизмов. Для исследования почвенных образцов применялся метод посева на твердые питательные среды. Для количественного описания почвенных микроорганизмов применялись следующие среды: почвенный агар (ПА), мясопептонный агар (МПА) и среда Чапека (СЧ). Почва для посева взвешивалась из расчета 1 грамм на 100 мм стерильной воды, после чего взбалтывалась в течение 5 минут на лабораторном шейкере (ПЭ-6500 компании Экрос-аналитика). Затем производилась раститровка и посев на плотные питательные среды. Для посева использовалась суспензия разведения 10^7 степени. Данное разведение было выбрано для недопущения сливного роста бактериальных колоний. Инкубация посев-

ного материала производилась при комнатных температуре 22–25 °С. Осуществлялся подсчет выросших колоний, общего микробного числа и микроскопия. Готовился фиксированный мазок, который окрашивался методом Грама. Описание бактериальных клеток производилось при помощи лабораторного бинокулярного микроскопа (ЛОМО компании Микмед-5) под иммерсионным маслом объективом при увеличении в 1 500 раз [4; 6; 8].

Результаты и обсуждение

Изменение веса льняных полотен в ходе опыта (табл. 1), а также общее микробное число обследуемых образцов (табл. 2) наглядно характеризуют степень активности микробиоты почвы степного участка и почвы территории металлургического комбината. Результаты, полученные в ходе эксперимента, говорят о том, что степень разложения полотен в двух точках эталонного участка возрастает с глубиной. При отсутствии антропогенного воздействия на почвенную мик-

робиоту уровни распределения активности почвенных микроорганизмов выявляют классическую картину для степной зоны. Беря во внимание, что Волгоградские степи считаются засушливой зоной, можно предположить, что необходимое количество влаги сохранилось на глубине 30 см и более. Однако наибольшая степень разложения наблюдается в точке №1 на глубине 10 см (гумусовый горизонт) (рис. 1).

Наибольшая степень разложения полотен в зоне влияния Красного Октября наблюдается в точке № 1 (рис. 1). Особенностью активности почвенных микроорганизмов в данной почве является неравномерное разложение льняных полотен. Присутствие в почве тяжелых металлов ранжирует рост микроорганизмов.

На рисунке 1 отражена разность между исходным и конечным весом льняных полотен в относительном выражении.

Общее микробное число, исходя из данных, представленных в таблице 2, достаточно большое для степной зоны. Микроорганиз-

Таблица 1

Изменение веса льняных полотен в почвах Волгоградской агломерации

Глубина	Территория металлургического комбината «Красный Октябрь»	
	Средний вес полотен по завершении эксперимента, г	Разница между исходным и конечным весом полотен по завершении эксперимента, г
10 см	0,2186	0,1035
20 см	0,2141	0,1080
30 см	0,2249	0,0973
Глубина	Степная зона Советского района г. Волгограда	
	Средний вес полотен по завершении эксперимента, г	Разница между исходным и конечным весом полотен по завершении эксперимента, г
10 см	0,1327	0,1894
20 см	0,1319	0,1902
30 см	0,1087	0,2133

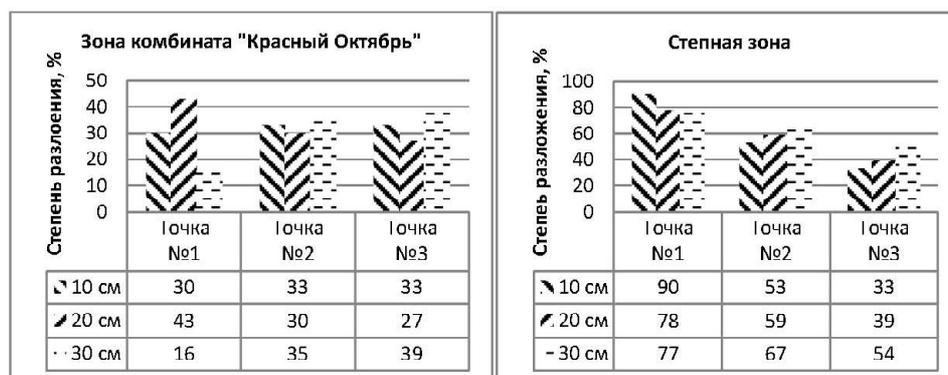


Рис. 1. Степень разложения льняного полотна в различных точках исследуемых участков

мы степной зоны предпочитают слабощелочную среду, что подтверждается фактом образования единичной бактериальной колонии на среде Чапека

Общее микробное число, исходя из данных, представленных в таблице 2, достаточно большое для степной зоны. Микроорганизмы степной зоны предпочитают слабощелочную среду, что подтверждается фактом образования единичной бактериальной колонии на среде Чапека.

Наибольшее общее микробное число из образцов почвы техногенной зоны выросло на почвенном агаре. Рост бактериальных колоний на среде Чапека отсутствует. Почвы у Волгоградского металлургического комбината «Красный октябрь» бедны и испытывают постоянное антропогенное воздействие, что

привело не только к численному сокращению почвенных микроорганизмов, но и к уменьшению разнообразия их видов.

ОМЧ степной зоны на почвенном агаре значительно уступает аналогичному показателю зоны комбината (рис. 2). Это может быть связано с погодно-климатическими условиями в момент отбора проб, различиями в локальных физико-химических характеристиках почв в точках отбора, а также с различными адаптивными способностями микроорганизмов и ризосферными процессами.

Культуральное и морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 3.

Результаты эксперимента, представленные в таблице 3, говорят о преобладании грамотрицательных бактериальных клеток с раз-

Таблица 2

Общее микробное число в почве степного участка и зоне влияния металлургического комбината «Красный Октябрь»

Питательная среда	Почвенный агар	Мясопептонный агар	Среда Чапека
Степная зона Советского района г. Волгограда			
Общее микробное число	107 900 млн.	107 270 млн.	107 30 млн.
	108 2,64 млрд.	108 8,7 млрд.	108 Нет роста
	109 15 млрд.	109 618 млрд.	109 Нет роста
Территория металлургического комбината «Красный Октябрь»			
Общее микробное число	10730 млрд.	107 120 млн.	107 Нет роста
	108 420 млрд.	108 2,1 млрд.	108 Нет роста
	109 6 трлн.	109 63 млрд.	109 Нет роста

Таблица 3

Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах степного участка Советского района г. Волгограда

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁹	Мясопептонный агар 10 ⁸	Среда Чапека 10 ⁷
Величина	Карликовые	5 мм	3 мм
Форма	Округлая	Округлая	Ризоидная
Край колонии	Волнистый	Ровный	Ветвистый
Профиль	Плоский	Выпуклый	Конусовидный
Цвет	Бесцветная	Мутно-молочный	Белый
Прозрачность	Пропускает свет	Не пропускает свет	Не пропускает свет
Консистенция	Маслянистая	Вязкая	Вязкая
Блеск	Блестящий	Блестящий	Тусклый
Структура	Однородная	Однородная	Струйчатая
Поверхность	Гладкая	Гладкая	Бороздчатая
Морфология бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Маленькие палочки овальной формы, гр-	Крупные длинные палочки, образуют цепи, гр+, с одной стороны овальные с другой округлые	Крупные веретенообразные палочки, гр-

ным морфологическим строением. На среде Чапека выросли колонии с крупными веретенообразными палочками. Однако они не выделяются на почвенном агаре. Этот факт говорит о том, что для активной жизнедеятельности почва должна обладать соответствующим рН, макро- и микроэлементами, которые содержатся в среде Чапека. Возможно, данные микроорганизмы находятся в консортивных связях с определенными видами растений в точках исследований. Культуральное и морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 4.

Исходя из данных таблицы 4, в почвах, прилегающих к территории комбината «Красный Октябрь», преобладают короткие грамм отрицательные палочки с овальными конца-

ми. На МПА выросла кишечная палочка, что подтверждает сливной рост колоний и характерный запах. На среде Чапека отсутствуют бактериальные колонии, выросли только почвенные микроскопические грибы (табл. 5).

На среде Чапека выросли два представителя микроскопических грибов. Предположительно это род Пеницилл (*Penicillium*) отдел Аскомицеты в количестве 6 штук, и род Сагеномелла (*Sagenomella*) отдел Эуроциевые в количестве 4 штук. Представители рода Сагеномелла используют для питания растительные белки. Представители рода Пеницилл могут питаться любыми белками различного происхождения и поглощать металлы. Этот факт обуславливает их выживание в почвах у территории металлургического комбината. Представители рода Аспергилл вносят зна-

Таблица 4

Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах у территории Волгоградского металлургического комбината «Красный Октябрь»

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁷	Мясопептонный агар 10 ⁸	Среда Чапека
Величина	Карликовые	1 см	Колонии микроорганизмов отсутствуют
Форма	Округлая	Амебовидная	
Край колонии	Волнистый	Волнистый	
Профиль	Выпуклый	Плоский	
Цвет	Бесцветная	Грязно-белый	
Прозрачность	Пропускает свет	Пропускает свет	
Консистенция	Маслянистая	Слизистая	
Блеск	Блестящая	Матовый	
Структура	Однородная	Однородная	
Поверхность	Гладкая	Гладкая	
Морфологические свойства бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Короткие палочки с овальными концами, гр-	Палочки разной длины с овальными концами, биполярные палочки, гр-	

Таблица 5

Культуральные свойства микроскопических грибов почв у Волгоградского металлургического комбината «Красный Октябрь»

Питательная среда	Описание
Среда Чапека 10 ⁹	Мицелий: корнеобразный Спорангиеносцы: ветвеобразные Спорангии: кистеобразные Окраска тела: белая Окраска спор: серо-зеленая
Среда Чапека 10 ⁹	Мицелий: корневидный Спорангиеносцы: отсутствуют Спорангии: отсутствуют Окраска тела: белая

чительный вклад в разложение растительной клетчатки, проявляя определенную устойчивость к изменению состояния окружающей среды. В ходе эксперимента установлена зависимость степени разложения льняных полотен от глубины исследуемого участка. Выявлено, что наибольшее микробное число при инкубации микроорганизмов наблюдается на питательной среде, которая имеет в составе агар-агар и почву из естественной среды обитания. Определено, что изученные микроорганизмы имеют грамм отрицательную окраску.

Заключение

Почвенная микробиота степного участка высокоактивна и способна к разложению органики. Микробиота металлургического комбината «Красный Октябрь» менее активна. Большую часть сообщества составляют почвенные микроскопические грибы. Бактерии находятся в состоянии анабиоза (возможно, из-за накопления тяжелых металлов). На почвах промышленной зоны происходит постепенное замещение бактериальных клеток микроскопическими грибами, соответственно, изменяются параметры биологических процессов. Вследствие деятельности объекта негативно воздействует на окружающую среду существует реальный риск упрощения экосистем, смежных с зоной активного влияния, во временной перспективе. Целесообразно проведение рекультивационных мероприятий (в том числе, фиторемедиации тяжелых металлов с последующим сжиганием растительной массы, извлечением металлов из золы и вовлечением в производственные процессы предприятия). Также предприятию необходимо уделить внимание природоохранным мероприятиям по части снижения отходности производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берсенева, О. А. Воздействие выбросов металлургических производств на почвенные микробиоценозы / О. А. Берсенева, В. П. Саловарова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2011. – № 4. – С. 18–24.
2. Вальков, В. Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов н/Д : Эверест, 2008. – 276 с.
3. Дегтярева, Е. Т. Почвы Волгоградской области / Е. Т. Дегтярева, А. Н. Жулидова. – Волгоград : Нижне-Волжское кн. изд-во, 1970. – 320 с.
4. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / Д. Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
5. Милых, В. В. Исследование токсикологических и микробиологических свойств искусственной почвы / В. В. Милых, Л. М. Смоленская, В. С. Воропаев // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сборник докладов III Международной молодежной научной конференции, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – 2015. – С. 264–267.
6. Николенко, М. В. Современные методы микробиологических исследований объектов окружающей среды / М. В. Николенко, М. В. Пастухов // Университетская медицина Урала. – 2017. – № 4 (11). – С. 30–32.
7. Симонова, Е. В. Микробиологический мониторинг антропогенно преобразованных почв / Е. В. Симонова, Е. Н. Максимова // Самарский научный вестник. – 2016. – № 1 (14). – С. 62–66.
8. Cellulose-decomposing microorganisms of light chestnut soils of the Volgograd region / N. V. German, G. A. Sevriukova, D. A. Gavrilov [et. al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2019. – P. 1–4.
9. Role of soil microbiota in soil fertility / M. Dhall, B. Mishra, S. Barman, S. Boddana // Internat. J. agric. Sci. – 2021. – 17 (2). – P. 729–739.
10. Tischer, A. Microbial community structure and resource availability drive the catalytic efficiency of soil enzymes under land-use change conditions / A. Tischer, U. Hamer, E. Blagodatskaya // Soil Biology and Biochemistry. – 2015. – T. 89. – P. 226–237.

REFERENCES

1. Berseneva O.A., Salovarova V.P. Vozdejstvie vybrosov metallurgicheskikh proizvodstv na pochvennye mikrobiocenozy [The impact of emissions from metallurgical industries on soil microbiocenoses]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya* [Science Journal of Irkutsk State University], 2011, no. 4, pp. 18-24.
2. Valkov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvy YUga Rossii* [Soils of the South of Russia]. Rostov-on-Don, Everest, 2008. 276 p.

3. Degtyareva E.T., Zhulidova A.N. *Pochvy Volgogradskoj oblasti* [Soils of the Volgograd region]. Volgograd, Nizhne-Volzhscoe book publishing house, 1970. 320 p.

4. Zvyaginцев D.G. *Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow, Publishing House of Moscow State University, 1991. 304 p.

5. Milykh V.V., Smolenskaya L.M., Voropaev V.S. Issledovanie toksikologicheskikh i mikrobiologicheskikh svojstv iskusstvennoj pochvy [Study of the toxicological and microbiological properties of artificial soil]. *Ekologiya i racional'noe prirodopol'zovanie agropromyshlennykh regionov: sbornik dokladov III Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii* [Ecology and rational environmental management of agro-industrial regions: collection of reports of the International Youth Scientific Conference], Belgorod State Technological University, 2015, pp. 264-267.

6. Nikolenko M.V., Pastukhov M.V. Sovremennye metody mikrobiologicheskikh issledovanij ob'ektov okruzhayushchej sredy [Modern methods of microbiological research of environmental

objects]. *Universitetskaya medicina Urala* [University medicine of the Urals], 2017, no. 4(11), pp. 30-32.

7. Simonova E.V., Maksimova E.N. Mikrobiologicheskij monitoring antropogenno preobrazovannykh pochv [Microbiological monitoring of anthropogenically transformed soils]. *Samarskij nauchnyj vestnik* [Science Journal of Samara State University], 2016, no. 1(4), pp. 62-66.

8. German N.V., Sevriukova G.A., Gavrilov D.A. et al. Cellulose-decomposing microorganisms of light chestnut soils of the Volgograd region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2019, pp. 1-4.

9. Dhall M., Mishra B., Barman S., Boddana S. Role of soil microbiota in soil fertility. *Internat. J. agric. Sci.*, 2021, no.17 (2), pp. 729-739.

10. Tischer A., Hamer U., Blagodatskaya E. Microbial community structure and resource availability drive the catalytic efficiency of soil enzymes under land-use change conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 2015, t. 89, pp. 226-237.

Information About the Authors

Dmitry A. Gavrilov, Undergraduate, Department of Ecology and Nature Resources Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, dmitriimillion@mail.ru

Polina S. Gorbova, Undergraduate, Department of Ecology and Nature Resources Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, gorbova.polina@mail.ru

Информация об авторах

Дмитрий Александрович Гаврилов, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, dmitriimillion@mail.ru

Полина Сергеевна Горбова, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, gorbova.polina@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.2>

UDC 582.547.1:631.589

LBC 41.9



CULTIVATION OF ARUM IN LOW-VOLUME HYDROPONICS

Aigerim M. Yeginbay

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Republic of Kazakhstan

Assilbek A. Burabaev

South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Republic of Kazakhstan

Arkady K. Natyrov

Kalmyk State University, Elista, Russian Federation

Abstract. This experimental study presents the results of the growth of herbaceous plants of the genus *Arum* (*Arum korolkowii*) of a red-book nature. The experiments were carried out by the DWC (deep-sea culture) method in a low-volume hydroponic installation in the conditions of the South clinical and genetic laboratory (South Kazakhstan Medical Academy). The paper also presents analyses and analysis of various substrates for conducting experiments in closed and open ground, growing and developing plants for industrial and private purposes, and also examines the patterns of substrate selection depending on the goals of the experiment. Solutions to the noted problems are proposed. Conclusions about the optimal conditions of cultivation of the studied crops are formulated. A review of the literature data on the medicinal plant *Arum* endemic to the territory of Kazakhstan and of great interest for phytochemical study. The main reasons for the disappearance of many types of these plants in recent years are the negative interference of wild animals and humans, and the deterioration of environmental conditions. When discussing the medicinal properties of plants of the Araceae family, it is doubly sad, especially their importance cannot be underestimated. Despite the fact that these herbs reduce the signs of a number of pathologies and facilitate their course, medicinal species of *Arum* in Kazakhstan are in danger of extinction. On October 31, 2006, the Government of the Republic of Kazakhstan entered a list of plants in the Red Book, including the plant of the *Arum*.

Key words: hydroponics, substrate, *Arum*, red book medicinal plants, Republic of Kazakhstan, fertilizers, pH balance.

Citation. Yeginbay A.M., Burabaev A.A., Natyrov A.K. Cultivation of *Arum* in Low-Volume Hydroponics. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 13-19. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.2>

УДК 582.547.1:631.589

ББК 41.9

ВЫРАЩИВАНИЕ АРОННИКА КОРОЛЬКОВА (*ARUM KOROLKOWII*) В МАЛООБЪЕМНОЙ ГИДРОПОНИКЕ

Айгерим Муратовна Егинбай

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан

Асылбек Амирбекович Бурабаев

Южно-Казахстанская медицинская академия, г. Шымкент, Республика Казахстан

Аркадий Канурович Натыров

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Российская Федерация

Аннотация. В данном экспериментальном исследовании представлены результаты произрастания травянистых растений рода Аронника (*Arum Korolkowii*), являющиеся краснокнижными объектами. Эксперименты проводились методом DWC (глубоководная культура) в малообъемной гидропонной установке в условиях лаборатории South clinical and genetic (Южно-Казахстанской медицинской академии). В работе представлены также анализы и разбор различных субстратов для проведения опытов в закрытом и открытом грунте, выращивания и развития растения в производственных и частных целях, а также рассматриваются закономерности выбора субстрата в зависимости от целей опыта. Авторы предлагают решение отмеченных проблем и определяют оптимальные условия возделывания исследованных культур. Представлен обзор литературных данных, представляющих большой интерес для фитохимического изучения, по лекарственному растению Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*), эндемичному на территории Казахстана. За последние годы основными причинами исчезновения многих растений являются негативное вмешательство диких животных и человека, ухудшение экологических условий. Лекарственным видам Аронника Королькова на территории Казахстана угрожает опасность исчезновения.

Для растений семейства Ароидные это печально вдвойне, так как лечебные свойства их имеют важное значение. Эти травы снижают признаки ряда патологий и облегчают их течение. С 31 октября 2006 г Правительство Республики Казахстан обновила списки растений в Красной книге, поместив в нее и растение Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*).

Ключевые слова: гидропоника, субстрат, Аронник Королькова (*Arum Korolkowii*), краснокнижные лекарственные растения, Республика Казахстан, удобрения, pH-баланс.

Цитирование. Егинбай А. М., Бурабаев А. А., Натыров А. К. Выращивание Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) в малообъемной гидропонике // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 13–19. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.2>

Введение

Несмотря на суровые природно-климатические условия, растительный мир Казахстана поражает своим многообразием. Все больше растений становятся уникальными из-за своей малочисленности. В Республике Казахстан большинство исчезающих растений преимущественно рода Аронника, которые богаты полезными свойствами и интересно выглядят.

Список основных растений, занесенных Правительством Республики Казахстан в Красную книгу, постановлен 31 октября 2006 г и утвержден № 1034. В состав данного списка включены примерно 373 вида растений (среди них Аронник Королькова, шафран Королькова, тюльпан Шренка, Башмачок настоящий), один вид лишайников и 13 видов грибов [3].

По подсчетам Всемирного союза охраны природы за последние 500 лет с лица земли навсегда исчезло 844 вида растений. Сейчас под угрозой исчезновения почти половина всех видов на планете. Целью данной работы является апробация выращивания краснокнижных лекарственных растений на примере Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) в лабораторных условиях методом гидропоники с использованием различных субстратов [2].

На сегодняшний день агро-промышленность развивается стремительными темпами. Известно, что для получения хорошего урожая необходимы различные факторы: свет, вода, кислород, минеральные элементы, использование определенного субстрата. Особенно качество субстрата играет большую роль в выращивании растений.

Проблема исчезновения особо важных лекарственных растений является острой не только на территории Казахстана, но и во всем мире. Из-за ухудшения экологической обстановки на планете мы теряем богатую флору. Из-за уменьшения количества плодородных земель и стремление людей жить в больших городах развивается такой вид техники как выращивание растений с помощью аквапоники и гидропоника. Гидропоника стала популярной в связи с удобством использования и получения богатого и экологически чистого продукта [6].

Согласно литературным данным, гидропоника – это метод выращивания разных видов (овощных, зеленных, декоративных, и др.) растений на специальных искусственных питательных средах при помощи автоматизированных систем и без использования почвы. Растения выращивают в малом объеме субстрата, тем не менее они получают необхо-

димые вещества в точных пропорциях и в оптимальных количествах. Основным объектом данного исследования является Аронник Королькова (*Arum Korolkowii*). Аронник Королькова (*Arum Korolkowii*) – лекарственное растение, произрастающее на территории Южного Казахстана и входящее в Красную книгу. Предпочитает расти в тени среди густой заросли в лесу, также может обитать среди скал в гористой местности. Растение тенелюбивое, декоративное, является ядовитым из-за содержания алкалоидов [11].

Это растение имеет несколько стадий роста: первая стадия – это появление сердцевидно-копьевидных листьев с перистыми жилками, потом из листа появляется соцветие початок светло-желтого цвета с листом покрывалом.

В официальной медицине не используется совсем, только в гомеопатии и в народной медицине. Лечит бронхит, заболевания легких, помогает при потенции. В мире обитает около 30 разновидностей Аронника в разных частях света. Однако Аронник Королькова (*Arum Korolkowii*) встречается только в Средней Азии [1].

Материалы и методы исследования

В качестве материалов исследования использовались семена Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*). В работе были использованы следующие гидропонные субстраты: керамзит, вермикулит, минеральная вата, ко-

косовый субстрат. Эксперимент проводился в сконструированной гидропонной системе, основанной на воде, на насыщенной кислородом и богатой питательными веществами глубоководной культуры [4].

В установку эксперимента входили поддон, контейнер, насос и компрессор. Для очистки воды от вредных элементов принят 2-канальный компрессор с производительностью 2–4 л/мин и мощностью 5 Вт. Аэрация проводилась при производительности 2–4 л/мин. Использование каркаса теплицы обеспечивает оптимальные условия влажности (90 %) и температуры (24-26 °С). Хорошая освещенность (3 000 лк) достигается за счет установки щита с отражателями (рис. 1).

В условиях мощности 60 Вт, цветовой температурой 2700 К и теплоизлучения 85 БТЕ/час значение светового коэффициента полезного действия ламп равняется 5 %. Величина тепла, образуемого по ходу их работе, была повышенной до неблагоприятных показателей при сравнении с лабораторной температурой [7; 8].

В экспериментальной установке использованы цветовая температура (4000 К), светодиодные лампы, параметр теплоизлучения равняет 3,4 БТЕ/час с наименьшим тепловым эффектом. Режим исследования – световой 12/12. Освещение управлялось при помощи автотаймера [5; 9; 10].

Значение pH поддерживалось на уровне 7.0 путем растворения 100 г карбамида в 10 литрах воды (с целью повышения кислот-



Рис. 1. Экспериментальная установка гидропоника

ности раствора). Основные компоненты питательного раствора отражены в таблице.

Результаты и обсуждение

Третьего сентября были посажены 50 семян Аронника Королькова.

Через два месяца возник первый росток, через двое суток взошли еще 45. Значение вытягивания было нормальным. Дистанция лампы от растения составила 26 см. По ходу проведения исследования отмечено, что развитие Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) протекало согласно описанию своего вида и без

патологий. Продолжительность эксперимента с момента посадки до уборки составляет около $85,2 \pm 2,65$ суток. Состояние растения после посадки – спустя 2,5 месяца показано на рисунке 2. Как видно на рисунке 3 образовались 3 крупных листа.

Состояние растения Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) и условия раствора в методе выращивания – гидропонике оказались единой системой. Без сомнения, каждая система пытается сохранить баланс и устойчивость, поэтому дефицит влаги в питательном многокомпонентном субстрате сопровождается поглощением воды из растения. Темпе-

Показатели и соотношения компонентов питательных веществ в гидропонной установке

Агрохимический показатель	Фазы роста			
	Заправка субстрата	Рассадный	До плодоношения	Плодоношение
ЕС, ppm	0565	0524	0525	0523
Макроэлементы, ммоль/л				
N-NO ₃	15,44	16,71	14,54	17,88
N-NH ₄ ⁺	1,10	1,22	1,6	1
P	1,33	1,9	1,4	1,87
K	5,1	7,88	7,4	7,12
Ca	2,4	4,06	2,0	3,33
Mg	0,3	1,50		
S	-	-	-	-
HCO ₃ ⁻	-	-	-	-
Микроэлементы				
Fe	101,1	101,1	101,1	101,1
Mn	78,6	78,6	78,6	78,6
Zn	26,2	26,2	26,2	26,2
B	37,4	37,4	37,4	37,4
Cu	18,72	18,72	18,72	18,72
Mo	7,5	7,5	7,5	7,5



Рис. 2. Состояние Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) спустя 2.5 месяца в условиях гидропоники

ратура раствора поддерживалась на уровне 25–26 °С.

Оценка состояния корневой системы выполнялась 11.12.2021 г. Количество корневых ответвлений равняло 25 и их размер – 20 см. В дальнейшем наблюдалось стремительное развитие листьев и корневой системы. Зеленая масса развивалась интенсивно и динамично, трава запаха не имела.

В процессе наблюдения установлено, что фаза цветения началась спустя 3 месяца эксперимента и возникновения первого ростка (рис. 4).

В связи с этим можно сделать следующие выводы:

1. Рост растения Аронника требует разнообразных питательных веществ, которые

должны быть в определенном количестве и точных пропорциях. В растворе гидропоника имеются все необходимые элементы. При этом отметим, что данное растение в наибольшем количестве поглощает калий по сравнению с фосфором и азотом.

2. В разных фазах скорость развития Аронника различна. Поскольку степень поглощения питательных элементов растения связана непосредственно со стадиями его роста, нужно отслеживать состояние раствора и регулировать его компоненты.

3. Снижение концентрации водного состава раствора характеризуется активацией реакции обратного осмоса. Это способствует переносу влаги из растения в раствор и увели-



Рис. 3. Система корней Аронника Королькова (*Arum Korolkowii*) в условиях гидропоника



Рис. 4. Появление соцветия початка в условиях гидропоника

чению концентрации солей в питательном субстрате, поэтому необходимо менять водную часть системы не менее одного раза в неделю для профилактики засоления почвы и поглощения воды из растения.

4. Полное развитие растения Аронника длится примерно 2,5 месяца (85,2±2,65 дней) при световом режиме 12/12. По этой причине нужно принимать во внимание биологические характеристики данного растения.

Заключение

В результате выполненных исследований было выявлено, что для успешного выращивания Аронника Королькова методом гидропонии необходимо соблюдать следующий ряд условий: правильное соотношение питательных веществ в растворе, поддержание рН раствора 6.5, температурный режим как воздуха, так и питательного раствора, а также правильный подбор субстрата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акентьева, С. О. Дизайн-концепция системы выращивания культурных растений методом гидропонии в условиях городской среды / С. О. Акентьева // Человек как субъект общественных изменений: социально-экономические, политико-правовые и гуманитарные проблемы : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 54.
2. Болтовский, С. Н. Плюсы и минусы гидропонии / С. Н. Болтовский, С. Р. Баймухамбетов, Е. В. Демчук // Новая наука. современное состояние и пути развития. – 2016. – Т. 4, № 12. – С. 46–48.
3. Бондаренко, Е. В. Выращивание некоторых видов культур в малообъемной гидропонике / Е. В. Бондаренко // Молодой исследователь Дона. – 2018. – №. 4. – С. 18–23.
4. Воронина, М. В. Использование методов гидропонии в сельском хозяйстве / М. В. Воронина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам XII Всероссийской конференции молодых ученых. – 2019. – С. 219–220.
5. Глушко, М. И. Распространение технологии гидропонии в Краснодарском крае / М. И. Глушко, М. Е. Герасименко, В. С. Ларина // Актуальные вопросы современных научных исследований : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. – 2021. – С. 32–35.

6. Зальцер, Э. Гидропоника для любителей / Э. Зальцер. – М. : RUGRAM, 2019. – 158 с.

7. Коврижин, М. Н. Использование гидропонии при размножении декоративных пряно-ароматических растений / М. Н. Коврижин, О. А. Киселёва, Е. А. Говоруха // Научное обеспечение устойчивого развития плодородства и декоративного садоводства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада «Дерево Дружбы». – 2019. – С. 194–198.

8. Комарова, А. О. Выращивание томатов на малообъемной гидропонике / А. О. Комарова, М. Ю. Карпухин // Молодежь и наука – 2018. – № 7. – С. 6–9.

9. Кулага, М. О. Гидропоника как эффективная технология беспочвенного выращивания / М. О. Кулага / Передовые технологии и материалы будущего : сборник статей IV Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения-2021». – Минск : БГТУ, 2021. – Т. 1. – С. 168–171.

10. Тексье, У. Гидропоника для всех, все о садоводстве / У. Тексье. – France : Mama Editions, 2013. – 265 с.

11. Won, Ch. H. Hydroponics of micro-greenery at home / Ch. H. Won // Forcipe. – 2020. – Vol. 3, № S. – P. 430–431.

REFERENCES

1. Akentieva S.O. Dizajn-koncepciya sistemy vyrashchivaniya kul'turnyh rastenij metodom gidroponiki v usloviyah gorodskoj sredy [Design concept of a system for growing cultivated plants by hydroponics in an urban environment]. *Chelovek kak subieekt obshchestvennykh izmenenii: sotsialno-ekonomicheskie, politiko-pravovye i gumanitarnye problemy: Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Human as a subject of social change: socio-economic, political, legal and humanitarian problems: A collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference], 2019, p. 54.
2. Boltovsky S.N., Baymukhambetov S.R., Demchuk E.V. Pliusy i minusy gidroponiki [Pros and cons of hydroponics]. *Novaia nauka. sovremennoe sostoianie i puti razvitiia* [New science. the current state and ways of development], 2016, vol. 4, no. 12, pp. 46–48.
3. Bondarenko E.V. Vyrashchivanie nekotorykh vidov kul'tur v maloob'emnoj gidroponike [Cultivation of some types of crops in low-volume hydroponics]. *Molodoj issledovatel' Dona* [Young researcher of the Don], 2018, no. 4, pp. 18–23.

4. Voronina M.V. Ispol'zovanie metodov gidroponiki v sel'skom hozyajstve [The use of hydroponics methods in agriculture]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa, Sbornik statei po materialam XII Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh* [Scientific support of the agro-industrial complex, Collection of articles based on the materials of the XII All-Russian Conference of Young Scientists], 2019, pp. 219-220.

5. Glushko M.I., Gerasimenko M.E., Larina V.S. Rasprostranenie tekhnologii gidroponiki v krasnodarskom krae [The spread of hydroponics technology in the Krasnodar territory]. *Aktual'nye voprosy sovremennykh nauchnykh issledovaniy Materialy Mezhdunarodnoi (zaochnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Topical issues of modern scientific research Materials of the International (correspondence) scientific and practical conference], 2021, pp. 32-35.

6. Salzer E. *Gidroponika dlya lyubitelej* [Hydroponics for amateurs]. Moscow, RUGRAM Publ., 2019. 158 p.

7. Kovrizhin M.N., Kiseleva O.A., Govorukha E.A. Ispol'zovanie gidroponiki pri razmnozhenii dekorativnykh pryano-aromaticheskikh rastenij [The use of hydroponics in the propagation of ornamental spicy-aromatic plants]. *Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiia plodovodstva i dekorativnogo sadovodstva: materialy*

Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 125-letiiu VNIITSISK i 85-letiiu Botanicheskogo sada «Derevo Druzhyby» [Scientific support of sustainable development of fruit growing and ornamental gardening: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 125th anniversary of VNIITSISK and the 85th anniversary of the Botanical Garden "Tree of Friendship"], 2019, pp. 194-198.

8. Komarova A.O., Karpukhin M.Yu. Vyrashchivanie tomatov na maloob'emnoj gidroponike [Growing tomatoes on low-volume hydroponics], *Molodezh' i nauka* [Youth and science], 2018, pp. 6-9.

9. Kulaga, M. O. Gidroponika kak effektivnaya tekhnologiya bespochvennogo vyrashchivaniya [Hydroponics as an effective technology of groundless cultivation]. *Peredovye tekhnologii i materialy budushchego: Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Minskije nauchnye chteniya-2021»* [Advanced technologies and materials of the future: Collection of articles of the IV International Scientific and Technical Conference "Minsk Scientific Readings-2021"], 2021, vol. 1, pp. 168-171.

10. Texier W. *Gidroponika dlya vsekh, vse o sadovodstve* [Hydroponics for everyone/all about gardening]. France, Mama Editions, 2013. 265 p.

11. Won Ch.H. Hydroponics of micro-greenery at home. *Forcipe*, 2020, vol. 3, no. S, pp. 430-431.

Information about the Author

Aigerim M. Yeginbay, PhD student, Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Tauke Khan Avenue, 5, 160012 Shymkent city, Republic of Kazakhstan, aigerim_eginbai@mail.ru

Assilbek A. Burabaev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, South Kazakhstan Medical Academy, Al-Farabi Square, 1, 160019 Shymkent, Republic of Kazakhstan, assilbek@mail.ru

Arkady K. Natyrov, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Kalmyk State University, A.S. Pushkin Str, 11, 358000 Elista, Republic of Kalmykia, natyrov_ak@mail.ru

Информация об авторах

Айгерим Муратовна Егинбай, PhD студент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, просп. Тауке хана, 5, 160012 г. Шымкент, Республика Казахстан, aigerim_eginbai@mail.ru

Асылбек Амирбекович Бурабаев, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Южно-Казахстанская медицинская академия, пл. Аль-Фараби, 1, 160019 г. Шымкент, Республика Казахстан, assilbek@mail.ru

Аркадий Канурович Натыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. А.С. Пушкина, 11, 358000 г. Элиста, Республика Калмыкия, natyrov_ak@mail.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.3>

UDC 504.056

LBC 20.171

FEATURES OF *GRINDELIA SQUARROSA* DISTRIBUTION IN VARIOUS DEGREE OF INVASIVE CAPACITY STEPPE ECOSYSTEMS OF THE VOLGOGRAD REGION TERRITORY

Nikolay V. Onistratenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. One of the nowadays acute environmental and fundamental ecological problems is the spread of invasive species, that averaging, “cosmopolitanizing” ecosystems of different ranks, which leads to a loss of originality and stability of the biosphere. A significant driving factor in this process became a human actively moving many species from continent to continent, intentionally or accidentally introducing them into various indigenous biomes. One of the brightest representatives of the American origin adventitious flora is *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, actively capturing anthropogenically disturbed territories. The article presents the results of long-term studies of peridromic plant communities exposed to the negative effects of various anthropogenic factors. The analysis of the influence of *grindelia* on the species diversity of communities and the vital indicators of neighboring plants indicates the high invasiveness of the studied species and its detrimental effect on the phytocenoses of anthropogenically altered dry-steppe landscapes of the Volgograd region. The article suggests the use of the term “peridromic” – geographically and functionally connected with the road. The article outlines the directions of further scientific research concerning the causes of the speed and heterogeneity of the spread of *grindelia* thickets.

Key words: curlycup gumweed, peridromic community, invasive species, adventitious flora.

Citation. Onistratenko N.V. Features of *Grindelia Squarrosa* Distribution in Various Degree of Invasive capacity Steppe Ecosystems of the Volgograd Region Territory. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 20-26. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.3>

УДК 504.056

ББК 20.171

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *GRINDELIA SQUARROSA* В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ИНВАЗИОННОЙ ЕМКОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Николай Владимирович Онистратенко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Одной из острых природоохранных и общеэкологических проблем современности является распространение инвазионных видов, усредняющих, «космополитизирующих» экосистемы разных рангов, что ведет к потере своеобразия и устойчивости биосферы. Значимым движущим фактором этого процесса стал человек, активно перемещающий многие виды с континента на континент, целенаправленно или случайно внедряющий их в различные коренные биомы. Одним из ярких представителей адвентивной флоры американского происхождения выступает гринделия растопыренная *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, активно захватывающая антропогенно нарушенные территории. В статье приводятся результаты многолетних исследований перидромных растительных сообществ, подверженных негативному воздействию многообразных антропогенных факторов. Анализ влияния гринделии на видовое разнообразие сообществ и жизнен-

ные показатели соседствующих растений свидетельствует о высокой инвазивности исследуемого вида и его пагубном воздействии на фитоценозы антропогенно измененных сухостепных ландшафтов Волгоградской области. Статья предлагает к применению термин «перидромный» – территориально и функционально связанный с дорогой. В публикации обозначены направления дальнейшего научного поиска, касающиеся причин скорости и неоднородности распространения зарослей гринделии растопыренной.

Ключевые слова: гринделия растопыренная, перидромное сообщество, инвазивный вид, адвентивная флора.

Цитирование. Онистратенко Н. В. Особенности распространения *Grindelia Squarrosa* в степных экосистемах различной степени инвазионной емкости на территории Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 20–26. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.3>

Введение

Антропогенная глобализация биосферы является тенденцией последнего десятилетия тысяч лет, усиливаясь пропорционально наращиванию частоты межконтинентальных обменов и росту транспортной инфраструктуры цивилизации. Если в доисторический период переселение видов происходило спорадически и было связано с крупными переселениями людей, обусловленными катастрофическими изменениями рельефа и климата, то с развитием современной цивилизации расселение видов приняло регулярный и расширяющийся характер. Случайные антропогенные инвазии и преднамеренные интродукции ведут к выравниванию бета- и гамма-разнообразия, снижают устойчивость экосистем и ведут к деградации биосферы. Также человечество сталкивается с проблемами проникновения активно расселяющихся видов, устойчивых к неблагоприятным условиям среды и средствам борьбы с сорняками и вредителями. Естественным образом наиболее успешными вселенцами оказываются виды с эксплерентной и виолентной жизненной стратегией, быстро захватывающие пространства и агрессивно ведущие себя в коренных сообществах. Отсутствие установившихся трофических связей выводит такие виды из-под удара конкурентов, болезнетворной микробиоты и гетеротрофов, регулирующих численность вселенцев [11].

Система транспортного обмена, предназначенная для регулярной, быстрой и массовой доставки разнообразных грузов во все уголки мира, служит постоянно действующим способом перемещения и обмена видами в глобальном масштабе. Россия, интегрированная

в систему международных товарных отношений, подвергается постоянному инвазионному прессингу извне, а также опасности внутригосударственной межрегиональной инвазии видов.

Наиболее удобными для наблюдения и оценки степени инвазионного прессинга оказываются высшие растения. Это объясняется малой подвижностью их спорофитов, удобством сбора, гербаризации и определения особей. Также имеет значение тот факт, что именно фитоценоз является той составляющей биогеоценоза, которая определяет материально-энергетическую динамику и баланс сообщества.

Расселение высших растений чаще всего происходит переносом их семян, способных длительное время сохранять всхожесть, выдерживать неблагоприятные условия окружающей среды и незаметно проникать в грузы либо переноситься на внешних и внутренних конструкциях транспорта [10].

Последние годы заметным и экологически значимым вселенцем стало растение американского происхождения – гринделия растопыренная.

Гринделия растопыренная *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal – двулетнее или однолетнее травянистое растение, относящееся к семейству Астровых (Asteraceae). Стебли прямостоячие или восходящие, разветвленные, высотой 50–60 см. Листья удлиненные, сидячие, цельные, по краю мелко остропильчатые. Цветки желтые, в корзинках, которые образуют кистевидное или щитковидное соцветие, краевые цветки язычковые, бесполое до 12 мм длиной срединные – трубчатые, обоеполые, с коротко-5-зубчатым отгибом. Корзинки до 3 мм в диаметре с голой сильно клейкой многоряд-

ной обверткой, листочки которой – с растопыренными кончиками. Плод – семянка. Цветет в июне-сентябре [1; 9]. Все растение выделяет ароматическую смолу, имеет смолисто-бальзамический или травянисто-бальзамический запах пихты и пряностей. Издавна культивируются как лекарственные растения. Обширный перечень физиологически активных веществ делает гринделию перспективным с точки зрения фармацевтического применения растением [1; 4; 6]. Гринделия растопыренная входила в седьмое издание Государственной Фармакопеи Советского Союза [3]. В настоящее время гринделия растопыренная входит в государственные фармакопеи Великобритании и других европейских стран, Индии. Являясь растением американского происхождения, она закономерно включена в список официальных растений многих стран этого континента [2; 5]. Традиционная народная медицина России не имеет наработок по использованию этого растения, которое появилось на территории Советского Союза, по некоторым данным, лишь в период Великой Отечественной войны [4; 9]. Исследования перспектив применения гринделии для борьбы с вирусными и онкологическими заболеваниями ведутся в России и в некоторых других странах ближнего зарубежья [5; 6].

Материалы и методы

В ходе наших многолетних исследований гринделия растопыренная была выбрана нами как ярко выраженный адвентивный вид, проникновение которого в экосистемы волгоградских южных сухих степей обусловлено влиянием человека. Данное растение может выступать маркером антропогенной нагрузки, а также способом оценки устойчивости экосистем к проникновению чужеродных видов. Заметный облик, яркие соцветия позволяют обнаружить этих вселенцев издалека путем непосредственного наблюдения, с помощью компактной авиации (коптеров) и аэрокосмосъемки.

Исследуемый вид обнаруживался на территории Юга России на протяжении многих десятилетий, постепенно расширяя свой ареал от миграционных ворот – портов УССР,

Краснодарского края и Закавказья [4; 9]. В Волгоградской области растение было обнаружено вдоль транспортных магистралей, в основном автомагистралей.

Распространение гринделии растопыренной в пригороде Волгограда наблюдалось нами в течение семи лет. Исследуемый ландшафт – антропогенно измененные степные сообщества окрестностях поселка Царицын Городищенского района Волгоградской области.

Располагаясь на границе северо-западной части Волгограда, поселок Царицын с окрестностями территориально «вторгается» вглубь города в Дзержинском районе и транспортно связан с промзоной этого района и недавно присоединенным к областному центру рабочим поселком Гумрак. Для Гумрака исследуемый вид был ранее отмечен на железнодорожных насыпях В.А. Сагалаевым с соавторами [8].

Рельеф исследуемой местности изрезан балками, впадающими в крупную балку Таловую, открывающуюся в систему водосбора реки Царицы. Балочные дубравы постепенно сменяются степями, которые в ходе многовекового использования превратились в пастбища, поля и садовые сообщества. Часть этих агроценозов ввиду заброшенности претерпевают сукцессионные изменения от залежей к южным сухим степям. Важным средообразующим фактором стала крупная автомобильная магистраль, связывающая город, поселок Царицын и базу-склад строительных материалов, которая принимает и распределяет товары из разных регионов России и зарубежья.

Именно вдоль этой магистрали, по нашим наблюдениям, стали появляться первые особи гринделии растопыренной.

Методы, применявшиеся нами в ходе исследований, относятся к классическим, разработанным и предложенным В.В. Алехиным и В.С. Ипатовым: сбор и гербаризация растительных образцов; закладка и описание геоботанических площадок; фотофиксация; картографирование ареалов [7]. Выбранные точки располагались вдоль транспортной магистрали и получили условные названия в соответствии с местными ориентирами: Моторная, Пожарная часть, Подстанция,

Церковь, Магазин Дачный, Волгоградмаш, Заправка.

Результаты и обсуждение

Закономерности распространения инвазионного вида – гринделии растопыренной – в антропогенно измененных придорожных фитоценозах сухой степи в окрестностях пос. Царицын Городищенского района Волгоградской области.

Так, данные 2018–2020 гг. показывают, что плотность зарослей гринделии на исследуемой территории упала (рис. 1).

Изменение плотности коррелирует с увеличением площади, занимаемой зарослями,

что ярко выражено в результатах трехлетних наблюдений (рис. 2).

На объектах Пожарная часть, Заправка, Церковь произошло слияние зарослей, что увеличило общую занимаемую площадь, но уменьшило плотность. Также площадь зарослей увеличилась на точке подстанция, что повлияло на уменьшение плотности на 2020 год в сравнении с 2019-м. На точке магазин Дачный заросли не были обнаружены в 2020 году. На точке моторной в сравнении с 2018 годом плотность не изменилась, но возросла площадь, занимаемая зарослями. Для остальных точек наблюдается общая тенденция, заключающаяся в описанном выше эффекте расширения и изреживания зарослей.

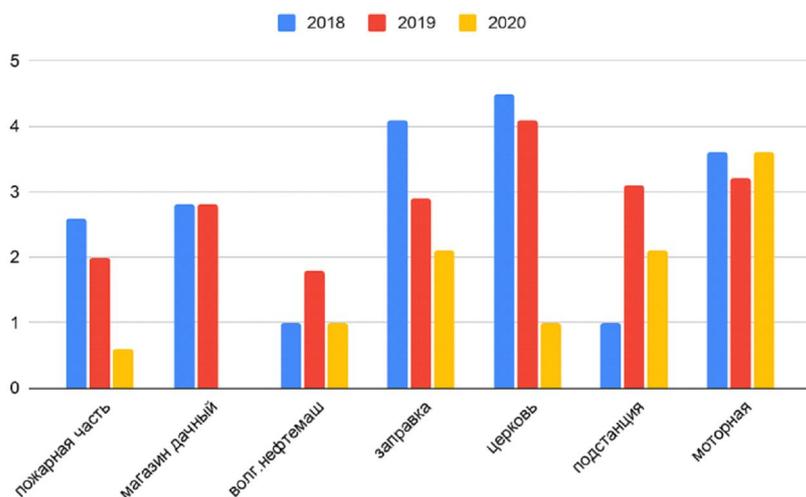


Рис. 1. Динамика плотности зарослей гринделии растопыренной *Grindelia squarrosa* на исследуемых объектах (особей/м²)

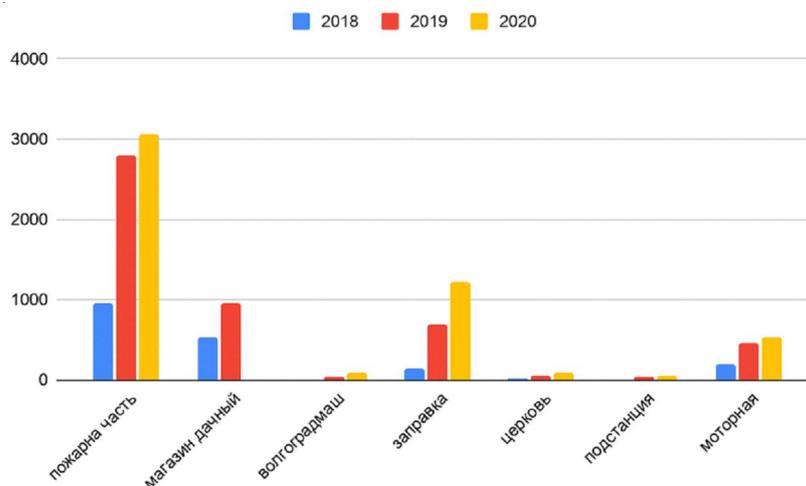


Рис. 2. Динамика площади зарослей гринделии растопыренной *Grindelia squarrosa* на исследуемых объектах (м²)

Распространение вида происходит в три этапа: первичная инвазия; фаза уплотнения заросли; фаза вторичного расселения.

В фазе первичной инвазии в придорожной полосе случайным образом появляются единичные особи, характеризующиеся быстрым ростом, крупными размерами (до 80 см в высоту) и обильным цветением (до 30 полностью раскрывшихся соцветий одновременно). Растение устойчиво к засухе, плохо поедается насекомыми-фитофагами, легко переносит техногенное загрязнение (растет практически у кромки асфальта) и физическое воздействие. Растения других видов вблизи гринделии растопыренной проявляют признаки угнетения и гибнут. Видовое разнообразие перидромных фитоценозов снижается в условиях инвазии гринделии растопыренной (см. таблицу).

Обилие в соответствии с методикой Друде (шкала Друде): *Socials* (Soc.) – фон (смыкающиеся); *Copiosae* (Cop.) – обильно (не смыкаясь); *Sparsae* (Sp.) – изредка (рассеянно); *Solitariae* (Sol.) – редко (единично); *Unicum* (Un.) – единично.

Фаза уплотнения заросли начинается уже с появлением второй генерации, что, по нашим наблюдениям, происходит в тот же сезон, обычно в июне-июле. Летучки осыпаются на почву обильно, прорастая при попадании малейших количеств влаги. Этому способствуют присущие концу июня-июлю дожди. Плотность заросли возрастает в этот период с 0,1 растения на 1 м² до 3 особей на 1 м². Чис-

ленность растений других видов в этот период снижается, что во многом объясняется фенологическими изменениями.

Третий этап – фаза расселения – обычно наступает на следующий год. Это обусловлено переносом семян следующей генерации, созревающих к октябрю. Часть семян переносится транспортом вдоль дорог, часть – сохраняется в корзинках и прорастают у материнского растения весной. Ареал приобретает вытянутую вдоль дороги, «ленточную» форму. Промежутки между ареалами постепенно исчезают.

Заключение

Скорость роста ареала гринделии обусловлена биологическими особенностями растения. Однако остается неясным вопрос причин возникновения первичных зарослей. Нами замечена приуроченность первичных зарослей к автодорогам с активным грузовым трафиком. Причем возникновение зарослей коррелирует с частотой передвижения по трассе иногородних и иностранных грузовых автотранспортных средств. Первичные заросли обнаруживаются не на всем протяжении дороги, а вблизи мест отстоя, разворота, заправки и техобслуживания. Требуется уточнения вопроса, какие действия водителей в этих точках приводят к обсеменению территории.

Исследования специфических растительных сообществ, формирующихся на искусственных границах коренных и антропоген-

Динамика видового состава растительных сообществ исследуемой территории

№	Вид растения	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	<i>Crepis tectorum</i> – Скерда кровельная	cop	sp	sol	sol	-	-
2	<i>Artemisia austriaca</i> – Полынь австрийская	soc	cop	cop	sp	sol	sol
3	<i>Artemisia lerchiana</i> – Полынь лерховская	cop	sp	sp	sp	sp	sp
4	<i>Tanacetum vulgare</i> – Пижма обыкновенная	cop	cop	cop	sol	sol	un
5	<i>Artemisia absinthium</i> – Полынь горькая	sol	sol	sol	sol	sol	sol
9	<i>Eryngium campestre</i> – Синеголовник полевой	sp	sp	sol	sol	sol	-
10	<i>Dactylis glomerata</i> – Ежа сборная	soc	soc	cop	cop	cop	sp
13	<i>Tragopogon dubius</i> – Козлобородник сомнительный	sp	sp	sp	-	sol	-
14	<i>Euphorbia seguieriana</i> – Молочай Сегье	sp	sp	sp	sp	sp	sp
15	<i>Kochia prostrata</i> – Кохия простертая	soc	soc	sp	sp	sol	sol
16	<i>Hyosciamus niger</i> – Белена черная	-	un	sp	sol	sp	-
17	<i>Potentilla argentea</i> – Лапчатка серебристая	sp	sp	sol	-	-	-
18	<i>Grindelia squarrosa</i> – Гринделия растопыренная	un	sol	sol	sp	cop	cop

Примечание. Составлено авторами по В.В. Алёхину, В.С. Ипатову [7].

ных фитоценозов, а также описанные в работе исследования позволяют взять на себя смелость предложить новый термин – *перидромность* (греч. *peri* – «вокруг, возле, около»; *дромос* – «дорога, путь»). В экологическом контексте перидромность мы предлагаем воспринимать не просто территориальной привязкой к линейной структуре – дороге, но и функциональной спецификой процессов материально-энергетического обмена и баланса, обусловленной влиянием комплекса присутствующих на дороге факторов: спектр химических поллютантов, микроклиматических условий, шумовой, вибрационной нагрузки, воздействия массивных скоростных устройств, обилия сбитых животных, транспортной функцией. В таком прочтении можно говорить и о специфических перидромных видах, чье место в трофических взаимоотношениях, распространение, расселение и особенности жизненного цикла проявляют признаки специализированной приспособленности к условиям обитания в придорожных перидромных сообществах.

Наблюдения 2022 года свидетельствуют о переходе количества в качество – многочисленные ленточные ареалы вдоль загородных автогасс объединились в ходе разрастания в практически единый ареал, охвативший периметр Волгограда. А взрывообразное расселение гринделии по обочинам внутригородских автодорог, по пустырям и дворам превратило наконец это инвазивное растение в городского жителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахшиева, С. С. Морфобиологическая характеристика *Grindelia integrifolia* Willd., выращиваемой на Апшеронском п-ве, и содержание эфирного масла в ней / С. С. Бахшиева, Ш. Р. Мамедова / Растительные ресурсы. – 1991. – Т. 27, вып. 3. – С. 78–80.
2. Вавилова, Н. М. Гомеопатическая фармакодинамика. Ч. 2 / Н. М. Вавилова. – М. : Эверест, 1994. – 475 с.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. – XIII изд. – М., 2015. – Т. III, 1294 с.
4. Деревянская, А. Г. Распространение *Grindelia squarrosa* (Pursh.) Dunal в экотопах техногенного мегаполиса Донецк-Макеевка / А. Г. Деревянская // Актуальні проблеми ботаніки та екології.

Матеріали міжнародної конференції молодих учених. – Сімферополь, 2010. – С. 204–205.

5. К вопросу изучения некоторых растений для создания новых лекарственных средств / С. А. Прокopenko, Н. М. Солодовниченко, В. И. Дихтярев и др. // Реализ. Науч. достиж. в практ. фармации : Тез. докл. респ. науч. конф., 1991. – С. 202–203.

6. Ковалева-Загравская, И. В. Предварительное фитохимическое изучение *Grindelia squarrosa*. / И. В. Ковалева-Загравская, В. Н. Ковалев, И. А. Журавель // Матеріали наук.-практ. конф. «Вчені України – вітчизняній фармації». – Х. : Вид-во НФАУ, 2000. – С. 149–150.

7. Онистратенко, Н. В. Геоботанический анализ естественных и антропогенно измененных травянистых сообществ Юга России в ходе полевой практики : учеб.-метод. пособие для бакалавров и магистрантов направления подгот. «Экология и природопользование» / Н. В. Онистратенко, Е. А. Иванцова. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2020. – 80 с.

8. Сагалаев, В. А. Новые находки адвентивных растений в г. Волгограде и Волгоградской области / В. А. Сагалаев, Е. Н. Кантемирова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2004. – № 4 (9). – С. 71–73.

9. Тамамшян, С. Г. Род *Grindelia* – *Grindelia* Willd. / С. Г. Тамамшян // Флора СССР. – М. ; Л., 1959. – Т. 25. – С. 30–31.

10. Федулов, Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды : учеб. пособие / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 64 с.

11. Экологические проблемы антропогенной интродукции растений / В. Н. Титов, В. В. Фролов, Ю. В. Бочкарева, Е. В. Губанова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6-3 (108). – С. 119–125.

REFERENCES

1. Baxshieva S.S., Mamedova Sh.R. Morfobiologicheskaya charakteristika *Grindelia integrifolia* Willd., vy'rashhivaemoj na Apsheronskom p-ve, i sodержanie e'firnogo masla v nej [Morphobiological characteristics of *Grindelia integrifolia* Willd., grown on the Absheron peninsula, and the content of essential oil in it]. *Rastitel'ny'e resursy*, 1991, vol. 27, iss. 3, pp. 78-80.
2. Vavilova N.M. *Gomeopaticheskaya farmakodinamika. Ch. 2* [Homeopathic pharmacodynamics. Part 2]. Moscow, E'verest Publ., 1994. 475 p.
3. *Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. XIII izd., vol. III. Moscow, 2015. 1294 p.

4. Derevyanskaya A.G. Rasprostranenie *Grindelia squarrosa* (Pursh.) Dunal v ekotopax tehnogenogo megalopolisa Doneczk-Makeevka [Distribution of *Grindelia squarrosa* (Pursh.) Dunal in ecotopes of technogenic megalopolis Donetsk-Makeyevka]. *Aktual'ni problemi botaniki ta ekologii. Materiali mizhnarodnoi konferenczii molodix uchenix*. Simferopol', 2010, pp. 204-205.

5. Prokopenko S.A., Solodovnichenko N.M., Dixtyarev V.I. i dr. K voprosu izucheniya nekotoryx rastenij dlya sozdaniya novyx lekarstvennyx sredstv [On the issue of studying some plants for the creation of new medicines], *Realiz. Nauch. dostizh. v prakt. farmacii: Tez. dokl. resp. nauch. konf.*, 1991, pp. 202-203.

6. Kovaleva-Zagravskaya I.V., Kovalev V.N., Zhuravel' I.A. Predvaritel'noe fitoximicheskoe izuchenie *Grindelia squarrosa* [Preliminary phytochemical study of *Grindelia squarrosa*]. *Materiali nauk.-prakt. konf. «Vcheni Ukraini – vitchiznyanij farmaczii»*. Kharkov, Vid-vo NFAU, 2000, pp. 149-150.

7. Onistratenko N.V., Ivanczova E.A. *Geobotanicheskij analiz estestvennyx i antropogenno*

izmenennyx travyanistyx soobshhestv Yuga Rossii v xode polevoj praktiki: ucheb.-metod. posobie dlya bakalavrov i magistrantov napravleniya podgot. «E'kologiya i prirodopol'zovanie». Volgograd, Izd-vo VolGU, 2020. 80 p.

8. Sagalaev B.A., Kantemirova E.N. Novy'enaxodki adventivnyx rastenij v g. Volgograde i Volgogradskoj oblasti [New finds of adventitious plants in Volgograd and the Volgograd region], *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2004, no. 4(9), pp. 71-73.

9. Tamamshyan S.G. Rod *Grindeliya* – *Grindelia* Willd. *Flora SSSR*, M.; L., 1959, vol. 25, pp. 30-31.

10. Fedulov Yu.P., Kotlyarov V.V., Docenko K.A. *Ustojchivost' rastenij k neblagopriyatny'm faktoram sredy* [Plant resistance to adverse environmental factors]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2015/ 64 p.

11. Titov V.N., Frolov V.V., Bochkareva Yu.V., Gubanova E.V. E'kologicheskie problemy antropogennoj introdukcii rastenij [Ecological problems of anthropogenic plant introduction]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, no. 6-3(108), pp. 119-125.

Information about the Author

Nikolay V. Onistratenko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of ecology and nature management, Volgograd State University, Prosp. Universitetskij, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, onistratenko@volsu.ru

Информация об авторе

Николай Владимирович Онистратенко, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, onistratenko@volsu.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.4>

UDC 502.37

LBC 20.171

EFFECT OF VEGETATION ON THE MICROFLORA OF SOLID INDUSTRIAL WASTE LANDFILLS DURING THE RECLAMATION PERIOD

Alexey S. Ovchinnikov

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

Vladimir F. Loboiko

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

Natalia V. Ivanova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

Igor Yu. Podkovyrov

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Large Vyazems, Russian Federation

Elena E. Samoilenko

LLC LUKOIL-Volgogradneftepererabotka, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The research was carried out at the stationary pilot site of LLC LUKOIL-Volgogradneftepererabotka located in the Volgograd region. Soil samples for microbiological analysis were taken from each variant of the experiment according to GOST 28168-89 from the upper root-inhabited horizon in the aisles and under shrubs *Arónia melanocárpa*, *Rósa canína*, *Crataegus submollis*, *Hippophae rhamnóides*, *Prúnus virginíána*, *Tamarix ramosíssima*. The most diverse communities of microorganisms were formed under the crowns of rosehip, hawthorn and cherry (16 generic complexes). The smallest number of genera was found under tamarix (12 genera) In soils with weakly occurring processes of mineralization of organic substances, imperfect fungi dominate, for which organic nitrogen is needed (*Alternaria*, *Fusarium*, etc.). The positive influence of shrubs on the microflora of the soil of recultivated objects was revealed. Saprophytic microflora prevails over pathogenic. In the experiment, the biological activity of soils containing oil sludge, according to the degree of decomposition of plant residues, depended on the growing shrubs and their organic matter. Under the crowns of *Rósa canína*, *Prúnus virginíána* and *Arónia melanocárpa*, it was 12.7-14.3 % higher than under the crowns of *Tamarix ramosíssima*. It has been established that the microbiological activity of the soil increases, the process of restoring fertility and health accelerates. The greatest activity of microorganisms was detected under the crowns of rosehip, aronia, hawthorn and cherry. The leaves of these shrubs quickly turn into the organic matter of the soil, improving the conditions for the existence of soil microorganisms. Plantings of shrubs create phytomeliorative protection for grasses, which form a sufficiently large phytomass of leaves and stems (9.14 c/ha) at the end of the growing season. The resulting organic matter is nutrition for the microflora and contributes to the restoration of soil fertility.

Key word: soils, microflora biodiversity, phytomelioration, shrubs, microbiological activity

Citation. Ovchinnikov A.S., Loboiko V.F., Ivanova N.V., Podkovyrov I.Yu., Samoilenko E.E. Effect of Vegetation on the Microflora of Solid Industrial Waste Landfills During the Reclamation Period. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 27-37. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.4>

**ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МИКРОФЛОРУ
ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
В ПЕРИОД РЕКУЛЬТИВАЦИИ****Алексей Семенович Овчинников**

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Владимир Филиппович Лобойко

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Наталья Валерьевна Иванова

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Игорь Юрьевич ПодковыровВсероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, р.п. Большие Вязёмы,
Российская Федерация**Елена Евгеньевна Самойленко**

ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Исследования выполнены на стационарном опытном участке ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» расположенном в Волгоградской области. Образцы почвы для микробиологического анализа отбирались с каждого варианта опыта согласно ГОСТ 28168-89 из верхнего корнеобитаемого горизонта в междурядьях и под кустарниками *Arónia melanocárpa*, *Rósa canína*, *Crataegus submollis*, *Hippóphae rhamnoides*, *Prúnus virginiana*, *Tamarix ramosissima*. Наиболее разнообразные сообщества микроорганизмов образовались под кронами шиповника, боярышника и черемухи (16 родовых комплексов). Наименьшее количество родов обнаружено под тамариксом (12 родов). В почвах со слабо протекающими процессами минерализации органических веществ доминируют несовершенные грибы, для которых необходим органический азот (*Alternaria*, *Fusarium* и др.). Выявлено положительное влияние кустарников на микрофлору почвы рекультивируемых объектов. Сапрофитная микрофлора преобладает над патогенной. В опыте биологическая активность почв, содержащих нефтешламы, по степени разложения растительных остатков зависела от произрастающих кустарников и их органического вещества. Под кронами *Rósa canína*, *Prúnus virginiana* и *Arónia melanocárpa* она была выше на 12,7-14,3 %, чем под кронами *Tamarix ramosissima*. Установлено, что микробиологическая активность почвы повышается, ускоряется процесс восстановления плодородия и здоровья. Наибольшая активность микроорганизмов выявлена под кронами шиповника, аронии, боярышника и черемухи. Листья этих кустарников быстро переходят в органическое вещество почвы, улучшая условия существования почвенных микроорганизмов. Посадки кустарников создают фитомелиоративную защиту травам, которые образуют в конце вегетационного сезона достаточно большую фитомассу листьев и стеблей (9,14 ц/га). Образованное органическое вещество является питанием для микрофлоры и способствует восстановлению плодородия почв.

Ключевые слова: грунты, биоразнообразие микрофлоры, фитомелиорация, кустарники, микробиологическая активность.

Цитирование. Овчинников А.С., Лобойко В.Ф., Иванова Н.В., Подковыров И.Ю., Самойленко Е.Е. Влияние растительности на микрофлору полигонов твердых промышленных отходов в период рекультивации // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 27–37. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.4>

Введение

При интенсивном промышленном производстве территория предприятий подвергается техногенному воздействию, которое изменяет свойства природных компонентов окружающей среды [9, 10, 11]. Наиболее подвержена изменениям почва [1]. Ее биологическая рекультивация является важным звеном при эксплуатации очистных сооружений и полигонов [4]. Попадание в почву чужеродных веществ может приводить не только к утрате плодородия, но и здоровья почвы [8]. Экологические особенности восстановления основных функций почв в результате рекультивации в условиях сухостепной природно-климатической зоны исследованы мало [5; 7]. Однако они позволяют оценить эффективность проводимых мероприятий по восстановлению природных компонентов окружающей среды [2; 6]. Для выполнения исследований в данном направлении в 2017 году на территории очистных сооружений ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» был создан экспериментальный участок.

Многолетние наблюдения показали возможность использования для биологической рекультивации ценных плодово-ягодных и лекарственных растений (черноплодной рябины, боярышника, облепихи, черемухи и шиповника). Проведены исследования влияния кустарников на микробиологическую активность техногенных почв и влияние техногенных почв на состав, и состояние растительности после рекультивации территорий [3].

Данные исследования позволили выявить состав микрофлоры почв на территории полигона, исследовать ее активность в направлении преобразования органических веществ. Выявлены факторы, оказывающие влияние на состав и состояние растительности рекультивируемой территории. Исследована динамика изменения показателей, улучшающих условия роста древесной растительности.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены на стационарном опытном участке ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» расположенном в Волгоградской области. Нефтеперерабатыва-

ющий завод специализируется на выпуске топлива и компонентов масел. Предприятие перерабатывает смесь малосернистых западно-сибирских и нижневолжских нефтей. Для комплексной оценки состояния окружающей среды на территории размещения полигона отходов разработана система экологического мониторинга, содержащая взаимосвязанные системы мониторинга атмосферного воздуха, почв и подземных вод.

Погодные условия в период исследований с июля по октябрь анализировали по данным фактических наблюдений за природными явлениями, данных метеостанции ГМО Волгоград и архиву погоды (сайт https://rp5.ru/Погода_в_Волгограде).

Образцы почвы для микробиологического анализа отбирались с каждого варианта опыта согласно ГОСТ 28168-89 из верхнего корнеобитаемого горизонта в междурядии и под кустарниками: аронии черноплодной (*Arónia melanocárpa*), шиповника (*Rósa canína*), боярышника мягковатого (*Crataegus submollis*), облепихи крушиновиной (*Hippóphae rhamnóides*), черемухи виргинской (*Prúnus virginíana*), тамарикса ветвистого (*Tamarix ramosíssima*).

При отборе и подготовке проб для анализа использованы следующие методики: ГОСТ 29269-91 «Почвы. Общие требования к проведению анализов», ГОСТ Р ИСО 11464-2011 «Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа», ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».

Исследование почвенной микробиоты проводили в лаборатории ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии». Культуры микроорганизмов из почвы получали посевом из водной вытяжки почвы на агаризованные питательные среды. Измерения растений проводили при помощи рулетки измерительной металлической ВМ1 twoСОМР 8m (Госреестр № 68600-17, свидетельство о поверке №377825). Измерение роста побегов продолжения проводилось на пяти побегах равномерно расположенных на кус-

тах. Опытные данные обрабатывались статистическими методами по общепринятым методикам в программах Statistica 6.0 и MS Excel 2003. Сравнение показателей растительности проводили в динамике за 2018–2021 годы.

Результаты и их обсуждение

Почвы на территории очистных сооружений и полигона отличаются своими свойствами от зональных светло-каштановых почв, что вызвано содержанием нефтешламов. Их здоровье, а также ряд функций (способность к самовосстановлению, повышению плодородия, лесорастительные свойства) во многом определяет состав микрофлоры. В данном исследовании выявлен состав почвенной микрофлоры, образовавшейся в результате рекультивации почв и посадки кустарников. Эти исследования были выполнены путем выявления наличия в почве ряда физиологически активных групп микроорганизмов.

Исследованиями выявлено, что в условиях техногенных почв большинство видов

микроорганизмов является космополитами, которые широко распространены в различных природных зонах земного шара. Они также присутствуют в светло-каштановых зональных почвах и активно участвуют в процессах почвообразования. Однако на разных вариантах опыта состав родовых комплексов грибов, бактерий и водорослей отличался.

Выявлено влияние древесной растительности на распространение микроорганизмов в условиях полигона. Поэтому почвы различаются как по численности, так и по составу их микронаселения.

Установлено, что наиболее разнообразна сапрофитная, или зимогенная, групп микрофлоры техногенных почв полигона, то есть микрофлора, разлагающая в основном органические соединения. Она учитывалась методом посева на твердые питательные среды, содержащие органические вещества. Выявлено, что наиболее многочисленными были родовые комплексы микроскопических грибов, представителей класса несовершенных грибов (*Deuteromyces*). Это связано с

Таблица 1

Состав родовых комплексов микрофлоры техногенных почв под кустарниками

Родовые комплексы микроорганизмов	Распространение в почве под растениями					
	<i>Tamarix ramosissima</i>	<i>Arónia melanocarpa</i>	<i>Rósa canina</i>	<i>Crataegus submollis</i>	<i>Hippóphae rhamnoides</i>	<i>Prínus virginiana</i>
Грибы						
<i>Acremonium</i>	-	+	+	+	-	+
<i>Aspergillus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetomium</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Cliocladium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Paecilomices</i>	+	-	-	+	+	+
<i>Penicillium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Sporothrix</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Trichoderma</i>	-	+	+	+	-	+
<i>Candida</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptococcus</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Rhodotorulla</i>	-	-	+	-	-	-
Бактерии						
<i>Pseudomonas</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Xanthomonas</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Bacillus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Arthrobacter</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Agromyces</i>	-	-	+	-	-	+
Водоросли						
<i>Klebsormidium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Microcoleus</i>	+	-	-	-	-	-

тем, что представители этих грибов способны использовать нефтешламы в своем питании, перерабатывая сложные органические соединения в более простые. Это также приводит к самовосстановлению почвы и повышению ее плодородия. Состав родовых комплексов почвенных микроорганизмов приведен в таблице 1.

Бактериальные сообщества уступают почвенным грибам в экологической пластичности. На опытном участке доминировали бактерии только пяти родовых комплексов, из которых наиболее многочисленными были *Pseudomonas*, *Xanthomonas* и *Bacillus*. Бактерии *Pseudomonas fluorescens*, являющиеся пионерами освоения органических растительных остатков, богато представлены в почвах полигона, где медленно идет процесс минерализации.

Низкая активность бактерий связана с отсутствием для этих организмов достаточного питания и консервирующим действием содержащихся в почве нефтешламах. В этих условиях находят широкую распространенность дрожжи *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorulla*. Обнаруженные водоросли были немногочисленны по видовому составу, но достаточно обильны на поверхности почвы, что связано со скоплениями влаги на поверхности и ее удержании. В сырых местах водоросли образовывали зеленые пленки. Их распространение является положительным моментом, так как при автотрофном питании они обогащают почву органическим компонентом

и обеспечивают питание другим микроорганизмам.

Выявлено представляющее как теоретический, так и практический интерес влияние кустарников на состав почвенной микрофлоры (табл. 2).

Десять родовых комплексов микроорганизмов встречались на всех вариантах опыта и составляли фон почвенной микрофлоры. Наиболее разнообразные сообщества микроорганизмов образовались под кронами шиповника, боярышника и черемухи (16 родовых комплексов). Наименьшее количество родов обнаружено под тамариксом (12 родов), что связано со способностью данного растения засаливать почву под кронами опавшими чешуйками. Не все микроорганизмы способны выдерживать высокий уровень солей в почве. Наибольшее положительное влияние на микрофлору оказывали кустарники из семейства розоцветных. По положительному влиянию на количество почвенных организмов отличался шиповник. В пробах под этим кустарником обнаружено больше колонии образующих единиц (КОЕ = $10,25 \times 10^6$). Также состав микрофлоры под этим кустарником имел наибольший индекс доминирования – 1,0. Высокие значения этого показателя получены у черемухи и аронии (0,94–0,97). Наименьшее доминирование видов было у тамарикса и облепихи (0,64–0,73).

Наибольшее видовое богатство (индекс Маргалефа) определено у микрофлоры под

Таблица 2

Оценка биоразнообразия почвенной микрофлоры под кустарниками

Названия кустарников	Количество родов микроорганизмов		Кол-во микроорганизмов почвы, КОЕ/г	Индекс доминирования Бергера-Паркера	Индекс видового богатства Маргалефа
	общее	уникальных			
Арония черноплодная (<i>Arónia melanocárpa</i>)	14	4	$9,60 \times 10^6$	0,94	3,26
Роза собачья (<i>Rósa canína</i>)	16	1	$10,25 \times 10^6$	1,00	3,74
Боярышник мягковатый (<i>Crataegus submollis</i>)	16	8	$8,78 \times 10^6$	0,86	3,80
Облепиха крушиновидная (<i>Hippóphae rhamnoides</i>)	14	4	$7,52 \times 10^6$	0,73	3,35
Черёмуха виргинская (<i>Prúnus virginiana</i>)	16	6	$9,90 \times 10^6$	0,97	3,75
Тамарикс ветвистый (<i>Tamarix ramosissima</i>)	12	2	$6,53 \times 10^6$	0,64	2,88

кронами боярышника, розы и черемухи, а наименьшее – под тамариксом (2,88).

Также в составе микрофлоры почв выявлены патогенные грибы (см. табл. 3), которые специализируются на злаковых травах, преимущественно пырее ползучем, тростнике южном, мятлике луговом.

Данные виды грибов способны как поражать живые ткани растений, так и выступать деструкторами растительных остатков. На полигоне они присутствуют, но не образуют обширных эпифитотий на травах. Их жизненный цикл связан большей частью с разрушением отмерших растительных остатков надземных органов и корней.

В почвах со слабо протекающими процессами минерализации органических веществ доминируют несовершенные грибы, для которых необходим органический азот (*Alternaria*, *Fusarium* и др.). В этом проявляется глубокая связь физиологии микроорганизмов со свойствами среды их обитания. При рекультивации почвы состав почвенной микрофлоры, в том числе патогенных грибов, существенно меняется, появляются виды несовершенных грибов, свойственные зональным почвам. Часто их вносят вместе с грунтом, используемым при рекультивации (плодородный почвогрунт), а также с органическими удобрениями (навоз, перегной).

В нашем опыте микробиологическая активность зимогенной микрофлоры почв нарушенных нефтешламами зависела от видов растений и фазы вегетации культуры. Более высокая численность микрофлоры, использующей органические и минеральные формы азота, отмечалась в рядах под кронами кустарников, что, вероятно,

связано с большим увлажнением (наличие капельного полива). В течение вегетации более высокая численность микробов отмечалась в августе, когда температурный режим был благоприятным для их размножения и распространения. Разрастание крон кустарников достоверно увеличивало биологическую активность грибов и бактерий почвы.

Установлено, что чем выше мобилизационные процессы и меньше нарушенность почвы, тем выше биологическая активность микрофлоры. Микроорганизмы-деструкторы активнее разлагают целлюлозу при высоком уровне влажности. В опыте биологическая активность почв, содержащих нефтешламы, по степени разложения растительных остатков зависела от произрастающих кустарников и их органического опада. Под кронами шиповника, черемухи и аронии она была выше на 12,7–14,3 %, чем под кронами тамарикса. В междурядьях посадок микробиологическая активность была наиболее низкой. Растительные остатки в виде опавших листьев и отмерших частей травы достоверно повышали разложение клетчатки в почве под кронами кустарников из семейства розоцветных (шиповник, арония, черемуха, боярышник). В среднем за период исследований их влияние повышало биологическую активность на 12,9 %. Микробиологическая активность почвы отражается на показателях роста кустарников. Минерализация органического вещества почвы микроорганизмами до форм, поглощаемых растениями, активнее происходила под кронами кустарников, что улучшало условия их роста, питание. В этих условиях кустарники образовали прирост побегов больше.

Таблица 3

Виды патогенных грибов, поражающих злаковые травы и засоряющих почву

Виды грибов	Патогенность
Фузарий споротриховый разновидность мятликовая <i>Fusarium sporotrichella</i> var. <i>Poae</i> (Peck.) Bilai	Вызывает фузариозные поражения у растений. Является патогенным для людей, как причина возникновения алиментарно-токсической алейкии
Альтернария чередующаяся <i>Alternaria alternate</i> (Fr.) Keissler	Вызывает заболевания многих растений. Поражает все органы, на листьях образуются различные пятнистости
Пирикулярия серая <i>Piricularia grisea</i> (Cooke) Sacc.	Пирикулярриоз возглавляет ТОП – 10 наиболее фитопатогенных грибов

Интенсивность разложения органических остатков в почве под кронами кустарников увеличивалась практически в 2 раза в сравнении с междурядьями посадок. Применение полива, влияние разных видов кустарников также способствовало повышению минерализации, особенно в конце лета, но несколько ниже. Хотя численный состав микроорганизмов осенью снижался, но соотношение микроорганизмов увеличивалось в пользу бактерий-деструкторов целлюлозы, что повышало коэффициент минерализации на вариантах под кронами кустарников (см. табл. 4).

Установлено, что наиболее высокую биологическую эффективность в разложении опавших листьев имеют микробные сообщества под розой собачьей (82,09 %), боярышником мягковатым (75,12 %) и аронией черноплодной (56,75 %). В верхнем горизонте почвы на глубине 10 см этот процесс протекает быстрее в два раза (в среднем степень разложения 26,8–29,4 %) в сравнении с глубиной 20 см (40,7–43,5 %), где доступного кислорода меньше. Плодово-ягодные и лекарственные кустарники оказались более эффективными в содействии разложению органического вещества почвы и почвообразованию.

Под кустами тамарикса наблюдается накопление листьев и соломы от травы. Засоление подкоронового пространства в соче-

тании с нефтешламами почвы оказывает консервирующее действие и снижает активность почвенной микрофлоры. Образующий растительностью опад не успевает разложиться в течение года и накапливается. Под кустами плодово-ягодных и лекарственных кустарников наблюдается обратное явление. Листья и остатки травы разлагаются в течение года и подстилка из опада практически не образуется. Ускорить разложение опада – это важная задача, особенно если в почву заделываются перестоявшие растения, или они накопили слишком большую массу. Из проведенных исследований видно, что разложение листьев и стеблей зависит от деятельности природной сапрофитной микрофлоры почвы и внешних условий ее активности. В августе складываются оптимальные температуры для деятельности микромицетов. При выпадении осадков летом и повышении температуры осенью складываются благоприятные условия для деятельности почвенных сапрофитов. Однако, представители природной микрофлоры в условиях полива развиваются быстрее. Большая скорость распространения микромицетов и идеальная адаптация к комплексу внешних условий обеспечивает им лидерство в борьбе за субстрат – растительные остатки.

Установлено, что интенсивность и направленность микробиологических процессов техногенной почвы опытного участка показы-

Таблица 4

Влияние кустарников на микробиологическую активность почвы под кронами

Названия кустарников	Глубина отбора проб	Степень разложения листьев, %		Биологическая эффективность, % в сравнении с контролем
		август	сентябрь	
Арония черноплодная (<i>Arónia melanocárpa</i>)	10	28,4±0,02	31,5±0,02	56,72
	20	41,3±0,03	44,8±0,03	18,52
Роза собачья (<i>Rósa canína</i>)	10	33,1±0,02	36,6±0,03	82,09
	20	46,8±0,04	47,8±0,04	26,46
Боярышник мягковатый (<i>Crataegus submollis</i>)	10	31,6±0,01	35,2±0,02	75,12
	20	42,9±0,05	47,3±0,03	25,13
Облепиха крушиновинная (<i>Hippóphae rhamnoides</i>)	10	22,7±0,02	24,6±0,01	22,39
	20	37,5±0,03	39,7±0,02	5,03
Черёмуха виргинская (<i>Prúnus virginiana</i>)	10	26,2±0,02	28,9±0,02	43,78
	20	40,3±0,03	43,5±0,04	15,08
Тамарикс ветвистый (<i>Tamarix ramosissima</i>)	10	18,9±0,01	20,1±0,01	0
	20	35,7±0,02	37,8±0,02	0
контроль	10			
	20			
Средняя	10	26,8	29,4	
	20	40,7	43,5	

вают абсолютные числа, отражающие количество различных микроорганизмов и их соотношения между собой. Для оценки микробиологической активности почвы и факторов ее снижающих использованы следующие коэффициенты: минерализации, микробиологической трансформации органического вещества, олиготрофности.

Направленность процессов разложения органического вещества в почве характеризуется показателем, связанным с трансформацией азотистых соединений – коэффициентом минерализации растительных остатков. В почвах под разными видами кустарников наблюдалось колебание содержания аммонифицирующих и аминокислотных микроорганизмов, что оказывает влияние на динамику коэффициента минерализации. Наибольший коэффициент минерализации установлен для почв под кустарниками шиповника, боярышника и черемухи величина $K_{мин} = 1,2$, а для почв в междурядьях (где мало растительных остатков и почва не покрыта растительностью) этот коэффициент в среднем составил 0,3, следовательно, процессы минерализации в междурядьях посадок протекают медленнее (табл. 5).

В рядах кустарников почвы опытного участка имели более высокий показатель интенсивности протекающих микробиологических процессов. Коэффициент олиготрофности характеризуется численностью бактерий, подразделяющихся по их отношению к пищевым

потокам в среде. Наиболее высокие значения коэффициента олиготрофности получены на почвах под кронами кустарников.

Выявлено, что под кустами тамарикса почва имеет меньше значения коэффициентов минерализации, биологической трансформации и олиготрофности. В литературных источниках описано влияние на активность микробного сообщества почвы таких факторов, как температура, условия увлажнения, химические компоненты почвы. Однако в пределах опытного полигона эти факторы достаточно выровнены и оказывают практически одинаковое влияние на растения, почву и микроорганизмы.

Статистическая обработка результатов полевых наблюдений показала наличие влияния диаметра крон кустарников на состав и активность микроорганизмов в приствольных кругах. Выявлена обратная связь (влияние диаметра крон на микробиологическую активность). Связь между этими показателями оценивается как тесная ($R = -0,53... -0,63$). Связь установлена как для количественных характеристик сообществ микроорганизмов, так и для их характеризующих экологических индексов. Влияние на почву высоты кустов и прироста побегов слабое ($R < 0,31$) на всех вариантах опыта. Выявленные изменения свидетельствуют об увеличении напряженности микробиологических процессов в почвах, содержащих нефтешламы (см. рис. 1).

Таблица 5

Влияние кустарников на показатели микробиологической активности почвы

Названия кустарников	Коэффициент минерализации	Коэффициент биологической трансформации	Коэффициент олиготрофности
Арония черноплодная (<i>Arónia melanocárpa</i>)	0,9	659	0,45
Роза собачья (<i>Rósa canína</i>)	1,2	728	0,48
Боярышник мягковатый (<i>Crataegus submollis</i>)	0,9	561	0,41
Облепиха крушиновиная (<i>Hippóphae rhamnóides</i>)	0,7	429	0,29
Черёмуха виргинская (<i>Prínus virginíana</i>)	0,8	567	0,34
Тамарикс ветвистый (<i>Tamarix ramosíssima</i>)	0,3	342	0,19

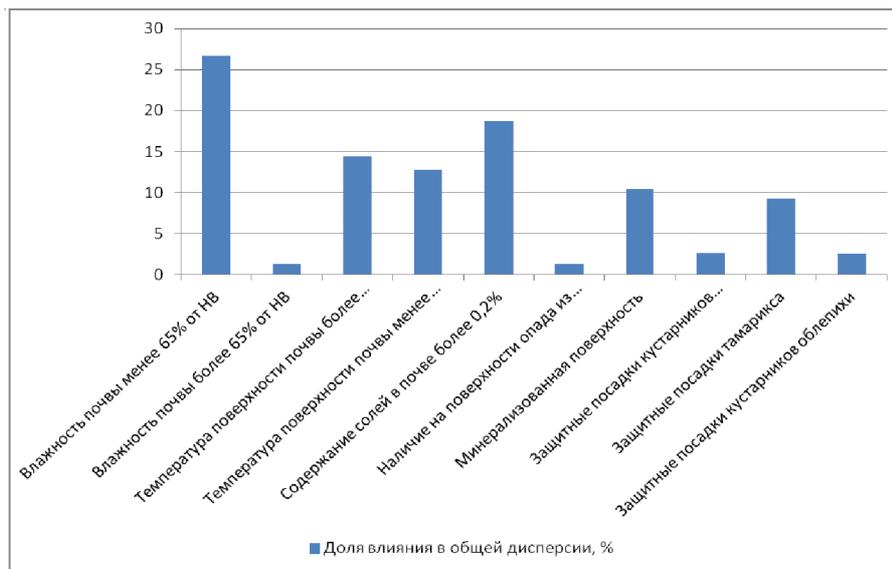


Рис. 1. Влияние экологических факторов на микробиологическую активность почвы в условиях полигона

Натурные наблюдения показали, что снижают микробиологическую активность почвы на полигоне следующие факторы: влажность почвы менее 65 % от НВ, температура поверхности почвы более 25 °С, содержание солей более 0,2 %, минерализованная поверхность, защитные посадки тамарикса. Наличие этих факторов отрицательно влияет на восстановление плодородия и самоочищение почвы, содержащей нефтешламы.

Заключение

Выявлено положительное влияние плодово-ягодных и лекарственных кустарников на сообщество микроорганизмов почвы. В сравнении с посадками тамарикса ветвистого под кустарниками семейства розоцветных образуются биологически разнообразные сообщества микроорганизмов с преобладанием несовершенных грибов и дрожжей. Бактерии представлены пятью родами, и водоросли двумя родами. Сапрофитная микрофлора преобладает над патогенной.

Установлено, что кустарники повышают микробиологическую активность почвы, следовательно, ускоряют процесс ее самоочищения, восстановления плодородия и здоровья. Наибольшая активность микроорганизмов выявлена под кронами шиповника, аронии, боярышника и черемухи. Листовой опад этих

кустарников быстро разлагается и переходит в органическое вещество почвы, улучшая условия существования почвенных микроорганизмов.

Посадки кустарников создают фитомелиоративную защиту травянистому покрытию, которое под кронами более густое и разнообразное. Несмотря на то, что эти виды трав являются сорными, они образуют в конце вегетационного сезона достаточно большую фитомассу листьев и стеблей (9,14 ц/га), которая является питанием для микрофлоры и способствует самоочищению и восстановлению плодородия почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова, Е. А. Разработка метода рекультивации прудов-шламонакопителей / Е. А. Борисова, С. А. Красноперова // Нефтяная провинция. – 2019. – № 1 (17). – С. 238–250. ж DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2020.2.131-144>
2. Горбаев, А. В. Применение бактерий *Rhodococcus erythropolis* для получения из нефтешламов искусственного грунта технического в условиях Восточной Сибири / А. В. Горбаев // Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13, № 6. – С. 34.
3. Лесорастительные свойства грунтов шламонакопителей нефтеперерабатывающих предприятий / В. Ф. Лобойко, А. В. Карпов, И. Ю. Подковыров, А. В. Вдовенко // Нефтяное хозяйство. – 2019. –

№ 5. – С. 26–29. – DOI: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2019-5-26-29>

4. Некоторые результаты экспериментальных лабораторных исследований по обезвреживанию нефтешламов и формированию почвоподобной среды / А. Я. Митриковский, А. В. Кузнецова, А. А. Романова, и др. // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2021. – № 11-1 (113). – С. 71–75. – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.013>

5. Новая технология рекультивации нефтезагрязненных почв методом реагентного капсулирования / А. А. Пашаян, Д. О. Аминов, А. С. Плотников, Е. Н. Думанский // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. – 2019. – № 7. – С. 59–63. – DOI: <https://doi.org/10.30713/0130-3872-2019-7-59-63>

6. Разработка технологических решений и способов получения гумино-минеральных композиций для задач рекультивации нефтезагрязненных территорий / Е. И. Тихомирова, А. В. Алексашин, А. В. Кошелев, О. В. Атаманова // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2020. – № 4. – С. 203–209. – DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2020-4-203-209>

7. Тараканов, А. С. Пути решения проблем накопления и переработки нефтешламов / А. С. Тараканов // *Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых*. 2020. – Т. 2. – С. 414–419.

8. Хоботилова, Е. И. Экологический анализ региональных аспектов реализации приоритетного проекта «Оздоровление Волги» в Нижегородской области / Е. И. Хоботилова, Н. Н. Копосова // *Успехи современного естествознания*. – 2020. – № 5. – С. 101–107. – DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37399>

9. Якушева, А. М. Методы обезвреживания нефтешламов. Обезвреживание нефтешламов методом сжигания / А. М. Якушева // *Отходы и ресурсы*. – 2022. – Т. 9, № 2. – DOI: <https://doi.org/10.15862/09ECOR222>

10. Engineering implementation of landscaping of low-forest regions / A. Semenyutina, G. Podkovyrova, A. Khuzhakhmetova, [et al.] // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. – 2018. – № 9 (10). – P. 1415–1422.

11. Ivanova, N. V. Methodological aspect of landscape and ecological reconstruction of Green ring around Volgograd (Stalingrad) / N. V. Ivanova, I. Y. Podkovyrov, V. K. Sagomonyan // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – 687(5). – DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/687/5/055037>

REFERENCES

1. Borisova E.A., Krasnoperova S.A. Razrabotka metoda rekultivatsiy prudov-shlamonakopiteley [Development of a method for recultivation of sludge

storage ponds]. *Neftynay provinciy*, 2019, no. 1 (17), pp. 238–250. DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2020.2.131-144>

2. Gorbaev A.V. Primenenie bakterij Rhodococcus erythopolis dlya polucheniya iz nefteshlamov iskusstvennogo grunta tekhnicheskogo v usloviyah Vostochnoj Sibiri [The use of Rhodococcus erythopolis bacteria for the production of artificial technical soil from oil sludge in the conditions of Eastern Siberia]. *Vestnik evrazijskoj nauki*, 2021, vol. 13, no. 6, p. 34.

3. Loboiko V.F., Karpov A.V., Podkovyrov I.YU., Vdovenko A.V. Lesorastitel'nye svojstva gruntov shlamonakopitelej neftepererabatyvayushchih predpriyatij [Forest-growing properties of soils of sludge accumulators of oil refineries]. *Neftyanoe hozyaistvo*, 2019, no. 5, pp. 26–29. DOI: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2019-5-26-29>

4. Mitrikovskij A.YA., Kuznecova A.V., Romanova A.A., et al. Nekotorye rezul'taty eksperimental'nyh laboratornyh issledovanij po obezvrezhivaniyu nefteshlamov i formirovaniyu pochvopodobnoj sredy [Some results of experimental laboratory studies on the neutralization of oil sludge and the formation of a soil-like environment]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2021, no. 11-1 (113), pp. 71–75. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.013>

5. Pashayan A.A., Aminov D.O., Plotnikov A.S., Dumanskij E.N. Novaya tekhnologiya rekul'tivatsii neftezagryaznennykh pochv metodom reagentnogo kapsulirovaniya [A new technology for recultivation of oil-contaminated soils by reagent encapsulation]. *Stroitel'stvo neftyanyh i gazovyh skvazhin na sushe i na more*, 2019, no. 7, pp. 59–63. DOI: <https://doi.org/10.30713/0130-3872-2019-7-59-63>

6. Tihomirova E.I., Aleksashin A.V., Koshelev A.V., Atamanova O.V. Razrabotka tekhnologicheskikh reshenij i sposobov polucheniya gumino-mineral'nykh kompozitsij dlya zadach rekul'tivatsii neftezagryaznyonnykh territorij [Development of technological solutions and methods for obtaining humic-mineral compositions for the tasks of recultivation of oil-contaminated territories]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2020, no. 4, pp. 203–209. DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2020-4-203-209>

7. Tarakanov A.S. Puti resheniya problem nakopleniya i pererabotki nefteshlamov [Ways to solve the problems of accumulation and processing of oil sludge]. *Problemy razrabotki mestorozhdenij uglevodorodnykh i rudnykh poleznykh iskopaemykh*, 2020, vol. 2, pp. 414–419.

8. Hobotilova E.I., Kopusova N.N. Ekologicheskij analiz regional'nykh aspektov realizatsii prioritnogo proekta «Ozdorovlenie Volgi» v Nizhegorodskoj oblasti [Ecological analysis of regional aspects of the implementation of the priority

project “Improvement of the Volga” in the Nizhny Novgorod region]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2020, no. 5, pp. 101-107. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37399>

9. Yakusheva A.M. Metody obezvrezhivaniya nefteshlamov. Obezvrezhivanie nefteshlamov metodom szhiganiya [Methods of neutralization of oil sludge. Neutralization of oil sludge by incineration]. *Othody i resursy*, 2022, vol. 9, no. 2, DOI: <https://doi.org/10.15862/09ECOR222>

10. Semenyutina A., Podkovyrova G., Khuzhakhmetova A., Semenyutina V., Podkovyrov I. Engineering implementation of landscaping of low-forest regions *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018, no. 9 (10), pp. 1415-1422.

11. Ivanova, N.V. Methodological aspect of landscape and ecological reconstruction of Green ring around Volgograd (Stalingrad). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, no. 687(5), DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/687/5/055037>

Information About the Authors

Alexey S. Ovchinnikov, Doctor of Agricultural Sciences Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Management, Volgograd State Agrarian University, Prosp. Universitetsky, 26, 400002 Volgograd, Russian Federation, pgpv@volgau.com

Vladimir F. Loboiko, Honored Ecologist of the Russian Federation, President of the NGO “VrEA named after V.I. THEM. Shabunina”, Dr. tech. Sci., Professor, Department of Land Management, Cadastres and Ecology, Volgograd State Agrarian University, Prosp. Universitetsky, 26, 400002 Volgograd, Russian Federation, loboykovf@yandex.ru

Natalia V. Ivanova, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Ph.D. Economy Sci., Associate Professor of the Department of Management and Logistics in the Agroindustrial Complex Volgograd State Agrarian University, Prosp. Universitetsky, 26, 400002 Volgograd, Russian Federation, inv.74@mail.ru

Igor Yu. Podkovyrov, Head of the Center for Phytopathology of Introducers of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute of Phytopathology”, Doctor of Agricultural Sciences, St. Institute, possession 5, 143050 Moscow Region, Odintsovsky District, Large Vyazems, Russian Federation, vniif@vniif.ru

Elena E. Samoilenko, Head of the Department of Ecology, LLC LUKOIL-Volgogradneftepererabotka, St. 40 years old VLKSM, 55, 400029 Volgograd, Russian Federation, refinery@vnpz.lukoil.com

Информация об авторах

Алексей Семенович Овчинников, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, зав. кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», Волгоградский государственный аграрный университет, просп. Университетский, 26, 400002 г. Волгоград, Российская Федерация, pgpv@volgau.com

Владимир Филиппович Лобойко, заслуженный эколог РФ, президент ООО «ВрЭА им. И.М. Шабуниной», доктор технических наук, профессор кафедры «Землеустройство, кадастры и экология», Волгоградский государственный аграрный университет, просп. Университетский, 26, 400002 г. Волгоград, Российская Федерация, loboykovf@yandex.ru

Наталья Валерьевна Иванова, профессор РАЕ, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмент и логистика в АПК», Волгоградский государственный аграрный университет, просп. Университетский, 26, 400002 г. Волгоград, Российская Федерация, inv.74@mail.ru

Игорь Юрьевич Подковыров, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий центром фитопатологии интродуцентов, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ул. Институт, владение 5, 143050 Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вязёмы, Российская Федерация, vniif@vniif.ru

Елена Евгеньевна Самойленко, начальник отдела экологии ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», ул. 40 лет ВЛКСМ, 55, 400029 г. Волгоград, Российская Федерация, Российская Федерация, refinery@vnpz.lukoil.com



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.5>

UDC 631.58:528(470.45)

LBC 41.417c51(2P-4Bor)

GEOINFORMATION ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LANDSCAPES (ON THE EXAMPLE OF THE TEST SITE “CROSS” OF THE SOSTINSKY LANDSCAPE AREA OF THE SARPINSK LOWLAND)

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Irina A. Komarova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The use of geoinformation technologies and remote survey data for assessing, mapping the state and forest-reclamation arrangement of agricultural landscapes is a modern research method that allows analyzing spatial data remotely and interpreting them into analytical maps. To study the “Cross” polygon, laid out on the territory of the Sostinsky landscape area of the Sarpin Lowland in 2015, a space map was compiled based on an ultra-high resolution satellite image of the Wold View 3 satellite. The geomorphological characteristics of the test site were constructed as a result of analysis based on the digital terrain model SRTM 3. The use of geoinformation technologies and satellite images for the analysis of agricultural landscapes at the test site allowed to identify the structure and characteristics of agricultural land. As a result of the research, it was found that the soil at the landfill is represented by an array of salt marshes with salt marshes (95% of the landfill area) and sand massifs (5%). The analysis of changes in arable areas showed the cessation of economic use of agricultural land until 2018 and the resumption of field work on a small part of the test site in the period 2018–2019. The materials obtained during the decoding and mapping of agricultural landscapes of the Sarpinsk lowland can be used to form an ecological framework of sustainable landscapes, as well as extrapolated to analog landscapes.

Key words: agricultural landscapes, geoinformation analysis, remote sensing, geoinformation systems, Sarpin lowland.

Citation. Ivantsova E. A., Komarova I. A. Geoinformation Assessment of Agricultural Landscapes (On the Example of the Test site “Cross” of the Sostinsky Landscape Area of the Sarpinsk Lowland). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 38-46. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.5>

УДК 631.58:528(470.45)
ББК 41.417с51(2Р-4Вор)

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА АГРОЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ ТЕСТОВОГО ПОЛИГОНА «ПЕРЕКРЕСТНОЕ» СОСТИНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО РАЙОНА САРПИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Ирина Анатольевна Комарова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Применение геоинформационных технологий и данных дистанционной съемки для оценки, картографирования состояния и лесомелиоративного обустройства агроландшафтов являются современным методом исследований, позволяющим анализировать пространственные данные в дистанционном режиме и интерпретировать их в аналитические карты. Для изучения полигона «Перекрестное», заложенного на территории Состинского ландшафтного района Сарпинской низменности в 2015 г., была составлена космокарта на основе космоснимка сверхвысокого разрешения спутника WoldView 3. Геоморфологические характеристики тестового полигона построены в результате анализа на основе цифровой модели местности SRTM 3. Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов на тестовом полигоне, позволило выявить структуру и характеристики сельскохозяйственных угодий. В результате исследований установлено, что почва на полигоне представлена массивом солонцов с солончакками (95 % площади полигона) и песчаными массивами (5 %). Анализ изменений пахотных площадей показал прекращение хозяйственного использования сельскохозяйственных земель до 2018 г. и возобновление полевых работ на незначительной части тестового полигона в период 2018–2019 гг. Материалы, полученные при дешифрировании и картографировании агроландшафтов Сарпинской низменности, могут быть использованы для формирования экологического каркаса устойчивых ландшафтов, а также экстраполированы на ландшафты-аналоги.

Ключевые слова: агроландшафты, геоинформационный анализ, дистанционное зондирование, геоинформационные системы, Сарпинская низменность.

Цитирование. Иванцова Е. А., Комарова И. А. Геоинформационная оценка агроландшафтов (на примере тестового полигона «Перекрестное» Состинского ландшафтного района Сарпинской низменности) // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 38–46. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.5>

Введение

Применение геоинформационных технологий и данных дистанционной съемки для оценки и картографирования состояния и лесомелиоративного обустройства агроландшафтов являются современным методом исследований, который позволяет анализировать пространственные данные в дистанционном режиме и интерпретировать полученные данные в аналитические карты [3; 5; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 16]. В качестве источников пространственной информации используются спектрально-зональные космоснимки, которые в цифровом виде содержат растровое изображение в определенном диапазоне спектра [7].

Экологическое состояние агроландшафтов оценивают по спектрально-зональным космоснимкам со спутников Sentinel 2, Landsat 7, 8 с использованием геоинформационных программ и их инструментов анализа изображения (например, QGIS3.10) [3; 4; 6; 11; 13; 15; 16; 17].

Оценка лесомелиоративного состояния агроландшафтов в первую очередь должна учитывать состояние сельскохозяйственных угодий и уровень их лесомелиоративного обустройства, так как состояние и динамика сельхозугодий зависит от такого обустройства [3; 5; 6; 7].

Для оценки состояния агролесоландшафтов используются критерии, для которых оп-

ределено снижение хозяйственной значимости земель. Уменьшение качества земель по каждому критерию характеризуется уровнями деградации, установленными Б.В. Виноградовым [2].

Условия, материалы и методы

Сарпинская низменность в соответствии природно-географическому районированию относится к полупустыне, светло-каштановые почвы занимают значительную площадь в ее северной части. В южной части преобладают бурые почвы и пески. В ландшафтном плане она представляет собой слабоволнистую низменность, расположенную в северо-западной части Прикаспийской низменности [1].

Для проведения исследований в 2015 г. на территории Сарпинской низменности были

заложены 8 тестовых полигонов, охватывающие основные типологические группы ландшафтов региона (рис. 1).

Тестовый полигон «Перекрестное», расположенный на территории Состинского ландшафтного района, представляет собой песчаную равнину в южной пустынной зоне, имеющую слабо взбугренную поверхность. Рельеф образован массивами бугристых песков на хвалынских глинах и песчано-глинистых отложениях. В понижениях между буграми расположены засоленные земли. Растительные ассоциации представлены фитоценозами простертой (*Kochia prostrata*) с житняком (*Agropyron fragile*), полынью Леха (*Artemisia lercehana*) и пыреем (*Elytrigia repens*). В результате мелиорации большие площади заняты мятликом луковичным (*Poa bulbosa*) и терескеном серым (*Krascheninnikovia ceratoides*).

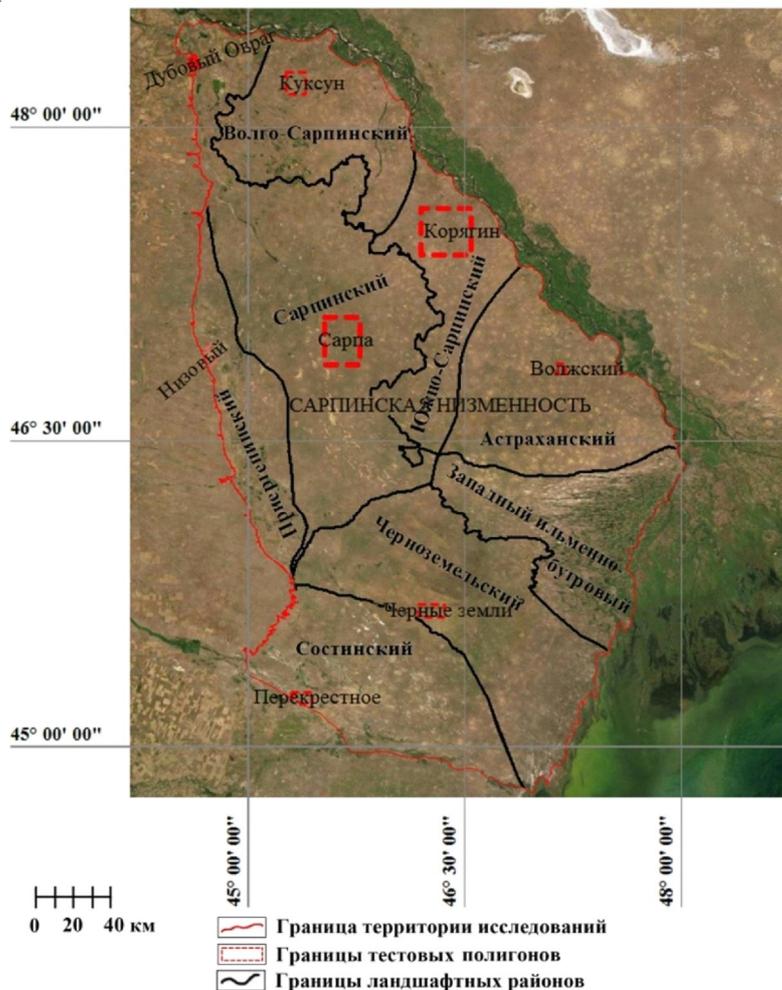


Рис. 1. Тестовые полигоны на территории Сарпинской низменности

Координаты центра полигона «Перекрестное» 45°14'с.ш., 45°22'в.д. Основные характеристики тестового полигона приведены в таблице 1.

Результаты исследований и их обсуждение

Для изучения полигона «Перекрестное» была составлена космокарта на основе космоснимка сверхвысокого разрешения спутника WoldView 3 (рис. 2).

Основные характеристики полей тестового полигона «Перекрестное» приведены в таблице 2.

Известно, что территория тестового полигона использовалась ранее для выращивания сельскохозяйственной продукции. Анализ изменений пахотных площадей показал прекращение использования земель (см. рис. 3) до 2018 года. В 2018 и 2019 годах отмечено возобновление полевых работ на поле п1 (см. рис. 4).

В таблице 3 представлены характеристики почвенных контуров.

Исследования показали, что почва на полигоне представлена массивом солонцов с солончаками (95 % площади полигона) и песчаными массивами (5 %).

Таблица 1

Основные характеристики тестового полигона «Перекрестное»

Характеристика полигона	
Тип участка	полигон
Площадь, га	6092,2
Периметр, м	32425,7
Экспозиция, румб (°)	Е (91°)
Средняя высота над у.м., м	8,1
Средняя крутизна склона, °	1,7
Максимальная высота над у.м., м	19
Максимальная крутизна склона, °	17,3
Минимальная высота над у.м., м	0
Стандартное отклонение высоты, м	2,5
Стандартное отклонение крутизны склона, °	0,9

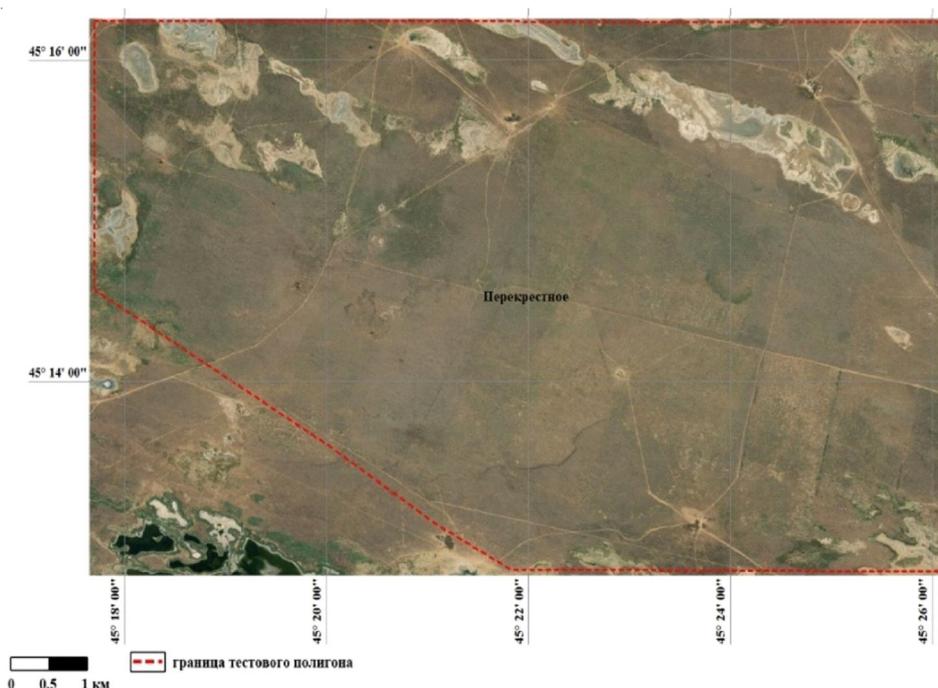


Рис. 2. Космокарта тестового полигона «Перекрестное». Спутник WoldView 3, 2017 год

Характеристики полей тестового полигона

Наименование	Площадь, га	Периметр, м	Средняя высота над у.м., м	Средняя крутизна склона, °	Максимальная высота над у.м., м	Максимальная крутизна склона, °	Минимальная высота над у.м., м	Стандартное отклонение высоты, м	Стандартное отклонение крутизны склона, °
п1	110,4	4350,6	8,1	1,5	11,0	4,0	5,0	1,0	0,7
п2	143,7	4934,5	9,2	1,4	13,0	4,0	5,0	1,1	0,7
п3	174,4	5431,7	10,5	1,7	15,0	5,4	6,0	1,2	0,8
п4	178,6	6166,2	10,4	1,6	15,0	4,9	5,0	1,4	0,8
п5	278,9	7418,6	10,0	1,6	15,0	4,6	6,0	1,4	0,7
п6	384,2	8398,3	9,6	1,8	15,0	5,3	5,0	1,7	0,9
п7	116,8	4724,0	9,4	1,9	14,0	5,5	5,0	1,3	0,8
п8	106,9	4761,6	8,1	2,0	13,0	5,5	3,0	1,4	0,9
п9	201,3	6095,7	7,1	2,0	14,0	7,5	0,0	1,8	0,9
п10	166,5	5451,0	5,6	1,9	11,0	6,4	1,0	1,6	0,9
п11	108,0	4432,5	8,1	2,0	15,0	6,4	2,0	2,4	0,9
п12	88,9	4278,6	8,4	1,9	16,0	5,4	3,0	2,0	0,8
п13	153,7	5233,4	8,6	1,9	15,0	5,7	4,0	1,9	0,9
п14	219,8	6123,4	9,9	1,8	15,0	6,0	4,0	2,0	0,9
п15	198,6	6029,2	10,3	1,6	19,0	5,5	5,0	2,1	0,8

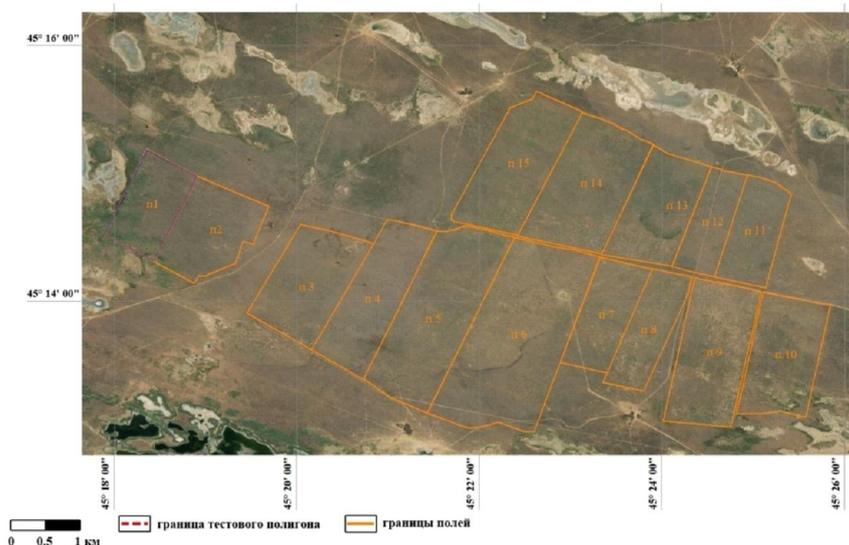


Рис. 3. Карта полей тестового полигона «Перекрестное». Спутник WoldView 3, 2017 год

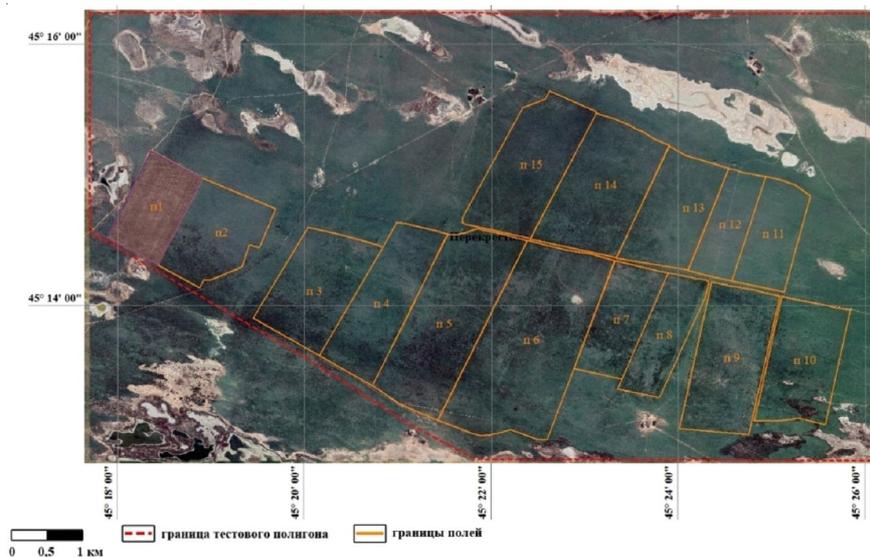


Рис. 4. Карта полей тестового полигона «Перекрестное». Спутник Corepicus, 2019 год

На рисунке 5 приведена разработанная карта почвенных контуров тестового полигона «Перекрестное».

Геоморфологические характеристики тестового полигона «Перекрестное» постро-

ены в результате анализа на основе цифровой модели местности SRTM 3. Характеристики рельефа приведены по линии профиля (рис. 6, 7). Начало профиля: 45° 16' 06" С.Ш., 45° 23' 23" В.Д. Высота над у.м. в начале профиля, м: 7;

Таблица 3

Характеристики почвенных контуров тестового полигона «Перекрестное»

Почвенный контур	Наименование	Площадь, га	Периметр, м
164	Солонцы с солончаками (163, 164)	5809,6	45457,3
74 1	Пески (71-75)	112,3	6996,1
74 2	Пески (71-75)	41,5	2357,4
74 3	Пески (71-75)	42,0	2661,9
74 4	Пески (71-75)	136,5	4409,4

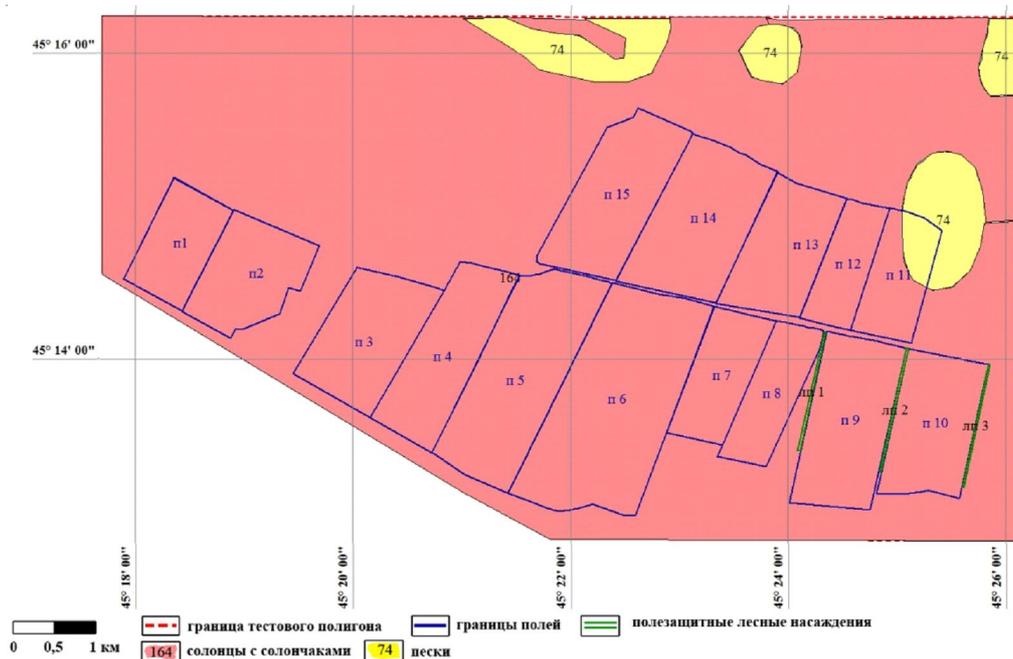


Рис. 5. Карта почвенных контуров тестового полигона «Перекрестное»

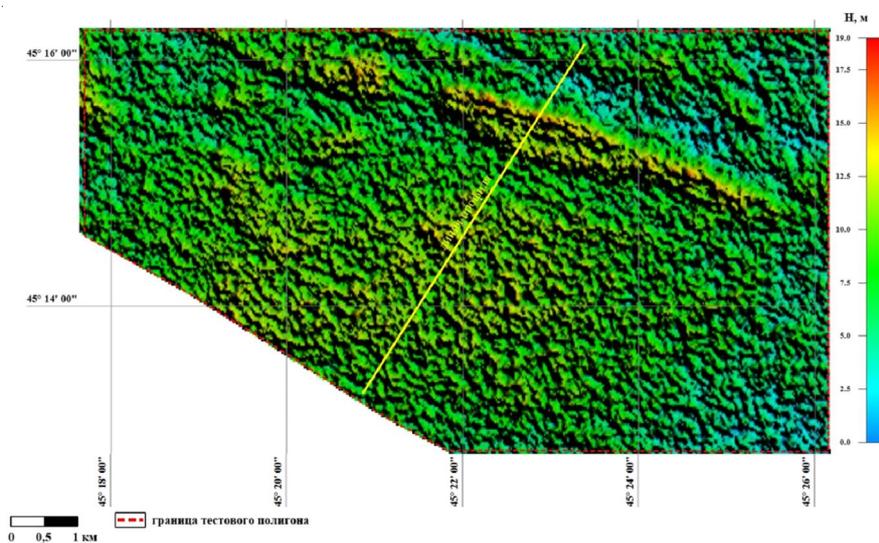


Рис. 6. Карта рельефа тестового полигона

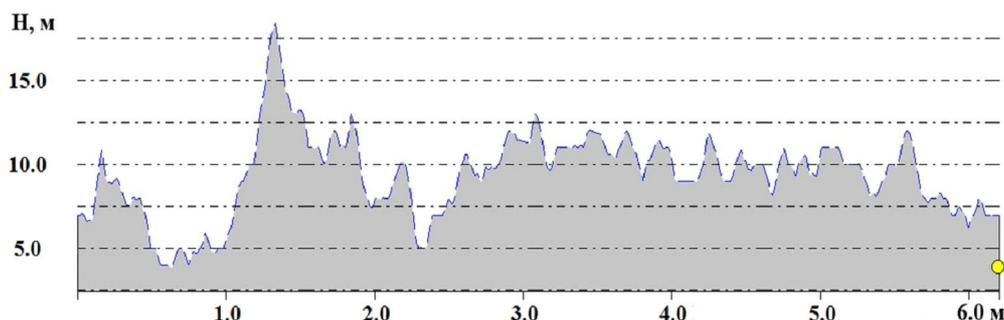


Рис. 7. Профиль рельефа тестового полигона

Конец профиля: $45^{\circ} 13' 18''$, С.Ш., $45^{\circ} 20' 52''$ В.Д.; Высота над у.м. в конце профиля, м: 7; Длина профиля, м: 6206; Разность высот, м: 0; Максимальная высота по профилю, м: 18; Минимальная высота по профилю, м: 4; Азимут линии профиля: $212^{\circ} 09' 27''$. Средняя крутизна склона, $^{\circ}$: 0,0; Максимальная крутизна склона, $^{\circ}$: 4,8 (1286 м по профилю).

Заключение

Использование геоинформационных технологий и космических снимков для анализа агроландшафтов на тестовом полигоне «Перекрестное», позволило выявить структуру и характеристики сельскохозяйственных угодий. В результате исследований установлено, что почва на полигоне представлена массивом солонцов с солончаками (95 % площади полигона) и песчаными массивами (5 %). Анализ изменений пахотных площадей показал прекращение хозяйственного использования сельскохозяйственных земель до 2018 г. и возобновление полевых работ на незначительной части тестового полигона в период 2018–2019 годов. Материалы, полученные при дешифрировании и картографировании агроландшафтов Сарпинской низменности, могут быть использованы для формирования экологического каркаса устойчивых ландшафтов, а также экстраполированы на ландшафты-аналоги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бананова, В. А. Природное районирование северо-западного Прикаспия при современном хозяйственном использовании / В. А. Бананова,

В. Г. Лазарева, В. В. Сератирова // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3 (42). – С. 223–232.

2. Виноградов, Б. В. Дистанционные индикаторы опустынивания и деградации почв / Б. В. Виноградов // Почвоведение. – 1993. – № 2. – С. 98–103.

3. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / К. Н. Кулик [и др.]. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2010. – 102 с.

4. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия / А. С. Рулев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4. – С. 115–122.

5. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия / К. Н. Кулик [и др.] // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 16–24.

6. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно трансформированных территорий Юга России / В. В. Новочадов [и др.] // 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. Современное состояние ландшафтов Сарпинской низменности / Е. А. Иванцова, И. В. Комарова // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград. – 2019. – С. 54–57.

9. Комарова, И. А. Лесомелиоративная оценка агроландшафтов Сарпинской низменности по данным дистанционного зондирования / И. А. Комарова, Е. А. Иванцова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 9. – С. 7–12.

10. Кравцова, В. И. Космические методы исследования почв / В. И. Кравцова. – М. : Аспект Пресс, 2005. – 190 с.

11. Рулев, А. С. Анализ сезонной динамики NDVI естественной растительности Заволжья Волгоградской области / А. С. Рулев, С. Н. Канищев, С. С. Шинкаренко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13, № 4. – С. 113–123.

12. Рулев, А. С. Прогнозирование изменений состояния ландшафтов в переходных природных зонах / А. С. Рулев, В. Г. Юфев // Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием: труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 67. – Махачкала : АЛЕФ, 2016. – С. 234–238.

13. Шинкаренко, С. С. Влияние экспозиции склонов на сезонную динамику вегетационного индекса NDVI посевных площадей / С. С. Шинкаренко, В. Н. Бодрова, Н. В. Сидорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1. – С. 96–105.

14. Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate the Effect of Different Soil Management Treatments over Rainfed Vineyards in Chianti Terroir / A. S. Puig [et al.] // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13 (4):716. – P. 1–25.

15. Canopy Top, Height and Photosynthetic Pigment Estimation Using Parrot Sequoia Multispectral Imagery and the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / V. Kopačková-Strnadová [et al.] // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13 (4):705. – P. 1–27.

16. Degradation of Landscapes in the South of the Privolzhsky Upland / V. G. Yuferev [et al.] // Journal of Forest Science. – 2019. – № 65. – P. 195–202.

17. Sumfleth K. Prediction of Soil Property Distribution in Paddy Soil Landscapes Using Terrain Data and Satellite Information as Indicators / K. Sumfleth, R. Duttman // Ecol. Indic. – 2008. – Vol. 8, № 5. – P. 485–501.

REFERENCES

1. Bananova V.A., Lazareva V.G., Seratirova V.V. Prirogoe rajonirovanie severo-zapadnogo Prikaspiya pri sovremennom khozjaistvennom ispolzovanii [Natural Zoning of the North-Western Caspian Region with Modern Economic Use]. *Geologija, geografija i globalnaja energija*, 2011, no. 3 (42), pp. 223–232.

2. Vinogradov B.V. Distancionnye indikatiry opustynivaniya I degradacii pochv [Remote Indicators of Desertification and Soil Degradation]. *Pochvovedenie*. 1993, no 2. pp. 98–103.

3. Kulik K.N., Rulev A.S., Mushaeva K. B., Koshelev A.V., Dorohina Z.P., Berezovikova

O.Yu. *Geoinformacionnye tehnologii v agrolandshaftov* [Geoinformation Technologies in Agroforestry]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2010. 102 p.

4. Rulev A.S., Shinkrenko S.S., Bodrova V.N., Sidorova N.V. Geoinformacionnye tehnologii v obespechenii tochnogo zemledeliya [Geoinformation Technologies in the Provision of Precision Agriculture]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka I vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, no. 4, pp. 115–122.

5. 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]. *Aridnye ekosistemy*, 2020, vol. 26, no. 2, pp. 16–24.

6. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distancionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogennotransformirovannyh 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*, 2019, no. 1 (53), pp. 151–158.

7. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Ispolzovanije geoinformacionnykh tekhnologij i kosmicheskikh snimkov dlja 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*, 2021, no. 2 (62), pp. 357–366.

8. Ivantsova E.A., Komarova I.A. Sovremennoe sostoyanie landshaftov Sarpinskoj nizmennosti. *Antropogennaya transformaciya geoprostranstva: priroda, hozyajstvo, obschestvo: materialy V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Volgograd, 2019, pp. 54–57.

9. Komarova I.A., Ivantsova E.A. Lesomeliorativnaya ocenka agrolandshaftov Sarpinskoj nizmennosti po dannym distancionnogo zondirovaniya [Forest Reclamation Assessment of Agricultural Landscapes of the Sarpinsk Lowland According to Remote Sensing Data]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2020, no. 9, pp. 7–12.

10. Kravtsova V.I. *Kosmicheskie metody issledovaniya pochv* [Space Methods of Soil Research]. Moscow, Aspekt Press Publ., 2005. 190 p.

11. Rulev A.S., Yuferev V.G. Prognozirovanie izmenenij sostoyaniya landshaftov v perehodnyh prirodnyh zonah [Forecasting Changes in the State of Landscapes in Transitional Natural Zones]. *Prirodnye I antropogennye izmeneniya aridnyh ekosistem I borba s opustynivaniem: trudy institute geologii*

Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. Вып. 67. Mahachkala, ALEF Publ., 2016, pp. 234-238.

12. Rulev A.S., Kanishev S.N., Shinkarenko S.S. Analiz sezonnoj dinamiki NDVI estestvennoj rastitel'nosti Zavolzh'ya Volgogradskoj oblasti [Analysis of Seasonal Dynamics of NDVI Natural Vegetation of the Volga Region of the Volgograd Region] *Sovremennye problem distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 113-123.

13. Shinkarenko S.S., Bodrova V.N., Sidorova N.V. Vliyanie ekspozicii sklonov na sezonnyu dinamiku vegetacionnogo indeksa NDVI posevnyh ploschadej [The Influence of Slope Exposure on the Seasonal Dynamics of the Vegetation Index NDVI of Acreage]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka I vysshee professional'noe obrazovanie*, 2019, no. 1, pp. 96-105.

14. Puig A.S., Antichi D., Warren D.R., Rallo G. Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate the Effect of Different Soil Management Treatments over Rainfed Vineyards in Chianti Terroir. *Remote Sensing*, 2021, vol. 13(4):716, pp. 1-25.

15. Kopačková-Strnadová V., et al. Canopy Top, Height and Photosynthetic Pigment Estimation Using Parrot Sequoia Multispectral Imagery and the Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Remote Sensing*, 2021, vol. 13(4):705, pp. 1-27.

16. Yuferev V.G., Zavalin A.A., Pleskachev Yu.N., Vdovenko A.V., Fomin S.D., Vorontsova E.S. Degradation of Landscapes in the South of the Privolzhsky Upland. *Journal of Forest Science*. 2019. no. 65, pp. 195-202.

17. Sumfleth K., Duttman R. Prediction of Soil Property Distribution in Paddy Soil Landscapes Using Terrain Data and Satellite Information as Indicators. *Ecol. Indic*, 2008, vol. 8. no. 5, pp. 485-501.

Information About the Authors

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

Irina A. Komarova, Postgraduate Student, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, irinafgh@rambler.ru

Информация об авторах

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

Ирина Анатольевна Комарова, аспирант, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, irinafgh@rambler.ru



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

UDC 55

LBC 26.8

MAPPING OF LANDSCAPE FIRES IN THE MEKONG DELTA ¹

Ruslan N. Berdengaliev

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

Abstract. The article presents the results of the analysis of the spatial-temporal dynamics of wildfires within the boundaries of the economic region “Mekong Delta” in the south-west of the Republic of Vietnam for the period from 2001-2020. according to various information products of satellite monitoring based on data MODIS spatial resolution 250-1000 m and Landsat resolution 30 m. Mapping of burnt-out areas was performed and the recurrence of fires was determined for 13 provinces of the Mekong Delta. In the future, this will allow us to determine the influence of natural and anthropogenic factors on the burnability of the territory, as well as to study the consequences of pyrogenic effects on landscapes. According to various information products of the burnt areas, the total area of the hares ranged from 1 to 8.7 million hectares or from 15 to 37 % of the entire territory. Data on the recurrence of fires during the study period were obtained, which allows us to find out in which areas fires occur most often. The maximum frequency of fires is typical for Anjiang Province, located in the north of the region. The ability to harvest rice 2-3 times a year creates prerequisites for burning rice straw in the fields. This is probably why the increased frequency of fires and the burning of the most agricultural-developed provinces of the Mekong Delta are associated with this. This indicates the high importance of fires as an exogenous factor for the ecosystems of the lower Mekong in the conditions of climate change. In the future, an analysis of the dynamics of the territory’s burnability under the influence of climatic and hydrological factors may be carried out, considering the peculiarities of agricultural use of the Mekong Delta territory.

Key words: landscape fires, Mekong Delta, remote sensing, FIRMS, MCD64A1, GABAM, FireCCI51.

Citation. Berdengaliev R.N. Mapping of Landscape Fires in the Mekong Delta. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 47-54. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

УДК 55

БКК 26.8

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

В ДЕЛЬТЕ РЕКИ МЕКОНГ ¹

Руслан Нурланович Берденгалиев

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

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа пространственно-временной динамики природных пожаров в границах экономического региона «Дельта реки Меконг» на юго-западе Республики Вьетнам за период с 2001–2020 гг. по данным различных информационных продуктов спутникового мониторинга, основанных на данных MODIS пространственного разрешения 250–1000 м и Landsat разрешения 30 м. Выполнено картографирование выгоревших площадей и определена повторяемость пожаров для 13 провинций дельты Меконга. В дальнейшем это позволит определить влияние природных и антропогенных факторов на горимость территории, а также изучить последствия пирогенного воздействия на ландшафты. По данным разных информационных продуктов выгоревших площадей суммарная площадь гарей составила от 1 до 8,7 млн га или от 15 до 37 % всей территории. Получены данные повторяемости пожаров в течение исследуемого периода, что позволяет узнать на каких участках, пожары происходят чаще всего. Максимальная частота пожаров характерна для провинции Анзянг, расположенной на севере региона. Возможность получать уро-

жаи риса 2-3 раза в год создает предпосылки для выжигания рисовой соломы на полях. Вероятно, именно с этим связана повышенная частота пожаров и горимость наиболее сельскохозяйственно-освоенных провинций дельты реки Меконг. Это свидетельствует о высокой значимости пожаров как экзогенного фактора для экосистем нижнего течения Меконга в условиях изменения климата. В будущем может быть проведен анализ динамики горимости территории под влиянием климатических и гидрологических факторов с учетом особенностей сельскохозяйственного использования территории дельты реки Меконг.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, дельта реки Меконг, дистанционное зондирование, FIRMS, MCD64A1, GABAM, FireCCI51.

Цитирование. Берденгалиев Р.Н. Картографирование ландшафтных пожаров в дельте реки Меконг // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 47–54. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

В условиях глобального изменения климата и растущего антропогенного воздействия существует необходимость в мониторинге состояния окружающей среды и откликов природы на воздействие экзогенных факторов. Для этих целей широко распространено применение средств дистанционного зондирования Земли, поскольку они позволяют проводить ретроспективный анализ при отсутствии наземных наблюдений, существенно сокращают стоимость и время получения данных, также могут выполняться в оперативном режиме в зависимости от источников данных.

Пойменные и дельтовые ландшафты крупных рек очень сильно зависят как от климатических изменений, которые определяют и гидрологический режим рек, так и от регулирования речного стока. С давних пор строятся дамбы и плотины для регулирования гидрологического режима, что ведет к изменениям сезонных особенностей пойменного режима: смещаются сроки половодья, снижается высота и длительность стояния воды на пойме, падает уровень грунтовых вод [12]. В зоне влияния гидротехнических сооружений из-за подпора, наоборот, уровень грунтовых вод повышается [14], что приводит к подтоплению и заболачиванию территории. В результате природные ландшафты деградируют. Установлено влияние гидрологического режима пойм и на горимость ландшафтов: недостаточная водность половодья приводит к обсыханию водно-болотных угодий, что увеличивает пожарную опасность [3].

Одной из самых освоенных речных дельт является дельта реки Меконг во Вьетнаме. Трансграничное расположение речного бассейна и каскад водохранилищ и плотин в разных государствах приводят к нерациональному управлению водными ресурсами реки [10].

В результате в нижнем течении Меконга падает уровень воды, увеличивается влияние приливно-отливных явлений, что влечет рост засоления почв. Экологические проблемы дельты Меконга, вызванные изменением гидрологического режима реки, изучены достаточно хорошо [4]. Но исследований пожарного режима ландшафтов нижнего течения реки Меконг практически не проводилось, а официальная статистика охватывает только лесные пожары [9]. Необходимость учета выброса парниковых газов при пожарах также дополняет актуальность исследований закономерностей горимости ландшафтов и определения выгоревших площадей.

Целью данного исследования является анализ многолетней динамики выгоревших площадей в дельте реки Меконг по данным дистанционного зондирования Земли за 2001-2020 гг. В дальнейшем это позволит определить влияние природных и антропогенных факторов на горимость территории, а также изучить последствия пирогенного воздействия на ландшафты.

Объект, материалы и методика исследований

Исследование проводилось в границах экономического региона «Дельта реки Меконг» (ДРМ) на юго-западе Республики Вьетнам. Регион имеет административно-территориальное деление на 13 провинций общей площадью свыше 39 тыс. км² (см. рис. 1). Река Меконг одна из двух крупных рек Вьетнама, протоки которой протекают по равнине Намбо и впадает в Южно-Китайское море [4].

Дельта Меконга имеет влажный тропический муссонный климат с отчетливыми сезонами дождей и засухи. Сезон дождей

длится с мая по ноябрь, а сухой сезон – с декабря по апрель. Среднемесячная температура колеблется от 25 °С до 29 °С. Среднегодовое количество осадков в дельте составляет примерно 1800 мм, из которых более 90 % приходится на сезон дождей [11].

Регион исследования практически полностью используется в сельском хозяйстве [4]. Дельта Меконга является ключевым сельскохозяйственным регионом Вьетнама, на долю которого приходится половина национального производства риса, в то время как водно-болотные угодья в дельте обеспечивают ресурсы, такие как лекарства, продукты питания (рыба и креветки) и др. Также регион включает в себя множество различных типов естественной растительности и землепользования. Среди этих типов лесные массивы, которые составляют 6,1 %. Лесные пожары представляют собой растущую угрозу в регионе из-за усиления засухи и повышения температуры в результате изменения климата. Период пожаров в дельте Меконга приходится на сухой сезон, пик которого приходится на март. По данным [9], с 1995 по 2016 год в общей сложности более 200 тыс. га леса было уничтожено пожарами. Лесные пожары оказали особенно серьезное воздействие на водно-болотные угодья: в 2002 году катастрофические пожары уничтожили около 2800 га и 3300 га насаждений чайного дерева (*Melaleuca* sp.) в национальных

парках «Ю Мин Ха» и «Ю Мин Тхыонг» соответственно [9].

В данной работе проведен анализ пространственно-временной динамики природных пожаров на исследуемой территории за период с 2001-2020 года по данным различных информационных продуктов спутникового мониторинга, основанных на данных MODIS пространственного разрешения 250-1000 м и Landsat разрешения 30 м [5–7; 13]. Геоинформационная обработка данных ДЗЗ была выполнена в программе QGIS3. Статистические результаты получены и обработаны в Microsoft Office Excel.

Исследование основано на многолетнем архиве данных информационных продуктов детектирования активного горения FIRMS и выгоревших площадей MCD64A1, FireCCI51 и GABAM за 2001–2020 гг. Данные продукты достаточно широко применяются в исследованиях ландшафтных пожаров [1–3; 8; 9].

Данные активного горения (горячие точки, ГТ) основаны на результатах обработки изображений прибора MODIS разрешения 1000 м (спутники Terra и Aqua). В атрибутивной информации каждой ГТ содержатся сведения о дате и времени фиксации, на основе которых был определен год и месяц пожара [6]. Пиксели MODIS, которые были отнесены к ГТ, объединялись в один объект на основе данных о сезоне и годе пожара.

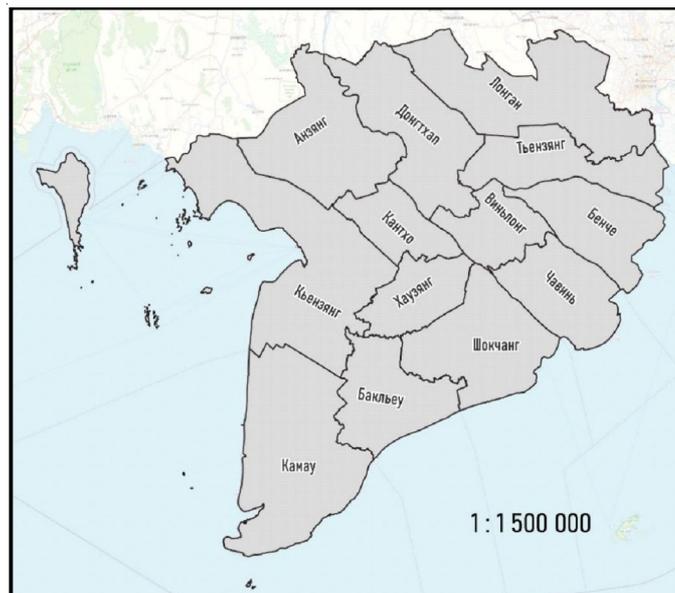


Рис. 1. Территория исследования

Остальные три информационных продукта являются результатами картографирования выгоревших площадей. Данные MCD64A1 и FireCCI51 основаны на материалах FIRMS и имеют разрешение 500 и 250 м соответственно. GABAM получен по данным Landsat разрешения 30 м [5]. Первые два набора данных представлены растровыми месячными композитами с датой выгорания в значениях пикселей, что позволяет определить период пожара. Данные GABAM являются годовыми композитами, поэтому для них невозможно определение сезонности пожаров. Все исходные данные детектирования пожаров были переведены в векторный формат и пересечены электронной картой границ провинций. После чего были рассчитаны площади пожаров в провинциях региона.

Результаты и обсуждение

В результате геоинформационной обработки данных детектирования активного го-

рения и выгоревших площадей получена серия электронных карт пройденной огнем площади за 2001–2020 гг. (рис. 2).

Из всех четырех продуктов, значения выгоревшей площади по данным MCD64A1 сильно завышены, когда по продукту GABAM данные значительно меньше по отношению к другим (рис. 3, табл. 1). Как ранее было показано, продукт MCD64A1 имеют пространственное разрешение 500 м [13], а GABAM основан на данных Landsat, временное разрешение которого один раз в 8–16 дней [1; 5]. С этим и связана такая разница в значениях. По трем продуктам, кроме GABAM площади пожаров за период исследования значительно растут, 2015 г. является самым пожароопасным.

Большая часть пожаров приходится на провинцию Анзянг, общая площадь гарей за весь период исследований по различным данным составляет от 1076,6 тыс. га (по данным GABAM) до 8720,4 тыс. га (по данным MCD64A1). Это связано с хозяйственным освоением региона, провинция Анзянг лиди-

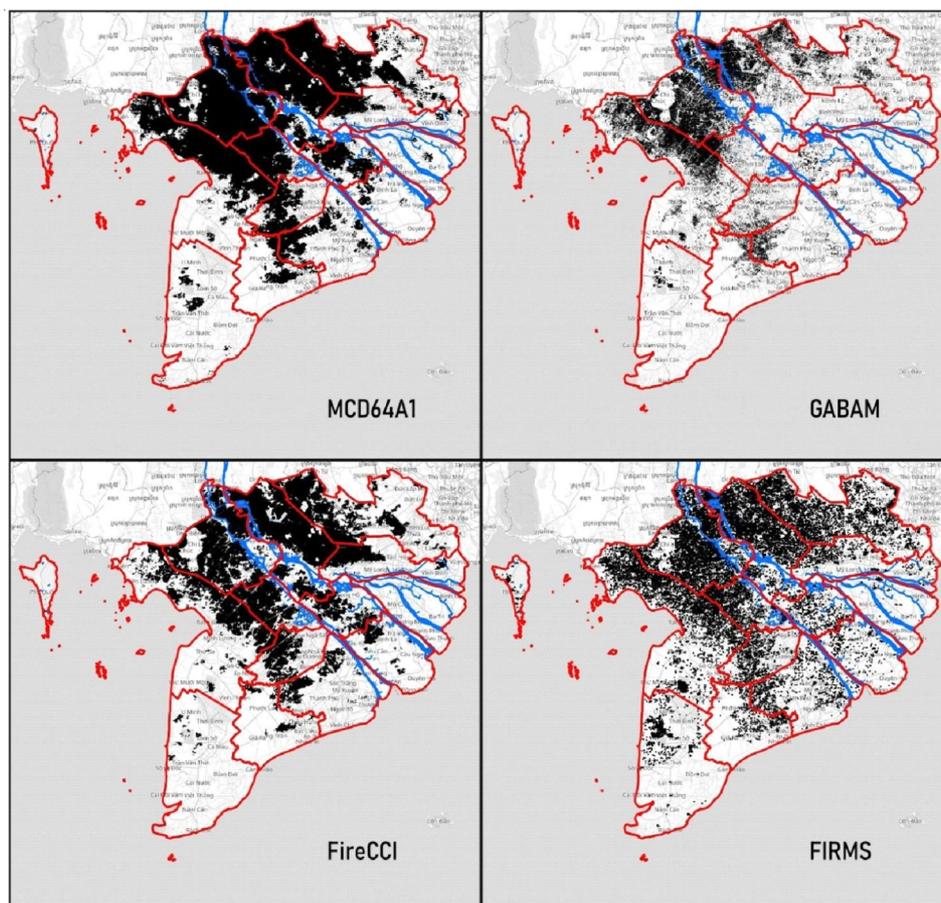


Рис. 2. Суммарная выгоревшая площадь с 2001–2020 гг. по разным данным

рует по производству риса. На севере региона находятся фруктовые сады и крупнейшие леса чайных деревьев Чашы, Танлап, Сеокиут, Гаозёнг. По данным статьи Mondal A. [11], использование продукта земного покрова показывает, что на севере региона находятся естественные леса и рисовые поля, а на юго-востоке вдоль побережья распространены креветочные фермы и мангровые заросли. Таким образом, наибольшей горимостью характеризуются наиболее освоенные в сельскохозяйственном отношении земли, а также леса. Переувлажненные побережья, занятые

мангровыми лесами, а также земли отведенные под производство аквакультур практически не горят из-за наличия водной поверхности.

Всего за весь период исследования общая площадь, пораженная огнем, варьируется от 15 (по данным GABAM) до 37 % (по данным MCD64A1) от всей площади территории исследования. С помощью пересечения годовых слоев всех продуктов были получены данные повторяемости пожаров в течение исследуемого периода (см. рис. 4). Это позволяет узнать на каких территориях пожары происходят чаще всего. Максимальная час-



Рис. 3. Динамика площади пожаров в 2001–2020 гг. по различным данным

Таблица 1

Площадь пожаров за 2001–2020 гг. в провинциях дельты реки Меконг

Провинции		Площадь, тыс. га			
№	Названия	MCD64A1	FireCCI	FIRMS	GABAM
1	Виньлонг	194,8	110,2	60	18,1
2	Чавинь	19,3	42,3	40,2	3,3
3	Тьензянг	137,3	197,2	102,2	1,8
4	Шокчанг	124,4	77,4	105,8	37,2
5	Лонган	1242,4	491,4	450,4	123,6
6	Кьензянг	1346,8	384,2	485,6	300,6
7	Хаузянг	154,5	112,3	95,3	23
8	Донгтхап	1852,8	1004,7	470,2	176,8
9	Кантхо	690,9	255,5	157,3	48
10	Камау	23,4	9,1	126,4	9,9
11	Бенче	3,8	0,1	20,1	0,1
12	Бакльеу	62,3	19,2	55,2	17,8
13	Анзянг	2867,8	602,5	515,4	316,3
Всего		8720,4	2684	3306	1076,6

тота пожаров также характерна для провинции Анзянг. Возможность получать урожай риса 2-3 раза в год создает предпосылки для выжигания рисовой соломы на полях. Видимо, именно с этим связана повышенная частота пожаров и горимость наиболее сельскохозяйственно-освоенных провинций дельты реки Меконг.

Заключение

В результате исследований выполнено картографирование выгоревших площадей в дельте реки Меконг за 2001–2020 годы. По данным разных информационных продуктов выгоревших площадей суммарная площадь гарей составила от 1 до 8,7 млн га или от 15 до 37 % всей территории. Это свидетельствует о высокой значимости пожаров как экзогенного фактора для экосистем нижнего течения Меконга.

Распространение пожаров связано с хозяйственным освоением территории. Наибольшее количество пожаров зафиксировано в провинциях, в которых преобладают рисовые поля.

Ежегодные сельскохозяйственные палы проводятся для выжигания рисовой соломы, поскольку здесь возможно получение 2–3 урожаев риса в год.

В дальнейшем может быть проведен анализ динамики горимости территории под влиянием климатических и гидрологических факторов с учетом особенностей сельскохозяйственного использования территории дельты реки Меконг.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН Эколан Э-3.7, раздел «Оценка существующих систем и технологий мониторинга гидрологической ситуации и состояния ландшафтов в нижнем течении реки Меконг».

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS Ecolan E-3.7, section “Assessment of existing systems and technologies for monitoring the hydrological situation and the state of landscapes in the lower reaches of the Mekong River”.

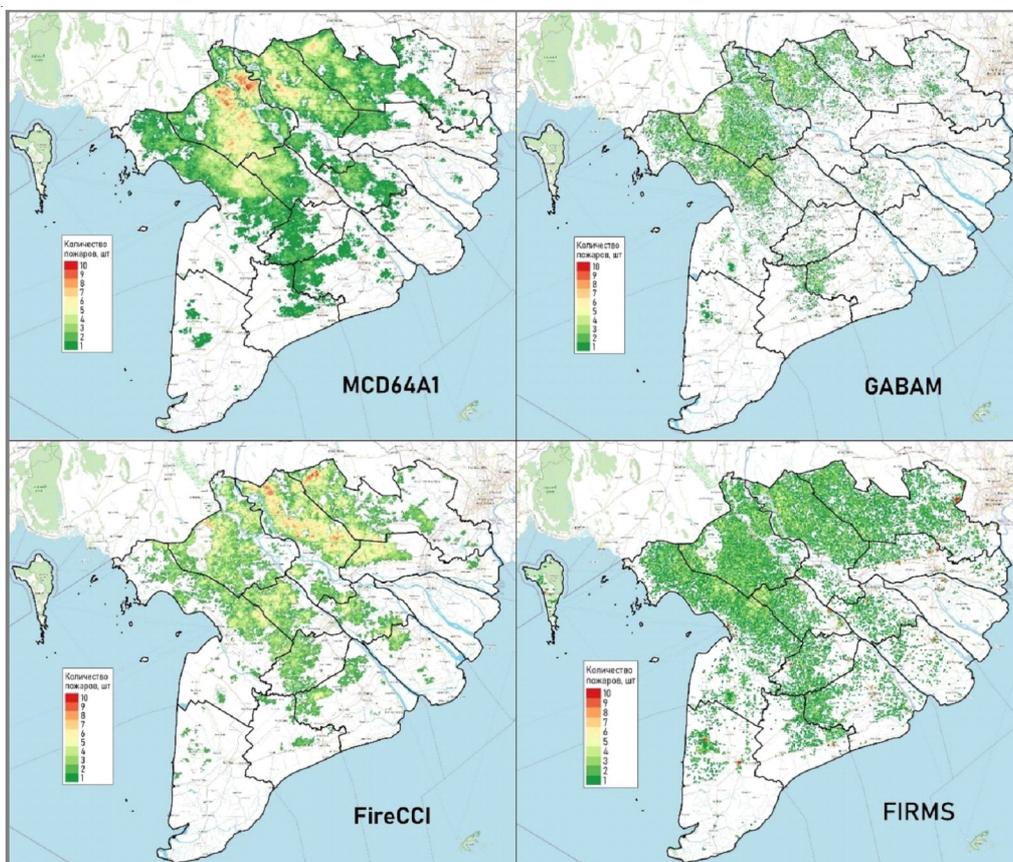


Рис. 4. Повторяемость пожаров с 2001–2020 гг. по различным продуктам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берденгалиева, А. Н. Анализ горимости пойменных ландшафтов нижней Волги по данным информационных продуктов спутникового детектирования активного горения и выгоревших площадей / А. Н. Берденгалиева // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 346–358. – DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358>
2. Берденгалиева, А. Н. Тренды горимости пойменных ландшафтов Нижнего Дона по данным дистанционного зондирования / А. Н. Берденгалиева, Р. Н. Берденгалиев // *Природные системы и ресурсы*. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 67–76. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8>
3. Пространственно-временной анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги / С. С. Шинкаренко [и др.] // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 143–157. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>
4. Рогожина, Н. Г. Экологические и социальные проблемы дельты реки Меконг во Вьетнаме / Н. Г. Рогожина // *Вьетнамские исследования: электронный научный журнал*. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 37–45. – DOI: <https://doi.org/10.54631/VS.2022.62-101585>
5. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine / T. Long [et al.] // *Remote Sensing*. – 2019. – № 11. – P. 489. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11050489>
6. An Active-Fire Based Burned Area Mapping Algorithm for the MODIS Sensor / L. Giglio [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2020. – Vol. 113. – P. 408–420. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.006>
7. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel Product, Version 5.1 / E. Chuvieco, M. L. Pettinari, J. Lizundia-Loiola [et al.] // *Centre for Environmental Data Analysis*. – 2018. – DOI: <https://doi.org/10.5285/58f00d8814064b79a0c49662ad3af537>
8. Estimating Long-Term Average Carbon Emissions from Fires in Non-Forest Ecosystems in the Temperate Belt / A. Ostroukhov, E. Klimina, V. Kuptsova [et al.] // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14, № 5. – P. 1197. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14051197>
9. Fire Danger Assessment Using Geospatial Modelling in Mekong Delta, Vietnam: Effects on Wetland Resources / A.T.N. Dang [et al.] // *Remote Sensing Applications Society and Environment*. – 2021. – Vol. 21. – P. 100456. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100456>
10. Flood Mapping and Flood Dynamics of the Mekong Delta: ENVISAT-ASAR-WSM Based Time Series

- Analyses / C. Kuenzer [et al.] // *Remote Sensing*. – 2013. – Vol. 5, no. 2. – P. 687–715. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs5020687>
11. Mondal, A. Land Use, Climate, and Water Change in the Vietnamese Mekong Delta (VMD) Using Earth Observation and Hydrological Modeling / A. Mondal, M.H. Le, V. Lakshmi // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. – 2022. – Vol. 42. – P. 101132. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101132>
12. Solodovnikov, D. A. Present-Day Hydrological and Hydrogeological Regularities in the Formation of River Floodplains in the Middle Don Basin / D. A. Solodovnikov, S. S. Shinkarenko // *Water Resources*. – 2020. – Vol. 47, no. 6. – P. 977–986. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S0097807820060135>
13. The Collection 6 MODIS Burned Area Mapping Algorithm and Product / L. Giglio [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2018. – Vol. 217. P. 72–85. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.005>
14. The Effects of River Control and Climatic and Hydrological Changes on the State of Floodplain and Delta Ecosystems of the Lower Don / Zh. V. Kuzmina [et al.] // *Arid Ecosystems*. – 2022. – Vol. 12. – No. 4. – P. 361–373. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118040066>

REFERENCES

1. Berdengalieva A.N. Analiz gorimosti poimennykh landshaftov nizhnei Volgi po dannym informatsionnykh produktov sputnikovogo detektirovaniia aktivnogo goreniia i vygorevshikh ploshchadei [Analysis of the Lower Volga Floodplain Landscapes Burning According to Active Fire and Burnt Areas Satellite Data]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii "InterKarto. InterGIS"* [Proceedings of the International Conference "InterCarto. InterGIS"], 2022, vol. 28, no. 1, pp. 346-358. DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358>
2. Berdengalieva A.N., Berdengaliev R.N. Trendy gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnego Dona po dannym distantsionnogo zondirovaniia [Burning Trends of the Lower Don Floodplain Landscapes According to Remote Sensing Data]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8>
3. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Ivanov N.M. Prostranstvenno-vremennoi analiz gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnei Volgi [Spatio-Temporal Analysis of Burnt Area in the Lower Volga Floodplain]. *Sovremennye problemy*

distantnyonnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2022, vol. 19, no. 1, pp. 143-157. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>

4. Rogozhina N. G. Ekologicheskie i sotsialnye problemy delty reki Mekong vo Vetname [Socio-environmental problems of the Mekong delta in Vietnam]. *Vetnamskie issledovaniia: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Russian Journal of Vietnamese Studies]. 2022, vol. 6, no. 2, pp. 37-45. DOI: <https://doi.org/10.54631/VS.2022.62-101585>

5. Long T., Zhang Z., He G., 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>

6. Giglio L., Loboda T., Roy D.P., et al. An Active Fire Based Burned Area Mapping Algorithm for the MODIS Sensor. *Remote Sensing of Environment*, 2020, vol. 113, pp. 408-420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.006>

7. Chuvieco E., Pettinari M.L., Lizundia-Loiola J., et al. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1. *Centre for Environmental Data Analysis*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5285/58f00d8814064b79a0c49662ad3af537>

8. Ostroukhov A., Klimina E., Kuptsova V., Naito D. Estimating Long-Term Average Carbon Emissions from Fires in Non-Forest Ecosystems in the Temperate Belt. *Remote Sensing*, 2022, vol. 14, no. 5, p. 1197. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14051197>

9. Dang A.T.N., Kumar L., Reid M., Mutanga O. Fire Danger Assessment Using Geospatial Modelling

in Mekong Delta, Vietnam: Effects on Wetland Resources. *Remote Sensing Applications Society and Environment*, 2021, vol. 21, p. 100456. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100456>

10. Kuenzer C., Guo H., Huth J., Leinenkugel P., Li X., Dech S. Flood Mapping and Flood Dynamics of the Mekong Delta: ENVISAT-ASAR-WSM Based Time Series Analyses. *Remote Sensing*, 2013, vol. 5, no. 2, pp. 687-715. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs5020687>

11. Mondal A., Le MH., Lakshmi V. Land Use, Climate, and Water Change in the Vietnamese Mekong Delta (VMD) Using Earth Observation and Hydrological Modeling. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2022, vol. 42, p. 101132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101132>

12. Solodovnikov D.A., Shinkarenko S.S. Present-Day Hydrological and Hydrogeological Regularities in the Formation of River Floodplains in the Middle Don Basin. *Water Resources*, 2020, vol. 47, no. 6, pp. 977-986. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0097807820060135>

13. Giglio L., Boschetti L., David P.R., et al. The Collection 6 MODIS Burned Area Mapping Algorithm and Product. *Remote Sensing of Environment*, 2018, vol. 217, pp. 72-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.005>

14. Kuzmina Zh.V., Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Markov M.L. The Effects of River Control and Climatic and Hydrological Changes on the State of Floodplain and Delta Ecosystems of the Lower Don. *Arid Ecosystems*, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 361-373. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118040066>

Information About the Author

Ruslan N. Berdengaliev, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, berdengaliev-r@vfanc.ru

Информация об авторе

Руслан Нурланович Берденгалиев, лаборант-исследователь лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, berdengaliev-r@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 I полугодие 2023 года осуществляется по «Объединенному каталогу. Пресса России. Газеты и журналы». Т. 1. Подписной индекс 29087.

Стоимость подписки на I полугодие 2023 года 1066 руб. 20 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



41 >