

**НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ**

---

**SCIENTIFIC AGRONOMY  
JOURNAL**

**4 (115) 2021**

Волгоград  
2021

Федеральный научный центр  
агроэкологии Российской академии наук

**Победителем конкурса**

на соискание медали

имени выдающегося агролесомелиоратора

**Анатолия Васильевича Альбенского**

за научные достижения в области  
агролесомелиорации и защитного лесоразведения

объявляется

**Бартенев Иван Михайлович**

Заслуженный лесовод Российской Федерации,  
Почетный работник леса, академик РАН,  
доктор технических наук, профессор Воронежского  
государственного лесотехнического университета  
имени Г.Ф. Морозова

Победитель награждается

(посмертно)

**медалью имени А.В. Альбенского**

за научные работы, имеющие крупное теоретическое  
и практическое значение, а также дипломом  
установленного образца

# Научно-агрономический журнал

## Научно-практический журнал

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения  
Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Главный редактор: Солонкин А.В., д.с.-х.н.

Научные специальности и отрасли наук:

- 1.5.15. – Экология (сельскохозяйственные и биологические науки),
- 4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение,  
лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

### Редакционный совет:

Беляев А.И., д.с.-х.н., профессор, ФНЦ агроэкологии РАН, Россия  
Беленков А.И., д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия  
Еремин Г.В., д.с.-х.н., академик РАН, Крымская ОСС – филиал ВИР, Россия  
Кружилин И.П., д.с.-х.н., профессор, ФГБНУ ВНИИОЗ, Россия  
Кулик К.Н., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, ФНЦ агроэкологии РАН, Россия  
Мелихов В.В., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН, ФГБНУ ВНИИОЗ, Россия  
Муканов Б.М., д.с.-х.н., профессор, КазНИИЛХА, Республика Казахстан  
Сложенкина М.И., д.б.н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Поволжский НИИММП», Россия  
Турусов В.И., д.с.-х.н., академик РАН, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Россия

### Редакционная коллегия:

|  |   |
|--|---|
| Барабанов А.Т., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН        | Манаенков А.С., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН   |
| Белицкая М.Н., д.б.н., ФНЦ агроэкологии РАН            | Нефедьева Е.Э., д.б.н., ФГБОУ ВО ВолгГТУ  |
| Беляков А.М., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН          | Оконов М.М., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО КалмГУ   |
| Воронина В.П., д.с.-х.н., к.б.н., ФГБОУ ВО ВолГАУ      | Питоня А.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН  |
| Гурова О.Н., к.с.-х.н., Комитет с/х Волгоградской обл. | Рахимжанов А.Н., к.с.-х.н., ТОО «КазНИИЛХА<br>им. А.Н. Букейхана», Республика Казахстан |
| Желтобрюхов В.Ф., д.т.н., ФГБОУ ВО ВолгГТУ             | Рулева О.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН  |
| Зайцев В.Г., к.б.н., ФНЦ агроэкологии РАН              | Сагалаев В.А., д.б.н., ФГБОУ ВО ВолГУ   |
| Зеленев А.В., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО ВолГАУ               | Смутнев П.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН   |
| Зеленская Г.М., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО Донской ГАУ        | Срослова Г.А., к.б.н., ФГАОУ ВО ВолГУ   |
| Иванцова Е.А., д.с.-х.н., ФГАОУ ВО ВолГУ               | Тютюма Н.В., д.с.-х.н., ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»   |
| Иванченко Т.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН        | Юферев В.Г., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН  |
| Кошелев А.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН          |   |
| Кулик А.К., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН            |   |

Ответственный редактор Леонтьева Е.Е.

Перевод на английский: Хныкин А.С.

Адрес издателя и редакции: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

E-Mail: info@vfanc.ru <https://vfanc.ru/>

© ФНЦ агроэкологии РАН

© Научно-агрономический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-76293 от 12 июля 2019 г. присвоен Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN 2500-0047

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.000

Печатается в копировально-множительном бюро ФНЦ агроэкологии РАН

Адрес: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

Тираж 500 экз. Заказ 14, подписано в печать 22 декабря 2021 г. Дата выпуска 23 декабря 2021 г.

Журнал выходит 4 раза в год и распространяется по адресной рассылке,  
а также на выставках и ярмарках агропромышленной тематики. Цена свободная.

Подписной индекс ПР354

Издатель не несет ответственности за достоверность данных, предоставленных в опубликованных материалах.  
При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

# Scientific Agronomy Journal

## Research and Practice Journal

Founder and publisher: Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»  
(FSC of Agroecology RAS)

Editor-in-Chief: **Solonkin A.V.**, D.S-Kh.N.

Scientific specialties and branches of science:

- 1.5.15. – Ecology (agricultural and biological sciences),
- 4.1.1. – Common land cultivation and crop production (agricultural sciences),
- 4.1.2. – Breeding, seed breeding and plant biotechnology (agricultural sciences),
- 4.1.6. – Forest science, forestry, forest crops, agroforestry melioration, greening, forest pyrology and taxation (agricultural sciences)

### Editorial Council:

**Belyaev A.I.**, D.S-Kh.N., Professor, FSC of Agroecology RAS, Russia  
**Belenkov A.I.**, D.S-Kh.N., Professor, RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, Russia  
**Eremin G.V.**, D.S-Kh.N., Academician of RAS, Krymsk experimental breeding station – branch of the VIR, Russia  
**Kruzhillin I.P.**, D.S-Kh.N., Academician of RAS, Professor, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Russia  
**Kulik K.N.**, D.S-Kh.N., Academician of RAS, Professor, FSC of Agroecology RAS, Russia  
**Melikhov V.V.**, D.S-Kh.N., RAS corr. member, «All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture» (FSBI VNIIOZ), Russia  
**Mukanov B.M.**, D.S-Kh.N., Academician of NAS of Kazakhstan, Professor, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Scientific Consultant, Republic of Kazakhstan  
**Slozhenkina M.I.**, D.B.N., RAS corr. member, Professor, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP), Russia  
**Turusov V.I.**, D.S-Kh.N., Academician of RAS, Voronezh FANC named after V. V. Dokuchaev, Russia

### Editorial Board:

|   |   |
|---|---|
| <b>Barabanov A.T.</b> , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS                     | <b>Manayenkov A.S.</b> , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS  |
| <b>Belitskaya M.N.</b> , D.B.N., FSC of Agroecology RAS                       | <b>Nefed'eva E.E.</b> , D.B.N., Volgograd State Technical University                                    |
| <b>Belyakov A.M.</b> , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS                      | <b>Okonov M.M.</b> , D.S-Kh.N., Kalmyk State University   |
| <b>Voronina V.P.</b> , D.S-Kh.N., K.B.N., Volgograd State Agrarian University | <b>Pitonya A.A.</b> , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS   |
| <b>Gurova O.N.</b> , K.S-Kh.N., Com. of Agriculture of the Volgograd region   | <b>Rakhimzhanov A.N.</b> , K.S-Kh.N., Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry |
| <b>Zheltobruykhov V.E.</b> , D.T.N., Volgograd State Technical University     | <b>Ruleva O.V.</b> , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS  |
| <b>Zaitsev V.G.</b> , K.B.N., FSC of Agroecology RAS                          | <b>Sagalayev V.A.</b> , D.B.N., Volgograd State University  |
| <b>Zelenev A.V.</b> , D.S-Kh.N., Volgograd State Agrarian University          | <b>Smutnev P.A.</b> , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS   |
| <b>Zelenskaya G.M.</b> , D.S-Kh.N., Don State Agrarian University             | <b>Sroslova G.A.</b> , K.B.N., Volgograd State University   |
| <b>Ivantsova E.A.</b> , D.S-Kh.N., Volgograd State University                 | <b>Tyutyuma N.V.</b> , D.S-Kh.N., Caspian Agrarian FSC of RAS   |
| <b>Ivanchenko T.V.</b> , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS                    | <b>Yuferev V.G.</b> , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS   |
| <b>Koshelev A.V.</b> , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS                      |   |
| <b>Kulik A.K.</b> , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS                         |   |

Managing Editor: Leontyeva E.E.  
Translation into English: Khnyckin A.S.

Publisher's Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97  
e-mail: [info@vfanc.ru](mailto:info@vfanc.ru) <https://vfanc.ru/>

© FSC of Agroecology RAS  
© Scientific Agronomy Journal

In the registration of registers, the entry PI number FS77-76293 dated July 12, 2019.  
The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications

ISSN 2500-0047 DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.000

Published by FSC of Agroecology RAS  
Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97

Circulation 500 copies. Order 14, signed to print on 22 December 2021. Date of issue 23 December 2021  
The journal is published 4 times a year and distributed through an address list and at agro-industrial exhibitions and fairs.

The price is free.

Subscription index IIP354

The publisher is not responsible for the credibility of the data in the published materials.  
Reprints of the materials must include a reference to the journal.

## Содержание

## Content

*Агролесомелиорация*

- А.С. Манаенков, А.С. Пономарев.**  
Количественная оценка экотопов Волго-Ахтубинской поймы по лесопригодности и условиям облесения культурами сосны.....6

*Земледелие, растениеводство*

- А.М. Беляков, М.В. Назарова.** Поиск эффективного механизма инновационно-технологического обеспечения АПК Волгоградской области.....13

- А.С. Межевова, Е.В. Волчкова, А.С. Азаров.** Физико-химические свойства, микроструктура осадка сточных вод, изучение его влияния на продуктивность сафлора при различной обработке почвы.....18

- А.С. Хныкин, Д.И. Арчаков.** Влияние пастбищной растительности на водный баланс лизиметрических моделей.....25

*Экология*

- К.П. Синельникова.** Пространственный анализ деградации агроландшафтов Донской гряды.....30

- Д.П. Ар'ков, А.А. Сухов, А.И. Беляев, Д.Н. Никифорова, А.П. Истомин, А.Г. Жихарев, Е.А. Антасова.** Обследование ограждающих конструкций насосной станции геофизическими методами.....35

*Селекция, семеноводство*

- О.А. Никольская, А.В. Солонкин.** Фазы покоя и зимостойкость диплоидных слив в Нижнем Поволжье.....42

- От редакции*.....48

*Agroforestry melioration*

- A.S. Manayenkov, A.S. Ponomarev.**  
Quantitative Assessment of the Volga-Akhtuba Floodplain Ecotopes By Forest Suitability and Afforestation Conditions with Pine Crops.....6

*Land cultivation, crop production*

- A.M. Belyakov, M.V. Nazarova.** Search for an Effective Mechanism of Innovative and Technological Support of the Agroindustrial Complex in Volgograd Region.....13

- A.S. Mezhevova, E.V. Volchkova, A.S. Azarov.** Physico-Chemical Properties, Microstructure of Sewage Sludge, Study of Its Effect on Safflower Productivity During Various Tillage.....18

- A.S. Khnyckin, D.I. Archakov.** Pasture Plants Influence on Lysimetric Models Water Balance.....25

*Ecology*

- K.P. Sinelnikova.** Spatial Analysis of the Don Ridge Agricultural Landscapes Degradation.....30

- D.P. Ar'kov, A.A. Sukhov, A.I. Belyayev, D.N. Nikiforova, A.P. Istomin, A.G. Zhikharev, Ye.A. Antyasova.** Examination of the Pumping Station Enclosing Structures By Geophysical Methods.....35

*Breeding, seed breeding*

- O.A. Nikol'skaya, A.V. Solonkin.** Dormant Phases and Winter Hardiness of Diploid Plums in the Lower Volga Region.....42

- From the editorial board*.....48

## Количественная оценка экотопов Волго-Ахтубинской поймы по лесопригодности и условиям облесения культурами сосны

**Александр Сергеевич Манаенков**, д.с.-х.н., г.н.с., ORCID: 0000-0002-2084-2147, зав. лабораторией защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель; **Александр Сергеевич Пономарёв**✉, м.н.с., ponomarev-a@vfanc.ru, ORCID: 0000-0003-1885-9959, лаборатория защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*В современных условиях вследствие зарегулирования водного стока и антропогенного изменения рельефа поверхности территорий Волго-Ахтубинской поймы (строительство дорог, дамб, обвалование рекреационных участков и т.д.) площади ее затопления существенно уменьшились по сравнению с прошлыми годами, когда гидрологический режим Волги был близок к естественному. В это же время изменились лесорастительные свойства почв, что привело к становлению новых условий существования лесных экосистем Волго-Ахтубинской поймы. Участки гравитной поймы практически полностью лишились древесной растительности и частично перешли в категорию нелесных земель. Как правило, такие территории приурочены к руслам рек, ериков, озер и по природоохранным и хозяйственным соображениям подлежат облесению. По результатам наших исследований получены новые уточненные данные. Предварительно в 2006 и 2017-2020 гг. были изучены биологические особенности и экологические условия роста сосны обыкновенной на территории Волго-Ахтубинской поймы, на основе результатов этих исследований выделены 3 группы лесопригодности для облесения сосной: благоприятные, средние и наименее благоприятные. По данным лесоустройства удалось выделить 2055 га, не покрытых лесом земель лесного фонда, но потенциально пригодных под облесение культурами сосны. Дополнительно с помощью дешифрирования обнаружено 1401,1 га лесопригодных площадей различной степени пригодности для выращивания культур сосны.*

**Ключевые слова:** зарегулирование стока, остепнение экотопов, древостой, лесорастительные условия.

*Работа выполнена в рамках государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 0713-2021-0002 «Разработать научные основы, новые методы, модели и технологии эффективного лесомелиоративно-го освоения и многоцелевого использования низкопродуктивных и деградированных земель засушливой зоны Российской Федерации».*

Поступила в редакцию: 18.10.2021

Принята к печати: 06.12.2021

Лесорастительные условия определяют лесопригодность экотопов и представляют из себя комплекс физических, химических и гидрологических свойств почвы, грунтовых вод, особенностей окислительно-восстановительного режима почв, климат территории, оказывающий определяющее влияние на рост, состояние и продолжительность жизни древесной растительности [1,9].

Зарегулирование речного стока плотинами гидроэлектростанций, гидроузлов, других крупных гидротехнических сооружений и подчинение его режима отраслевым интересам неизменно ведет к негативному изменению условий жизнеобеспечения природных пойменных экосистем, их глубокой перестройке и, как правило, к снижению устойчивости и биологической продуктивности всего ландшафтообразующего комплекса низовий речных долин, переходу его в новое состояние [5].

Снижение уровня и качества лесистости пойменных земель – нежелательное явление. Остановить его можно только активизацией лесокультурных работ, что невозможно без всестороннего изучения и объективной оценки лесопригодности экотопов в условиях измененного гидрологиче-

ского режима.

Активизированные процессы лесовосстановления позволят сформировать устойчивые к деградации лесные, лесохозяйственные и другие виды угодий, поспособствовать решению экологических проблем, развить лесную инфраструктуру малолесных территорий [5, 6].

По данным государственного лесного реестра (ГЛР), средняя лесистость Волго-Ахтубинской поймы составляет 14,8% (39188 га), однако при исследовании территории с помощью данных сверхвысокого пространственного разрешения получено число 34367га (13,1%), что на 4821 га меньше, чем по данным ГЛР [2].

Цель исследования заключается в получении информации о площади и лесорастительном потенциале нарушенных и потенциально низкопродуктивных земель северной части Волго-Ахтубинской поймы.

**Материалы и методика исследований.** Лабораторные исследования выполнялись путем сбора, анализа и обобщения литературной, картографической информации, материалов земле- и лесоустройства. Изучения ростовых показателей

насаждений сосны проводились в 2017-2020 годах, а также использовались данные, полученные в 2006 году, изучались радиальные и линейные приросты модельных деревьев, а также период большого роста и другие показатели.

Работы по оценке лесорастительных площадей были проведена в 2 этапа:

1. Анализ данных лесоустройства.
2. Анализ картографических материалов и космических снимков, дешифрирование лесопригодных участков.

Первый этап заключался в поиске таксационных материалов и их анализе на предмет потен-

циально пригодных площадей, в первую очередь – это лесные земли, не покрытые лесом. Рассматривались данные трех лесничеств: Среднеахтубинского, Сахарного, Лещевского [4].

Количественные характеристики (площади) сводились в итоговые таблицы и обрабатывались математически.

Второй этап работы заключался в анализе картографических материалов и высокодетальных космических снимков. Пригодные участки дешифрировались по сравнению с ключевыми участками, т.е. подбирались по аналогии (Рис.1) [8, 3].



Рисунок 1. Ключевые участки

Материалы лесоустройства были привязаны к координатам и наложены на высокодетальные спутниковые снимки, анализировались участки,

не входящие в лесной фонд (Рис. 2). Работа выполнялась в свободной географической информационной системе с открытым кодом QGIS.



Рисунок 2. Привязанный к координатам фрагмент плана. Лесопригодные площади помечены белой штриховкой

Во внимание принималась близость к дренирующему руслу, характер поймы (приустьевая, переходная), высота поверхности (определялась по топографическим картам), особенности почвенного покрова (по почвенным картам) [7]. Учитывали бросовые земли, не занятые древесной растительностью, не задействованные в сельскохозяйственной деятельности как в текущий момент, так и в прошлом, определялось это ретроспективно путём анализа космических снимков за несколько лет, также не учитывались участки обвалованной поймы, сенокосы. Вероятность затопления выбранных участков контролировалась по весенне-летним снимкам Sentinel-2 [10].

Такие участки векторизовали и рассчитывали их площадь, и проводили классификацию на 3 класса лесопригодности под облесение сосной:

1. Наиболее благоприятные (хорошо дренируемые участки переходной поймы).
2. Средние (суглинки переходной поймы).
3. Наименее благоприятные (высоко гравистая пойма).

Подсчёт площадей контуров участков проводился на эллипсоиде WGS 84.

**Результаты и их обсуждение.** Общая площадь земель лесного фонда (Л.Ф.) в границах изучаемой территории Волго-Ахтубинской поймы составила 34347 га. Данные были распределены на земли лесные и нелесные (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение земель лесного фонда Волго-Ахтубинской поймы (в га) \*

| Лесничество               |                              | Сахарное                  | Среднеахтубинское | Лещёвское | Итого |         |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-------|---------|
| Общая площадь земель Л.Ф. |                              | 8766                      | 8577              | 17004     | 34347 |         |
| Лесные земли              | Покрытые лесом               | Итого                     | 4582,1            | 5694,9    | 9869  | 20146   |
|                           |                              | В т.ч. лесные культуры    | 663,9             | 664,8     | 770   | 2098,7  |
|                           | Несомкнувшиеся Л.К.          |                           | 2,4               | 4,6       | 34    | 41      |
|                           | Лесные питомники и плантации |                           | 23                | 0         | 16    | 39      |
|                           | Непокрытые лесом             | Редины                    | 0                 | 0         | 106   | 106     |
|                           |                              | Гари, погибшие насаждения | 23,9              | 88,4      | 14    | 126,3   |
|                           |                              | Вырубки                   | 54,7              | 7,8       | 185   | 247,5   |
|                           |                              | Прогалины, пустыри        | 690,2             | 419,8     | 415   | 1525    |
|                           | Итого                        |                           | 768,8             | 516       | 770   | 2054,8  |
|                           | Всего лесных земель          |                           | 5468,1            | 6388,7    | 10639 | 22495,8 |
| Нелесные земли            | Пашни                        |                           | 0                 | 1,9       | 67    | 68,9    |
|                           | Сенокосы                     |                           | 92,9              | 282,2     | 858   | 1233,1  |
|                           | Пастбища                     |                           | 125,2             | 406       | 1098  | 1629,2  |
|                           | Воды                         |                           | 562,7             | 290,8     | 1954  | 2807,5  |
|                           | Сады, ягодники и др.         |                           | 0                 | 4,4       | 5     | 9,4     |
|                           | Дороги, просеки              |                           | 67,6              | 68,5      | 147   | 283,1   |
|                           | Усадьбы и пр.                |                           | 250,6             | 105,3     | 84    | 439,9   |
|                           | Болота                       |                           | 404,3             | 295,1     | 786   | 1485,4  |
|                           | Пески                        |                           | 1423,4            | 254,5     | 581   | 2258,9  |
|                           | Прочие земли                 |                           | 74,2              | 479,5     | 785   | 1338,7  |
|                           | Всего нелесных земель        |                           | 3297,9            | 2188,2    | 6365  | 11851,1 |

\*за исключением Ленинского и Светлоярского лесничеств

Средний процент лесных земель составляет около 66 % (от общей площади земель лесного фонда), максимальный в Среднеахтубинском лесничестве – 74 %. (Рис. 3).

Установлено, что на рассматриваемой территории в границах лесничеств площадь лесных

земель, не покрытых лесом, составляет 2054,8 га (34 % от общей площади земель лесного фонда), в том числе 1525 га – прогалины и пустыри, 126 га – гари (таблица 1). Среди нелесных земель (11851 га) пастбища и сенокосы занимают площадь 1629 и 1233га соответственно, пески и прочие земли –



2259 и 1339 га. В сумме на эти категории приходится 6460 га (54% нелесных земель) (Рис. 4).

В анализируемых источниках редины по Сахарному и Среднеахтубинскому лесничествам составили 0 га, в Лещёвском – 106 га. Сумма нелесных земель в рассматриваемых границах составляет 11851 га. При более детальном изу-

чении распределения внутри нелесных земель следует отметить, что наибольшие площади земель, занятых песками, находятся на территории Сахарного лесничества – 1423 га (около 40 % этой площади приходится на песчаные косы и пляжи), в Среднеахтубинском – 255 га и в Лещёвском – 581 га (Рис. 5).

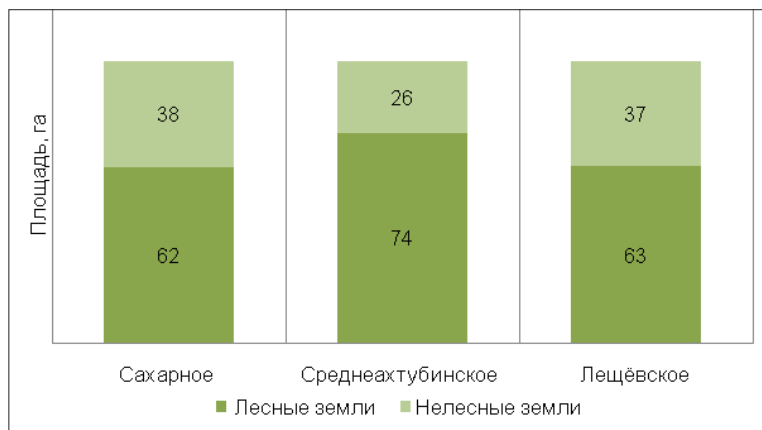


Рисунок 3. Доля лесных и нелесных земель лесного фонда на территории лесничеств (в %)

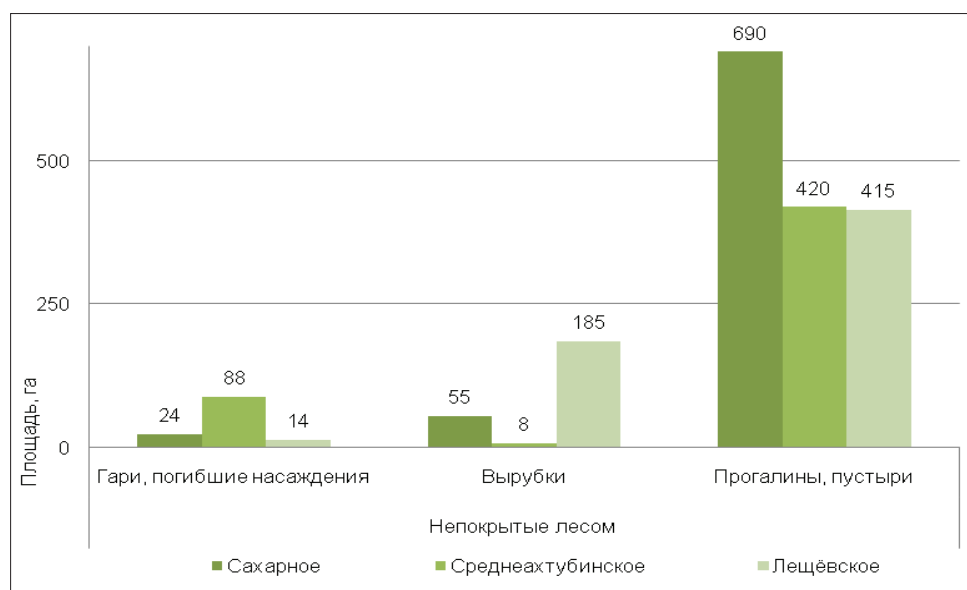


Рисунок 4. Распределение по лесничествам лесных земель, не покрытых лесом

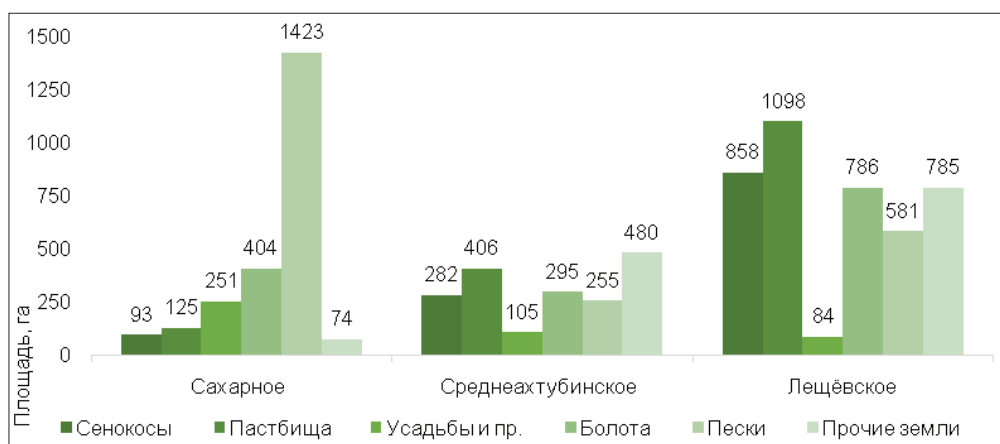


Рисунок 5. Распределение нелесных земель по категориям

Дешифрирование космических снимков и полевые исследования позволили установить площадь потенциально пригодных участков под облесение сосной. В результате дешифрирования было обнаружено 1401,1 га лесопригодных земель и составлена карта-схема лесопригодных площадей (Рис. 6).

Площадь наименее лесопригодных экотопов составила 536,1 га, это участки высокой поймы, рас-

положенные на маломощных почвах, сложенных на однородных рыхлых песках с глубоким залеганием грунтовых вод (>5 м) (Рис. 7). По нашему мнению, производительность таких насаждений не превысит II-III класс бонитета, а долговечность маловероятно превысит 50 лет. В свою очередь посадка культур сосны на таких экотопах очень проста и не энергоёмка и, как правило, не имеет альтернативы.



Рисунок 6. Схема размещения лесопригодных участков под облесение сосной

Площадь достаточно благоприятных (средних) территорий для облесения сосной составила 140,9 га, расположены они на участках переходной поймы с супесчаных и суглинистых почв на мощных суглинках. На таких экотопах в первые 30 лет культуры развиваются по бонитету Ia и выше, однако они быстро созревают и распадаются из-за резкой

потребности во влаге. Культуры в таких условиях требуют большого количества уходов. Долговечность насаждений в сомкнутом состоянии составит около 40-50 лет. Экотопы этой группы целесообразно отводить под выращивание сырьевых плантаций сосны или многоцелевые насаждения сосны крымской, ценных лиственных пород.

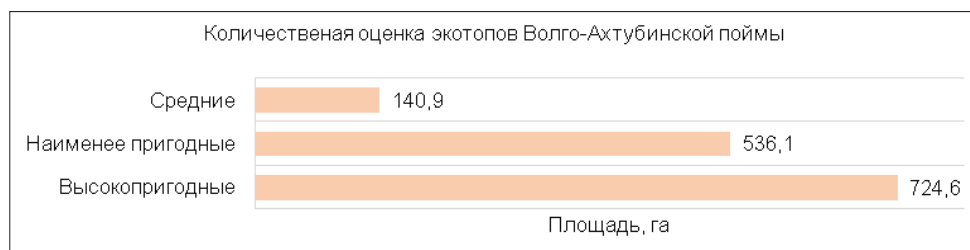


Рисунок 7. Количественная оценка экотопов Волго-Ахтубинской поймы

Экотопы, наиболее благоприятные для произрастания монокультур сосны, имеют площадь 724,6 га, занимают, как правило, хорошо дренируемые участки переходной поймы с легкими почвами на мощных слоистых преимущественно супесчаных отложениях, а также на песках с близким к

поверхности залеганием грунтовой воды. При относительно низкой затратности лесокультурных и лесоводственных мероприятий бонитет спелых насаждений на них может достигать первого класса, а долговечность насаждений 60-80 лет и более.

**Выводы.** По материалам лесоустройства было

установлено, что не покрытых лесом земель лесного фонда, потенциально возможных к облесению сосной, – 2055 га. Дополнительно 6460 га земель обнаружено среди нелесных земель (пастбища, сенокосы, прочие земли). Методом дешифрирования обнаружено 1401,1 га потенциально лесопригодных земель. Таким образом, на исследуемой территории существует резерв земель для создания насаждений сосны различного назначения. Освоение таких участков поймы позволит значительно повысить лесистость территории и улучшить экологическую обстановку.

#### Литература:

1. Агроресомелиоративная наука в XX веке / соавт.: А. Н. Каштанов и др.; Всерос. НИИ агроресомелиорации. Волгоград, 2001. 365 с.
2. Васильченко А.А., Грицюк А.А. Оценка лесистости Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области // Грани познания. 2020. № 2(67). С. 9-12.
3. Кулик К.Н. Агроресомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов / Волгоград, «ВНИАЛМИ», 2004. 248 с.

4. Лесной план Волгоградской области URL: <https://oblkomprroda.volgograd.ru/upload/iblock/8c4/Lesnoy-plan-Volgogradskoy-oblasti.pdf> (дата обращения 01.07.2021)

5. Манаенков А.С. Лесомелиорация арен засушливой зоны / 2-е издание переработанное и дополненное. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии РАН, 2018. 428 с., ISBN 9785990984233.

6. Манаенков А.С. Лесохозяйственные проблемы засушливой зоны // Лесное хозяйство. 1999. №3. С. 32-33.

7. Плюсин И.И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы: к познанию аллювия и аллювиальных почв/ Сталинград: Областное книгоиздательство, 1938. 275 с.

8. Рулев А.С., Юферев В.Г., Кошелев А.В., Ткаченко Н.А. Дистанционный мониторинг агроресомелиорационных ландшафтов с применением ГИС-технологий // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. 2013. №1(5). С. 51-58.

9. Энциклопедия агроресомелиорации / Л. И. Абакумова, О. А. Аверьянов, Г. П. Архангельская [и др.]. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с. ISBN 5900761339.

10. The European Space Agency (ESA) URL: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/> (дата обращения 01.07.2021)

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.001.06-12

## Quantitative Assessment of the Volga-Akhtuba Floodplain Ecotopes By Forest Suitability and Afforestation Conditions with Pine Crops

**Alexander S. Manayenkov**, D.S-Kh.N., ORCID: 0000-0002-2084-2147, chief researcher, head of the laboratory of afforestation and phytomelioration of low-yielding lands;

**Alexander S. Ponomarev**<sup>✉</sup>, junior researcher, ponomarev-a@vfanc.ru, ORCID: 0000-0003-1885-9959, laboratory of afforestation and phytomelioration of low-yielding lands –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

In current conditions, due to the regulation of water runoff and anthropogenic changes in the relief of the surface territories of the Volga-Akhtuba floodplain (construction of roads, dams, mounding of recreational areas, etc.), its flooding areas have significantly decreased compared to previous years, when the Volga's hydrological regime was close to natural. At the same time, the forest-growing properties of soils changed, which led to the formation of new conditions for the existence of the Volga-Akhtuba floodplain forest ecosystems. Areas of the hilly floodplain were almost completely deprived of woody vegetation and partially transferred to the category of non-wooded lands. As a rule, such territories are confined to the beds of rivers, canals, lakes and are subject to afforestation for environmental and economic reasons. According to the results of our research, new updated data have been obtained. Previously in 2006 and 2017-2020. the biological features and ecological conditions of the growth of scots pine on the Volga-Akhtuba floodplain

territory were studied, based on the results of these studies, 3 groups of suitability for afforestation with pine were identified: favorable, medium and least favorable. According to the forest management data, it was possible to allocate 2,055 hectares of non-forested lands of the forest fund, but potentially suitable for afforestation with pine crops. Additionally, with the help of decryption, 1401.1 hectares of forest-suitable areas of varying degrees of suitability for growing pine crops were found.

**Keywords:** flow regulation, aridization of ecotopes, growing stock, forest growing conditions

The work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS: № 0713-2021-0002 «Develop scientific foundations, new methods, models and technologies for effective forest reclamation development and multi-purpose use of low-productive and degraded lands of the arid zone of the Russian Federation»

Received: 18.10.2021

Accepted: 06.12.2021

#### References:

1. *Agroresomeliorativnaya nauka v XX veke* [Agroforestry

science in the XX century] co-author: A. N. Kashtanov and others, VNIALMI Publ. house, Volgograd, 2001. 365 p. (In Russian)

2. Vasil'chenko A.A., Gritsyuk A.A. *Otsenka lesistosti Volgo-Akhtubinskoj pojmy na territorii Volgogradskoj oblasti* [The forest cover of the Volga-Akhtuba floodplain assessment on the territory of the Volgograd region]. *Grani poznaniya* [Facets of Cognition], 2020. no 2(67). pp. 9-12. (In Russian)

3. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoye kartografirovaniye i fitoekologicheskaya otsenka aridnykh landshaftov* [Agroforestry mapping and phytoecological assessment of arid landscapes], Volgograd, VNIALMI Publ. house, 2004. 248 p. (In Russian)

4. *Lesnoj plan Volgogradskoj oblasti* [Forest plan of the Volgograd region] URL: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/upload/iblock/8c4/Lesnoj-plan-Volgogradskoy-oblasti.pdf> (accessed 01.07.2021) (In Russian)

5. Manayenkov A.S. *Lesomeliratsiya aren zasushlivoj zony* [Forest reclamation of arid zone arenas] / 2nd edition revised and supplemented, Volgograd, FSC of agroecology RAS Publ. house, 2018. 428 p., ISBN 9785990984233. (In Russian)

6. Manayenkov A.S. *Lesokhozyajstvennyye problemy zasushlivoj zony* [Forestry problems of the arid zone]. *Lesnoye*

*khozyajstvo* [Forestry], 1999. №3. pp. 32-33. (In Russian)

7. Plyusnin I.I. *Pochvy Volgo-Akhtubinskoj pojmy: k poznaniyu allyuviya i allyuvial'nykh pochv* [Soils of the Volga-Akhtuba floodplain: towards the knowledge of alluvium and alluvial soils], Stalingrad: Regional publishment, 1938. 275 p. (In Russian)

8. Rulev A.S., Yuferev V.G., Koshelev A.V., Tkachenko N.A. *Distantsionnyj monitoring agrolesolandshaftov s primeneniye GIS-tehnologij* [Remote monitoring of agroforestry landscapes using GIS technologies]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11, Yestestvennyye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11, Natural Sciences], 2013. №1(5). pp. 51-58. (In Russian)

9. *Entsiklopediya agrolesomeliatsii* [Encyclopedia of agroforestry] L. I. Abakumova, O. A. Aver'yanov, G. P. Arkhangel'skaya [et al.]. Volgograd, VNIALMI Publ. house, 2004. 675 p. ISBN 5900761339. (In Russian)

10. The European Space Agency (ESA) URL: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/> (accessed 01.07.2021)

**Цитирование.** Манаенков А.С., Пономарев А.С. Количественная оценка экотопов Волго-Ахтубинской поймы по лесопригодности и условиям облесения культурами сосны // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 06-12. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.001.06-12

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Manayenkov A.S., Ponomarev A.S. Quantitative Assessment of the Volga-Akhtuba Floodplain Ecotopes By Forest Suitability and Afforestation Conditions with Pine Crops. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 06-12. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.001.06-12

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.



Волго-Ахтубинская пойма. Снимки сделаны авторами 09.10.2018 года

## Поиск эффективного механизма инновационно-технологического обеспечения АПК Волгоградской области

Александр Михайлович Беляков✉, д. с.-х. н., dokbam49@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9541-8383;

Марина Владимировна Назарова, м.н.с., ORCID: 0000-0002-7933-3152,

лаборатория агротехнологий и систем земледелия в агролесоландшафтах –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*В статье обозначена проблема инновационно-технологического обеспечения АПК России и Волгоградской области, представлена сложившаяся практика и анализ передачи научного знания в аграрное производство, основные понятия нового механизма передачи знания в форме консультационной деятельности, опыт ее организации в развитых странах, первые шаги и опыт формирования системы сельскохозяйственного консультирования в России и Волгоградской области в 90-х годах прошлого столетия, состояние текущего момента и перспектива развития отрасли. Использовался аналитический метод исследования региональной статистики научно-информационного обеспечения АПК, нормативно-правовых документов, научные статьи по информационно-технологической тематике. Представленный материал носит описательный характер этапов становления информационной инфраструктуры в сельскохозяйственной отрасли Волгоградской области. Обозначен прогноз перспектив развития отрасли. Международные проекты 90-х годов (АРИС и др.) по организации системы консультирования, несомненно, привнесли понимание важности информационного обеспечения АПК, формы ее организации, методов работы и апробации в российской действительности. Однако должной восприимчивости со стороны потребителей ее услуг консультационная деятельность не получила, а следовательно и обеспечения практиков качественным инновационно-технологическим материалом. Высшее отраслевое и региональное руководство и особенно МСХ РФ не восприняло эту систему как действенный и эффективный механизм обеспечения технологического прогресса в отрасли сельского хозяйства, а следовательно система ИКС не была прописана должным образом в нормативно-законодательной базе регулирования и управления аграрным сектором экономики и не получила дальнейшего развития. Современный агробизнес России потребности в инновационных продуктах удовлетворяет за счет поступления информации от фирм поставщиков техники, удобрений, химических средств защиты растений, научно-практических конференций НИИ (научно-исследовательских институтов), а также путем самоорганизации самих товаропроизводителей и обмена опытом с демонстрацией высоких результатов на самих объектах производства, проведения специальных семинаров по инновациям, включая работу специализированных газет и журналов.*

**Ключевые слова:** научно-технический прогресс, инновационно-технологическое обеспечение АПК, сельскохозяйственное консультирование, консультация, консультационная служба, механизм передачи знания, аграрная наука, рыночные отношения, конкуренция, аграрная политика, рыночные сигналы, управленческие решения.

Поступила в редакцию: 15.11.2021

Принята к печати: 16.12.2021

Как показывает история, развитие аграрной отрасли в промышленно развитых странах Западной Европы и Северной Америки происходило за счет успешного освоения достижений научно-технического прогресса, следствием которого является рост продуктивности гектара пашни и валового производства продукции, снижение себестоимости продукции и, естественно, успешная конкуренция на рынках, обеспечение продовольственной безопасности страны и улучшение качества жизни населения [6].

Эта банальная истина, в общем-то, всем давно известна, однако не всегда удается создать тот качественный механизм передачи нового знания от ученого до товаропроизводителя и тем самым обеспечить желаемый существенный технологический рывок. Исторический опыт свидетельствует, что для России на протяжении последне-

го столетия и более, это является своеобразной «ахиллесовой пятой» [7].

В этой связи дискуссия на тему исследования и организации эффективного инновационно-технологического обеспечения агропромышленного комплекса мы считаем актуальным и вполне перспективным.

**Материалы и методы.** В статье использовался аналитический метод исследования региональной статистики научно-информационного обеспечения АПК, нормативно-правовых документов, научные статьи по информационно-технологической тематике. Представленный материал носит описательный характер этапов становления информационной инфраструктуры в сельскохозяйственной отрасли Волгоградской области.

**Основная часть.** Аграрное производство, как и другие отрасли народного хозяйства всегда

нуждалось в качественном научном обеспечении. В России данное утверждение имело и имеет свои особенности. Еще в царское время экспедиция В.В. Докучаева впервые заявила о научном подходе в использовании богатых земельных ресурсов России, где главной целью научного обеспечения ставилась задача преодоления неблагоприятных погодных явлений, таких как засуха, и стабильного производства сельскохозяйственной продукции. На заре советской власти пришло понимание необходимости применения научного знания в аграрном производстве и организации сети научных учреждений в виде опытных станций и аграрных институтов со специализированными лабораториями по изучению почв, физиологии растений и селекции. Так в России при плановой экономике были созданы практически во всех регионах страны: сеть НИИ сельского хозяйства, опытные станции и опорные пункты, за счет которых были исследованы зональные почвенно-климатические особенности всей территории землепользования. При институтах, под их методическим руководством, функционировала сеть ОПХ (опытно-показательных хозяйств), где научные разработки проходили производственную проверку (апробацию) перед передачей их в практическое земледелие. Такая система успешно функционировала многие десятилетия и обеспечивала потребности общества и населения в продуктах питания и сырье перерабатывающей промышленности. В дополнение сложившейся системы передачи научного знания в практику следует отнести и медийные средства в виде специализированных журналов «Земледелие», «Селекция и семеноводство», «Физиология растений», «Экономика сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности» и др. Большую роль в пропаганде новаций играло общество «Знание», где публиковались тезисы научных исследований и организовывались своеобразные семинары по доведению передовых достижений до широких масс аграриев. В практическом земледелии широко пропагандировали передовиков с высокими результатами, как например, звено И.В. Гавры из Клетского района Волгоградской области, где выработка (обработка пашни) на 1 работника достигала 1 тысячу гектар, или «Ипатовский метод» по выработке при вспашке зяби и уборке культур из Ставропольского края, который превышал в 2-3 раза производительность труда в обычных сельхозпредприятиях.

Однако в целом аграрная отрасль плановой экономики существенно проигрывала капиталистической системе по производительности труда в сельском хозяйстве, по урожайности основных культур, привесам на голову и надоям молока на условную фуражную корову, а следовательно и себестоимости продукции.

С переходом экономики России на рыночные отношения многое изменилось. С появлением собственника на землю и на основные средства производства качественное информационное и

инновационно-технологическое обеспечение в аграрном секторе экономики перешло в разряд объективно востребованного продукта и стало представлять собой новый вид услуг, что привело к формированию новых отношений в АПК.

Так, рыночные отношения последних 20-25 лет создавали новую основу внешней и внутренней конкуренции в товарном производстве сельскохозяйственной продукции. На внешнем рынке отечественная продукция, в большей степени по политическим мотивам, подвергалась и подвергается в настоящее время сильному давлению со стороны западных конкурентов. В результате такого давления и ряда собственных ошибок мы фактически потеряли отечественную селекцию овощных культур, сахарной свеклы, попали в зависимость по обеспечению семенами пропашных культур кукурузы и подсолнечника.

Аграрная политика государства первых лет перестройки привели к банкротству не только малых форм хозяйствования – крестьянских фермерских хозяйств (в Волгоградской области из 13000 КФХ осталось немногим более 8000), но и крупных глубоко интегрированных предприятий (холдингов), таких как ООО «МТ-Агро», ООО «Русагропроект», группа компаний «Айтэкс».

В сложившейся новой политической и социально-экономической ситуации, в которую Россия попала под воздействием санкций и давления Запада, именно качественное информационное обеспечение в аграрной сфере могло служить основным инструментом в создании эффективного механизма управления аграрной отраслью, где инновационно-технологическое информирование обеспечивает своевременное поступление рыночных сигналов для участников рынка, а функция консультирования содействует выработке взвешенных управленческих решений в плане нивелирования отрицательного воздействия кризисных явлений и обеспечивает отраслевой прогресс.

Так в России появилось новая форма услуг – сельскохозяйственное консультирование. Это новое направление деятельности, и как новая функция могла тогда и может сейчас стать действенным инструментом управления АПК и обеспечения научно-технического прогресса в отрасли.

Понятие консультирование включает комплексную работу по оказанию содействия в принятии выверенных решений или в разрешении острых проблем, что свидетельствует о полезности и эффективности данного вида деятельности [1, 9].

Консультацию следует воспринимать как процесс в интересах консультируемого, в котором участники (консультант и консультируемый) пытаются определить и вскрыть хозяйственные проблемы, установить причинные связи проблем и найти варианты решения, побудить консультируемого к действиям по разрешению препятствий в работе [1, 5, 9].

В начале XIX века на исходе известного первого мирового экономического кризиса была реализо-

вана функция консультирования, как новое понятие, новый вид деятельности и как специальная служба, которая зародилась в Западной Европе, а точнее в Голландии, где появилось движение по передаче новых прогрессивных знаний, сегодня мы говорим внедрения, в практику аграрного производства. Образованные и квалифицированные специалисты старались донести до сельского населения общую культуру и передовые знания [2]. В этот период создавались сельскохозяйственные школы, клубы, кружки, опытные и демонстрационные площадки. Впоследствии на их базе организовывались колледжи, университеты, школы повышения квалификации сельских кадров и национальные консультационные центры.

Сельское население с пониманием восприняло консультационную систему, что способствовало быстрому проникновению научно-технологического прогресса в ряде Западных стран.

В России после 90-х годов существовали различные проекты сельскохозяйственного консультирования при поддержке Запада и США. Так, в Ленинградской области в развитии сельскохозяйственного консультирования принимала участие Великобритания, в Рязани (система «Гея») – Франция, в Омской и Волгоградской областях – Германия, в Саратовской и Московской областях – США, в Санкт-Петербурге, Смоленской и Калининградской областях – Дания. В частности наиболее значимым для России по охвату территории, финансовым вложениям, был проект АРИС, реализованный в 1994-2000 годах. Очень хорошо себя зарекомендовали региональные информационно-консультационные службы (ИКС): Нижне-Новгородская, Ленинградская, Орловская, Ярославская и другие [3].

В Волгоградской области реализовывались: в 1993-1997 годах российско-германский проект «Организация консультационной службы и подготовка консультантов по сельскому хозяйству для сельскохозяйственных предприятий в Волгоградской области», в 1994-2000 годах – проект АРИС (проект поддержки осуществления реформ в сельском хозяйстве России) в соответствии с «Соглашением о займе» между Минфином РФ и МБРР (Международным банком реконструкции и развития). В целях подготовки консультантов было проведено пять образовательных семинаров, два по повышению квалификации и обучено около 100 специалистов. Консультационные пункты появились в Иловлинском, Суровикинском, Ольховском, Быковском, Октябрьском и Камышинском районах Волгоградской области [4].

В качестве позитивных результатов и достижений проектов можно отметить понимание со стороны российских специалистов сущности и преимуществ системы сельскохозяйственного консультирования по сравнению с административными методами управления, появление квалифицированных специалистов и создание структур по осуществлению нового вида деятельности.

Организован Региональный информационно-консультационный центр, и служба ИКС. На базе Волгоградского института агробизнеса (ВИПККА) прошли обучение главы районных администраций по методике сельскохозяйственного консультирования, а также специалисты районных администраций [4, 8].

Были подготовлены и приняты к реализации ряд документов нормативно-правового характера: приказ «О создании консультационной службы по сельскому хозяйству Волгоградской области» № 49 от 21.12.1994 г., № 52 от 16.04.1996 г., постановление Администрации Волгоградской области «О создании информационно-консультативной службы (ИКС) в АПК Волгоградской области» от 11.09.97 г. № 512, Временное положение о консультационной службе Волгоградской области от 08.10.1997 г.

Что касается настоящего времени, то структуры информационного обеспечения АПК в форме специальных организаций до сих пор в России отсутствуют, а новации от науки до практиков доходят через фирмы поставщиков техники, удобрений, семян, химических средств. Естественно такая информация может быть не совсем объективной. Аграрная наука и образовательные учреждения в данный процесс не включены или частично участвуют.

Сущность системы сельскохозяйственного консультирования состоит в реализации идеи эффективного распространения знания, то есть в скорости и качестве прохождения информации от науки до практики с помощью создания специальных структур, работающих на интересы товаропроизводителя, а значит, и на интересы всей отрасли. Сочетание интересов ученого и работника обеспечивают качественную реализацию достижений научно-технического прогресса и огромный экономический успех в отрасли, конкретном сельскохозяйственном предприятии [10].

Консультирование, делая доступными для сельского товаропроизводителя достижения науки, тем самым обеспечивает высокие темпы научно-технического прогресса в отрасли и обществе, объединяет науку, образование и производство в проблемно-организационном и методическом плане, способствует высокому образовательному уровню работников сельскохозяйственной сферы и повышает их восприимчивость к новациям.

Мировой опыт организации ИКС показывает, что новая структура – наиболее эффективная форма вложения инвестиций в сельское хозяйство, обеспечивающая высокую их отдачу [8].

Из всех мер государственного регулирования аграрного производства в рыночных условиях консультационная служба в сельском хозяйстве является самым действенным и эффективным механизмом управления агропромышленным сектором экономики, способна влиять на любые решения и изменения, происходящие на сельской территории, и оказывает большое влияние на социально-экономическое состояние селян, культуру, экологию.

Последнее десятилетие характеризуется суще-

ственным отрывом науки от производства, трудностями внедрения перспективных разработок в сельскохозяйственную практику. С одной стороны академические вузы и система НИИ РФ и регионов имеют достаточный потенциал научных разработок, создали перспективные наработки во всех отраслях аграрного знания, а с другой – практика не располагает ими и не использует в своей деятельности, и мы до сих пор отстаем от развитых стран в росте производительности труда [10].

**Заключение.** Международные проекты 90-х годов (АРИС и др.) по организации системы консультирования, несомненно, привнесли понимание важности информационного обеспечения АПК, формы ее организации, методов работы и апробации в российской действительности. Однако должной восприимчивости со стороны потребителей ее услуг консультационная деятельность не получила, а следовательно и обеспечения практиков качественным инновационно-технологическим материалом. Высшее отраслевое и региональное руководство и особенно МСХ РФ не восприняло эту систему как действенный и эффективный механизм обеспечения технологического прогресса в отрасли сельского хозяйства, а следовательно система ИКС не была прописана должным образом в нормативно-законодательной базе регулирования и управления аграрным сектором экономики и не получила дальнейшего развития.

Современный агробизнес России потребности в инновационных продуктах удовлетворяет за счет поступления информации от фирм поставщиков техники, удобрений, химических средств защиты растений, научно-практических конференций НИИ (научно-исследовательских институтов), а также путем самоорганизации товаропроизводителей и обмена опытом с демонстрацией высоких результатов на самих объектах производства, проведения специальных семинаров по инновациям, включая работу специализированных газет и журналов.

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.002.13-17

## Search for an Effective Mechanism of Innovative and Technological Support of the Agroindustrial Complex in Volgograd Region

Alexander M. Belyakov✉, D.S-Kh.N., dokbam49@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9541-8383

Marina V. Nazarova, junior researcher, ORCID: 0000-0002-7933-3152 –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),  
e-mail: nfo@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The article identifies the problem of innovative and technological support of the agro-industrial complex of Russia and the Volgograd region, presents the existing practice and analysis of the scientific knowledge transfer to agricultural production, the basic concepts of a new mechanism for the knowledge transfer in the form of consulting activities, the experience of its organization in developed countries, the first steps and experience in the formation of an agricultural consulting system

in Russia and the Volgograd region in the 90s of the last century, the current state and prospects for the development of the industry. An analytical method was used to study the regional statistics of scientific and information support of the agro-industrial complex, regulatory documents, scientific articles on information technology topics. The presented material is descriptive of the information infrastructure formation stages in the agricultural sector of the Volgograd region. The

### Литература:

1. Баутин В.М., Скляр В.Ф. Организационно-экономические проблемы информационного обеспечения агропромышленного производства: Ан. обзор / ВНИИТЭИ: Агропром. М., 1990. 201 с.
2. Беляков А.М. Зарубежный опыт передачи научных знаний в практику сельскохозяйственного производства // Научно-агрономический журнал. 2009. № 2 (85). С. 42-43.
3. Беляков А.М. Основные понятия, история и опыт становления сельскохозяйственного консультирования / В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». 2016. С. 1314-1319.
4. Козенко З.Н., Беляков А.М. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве // Экономика сельского хозяйства России. 2001. № 6. С. 27.
5. Красногир Л.К., Медведев А.В., Шарбаро И.Д. / Сельское хозяйство и система сельскохозяйственных знаний в Голландии / М.: Российский научно-исследовательский институт по социальным и кадровым проблемам АПК, 1994. 75 с.
6. Матвеев Д.М. Эволюция научно-технического прогресса в сельском хозяйстве // Экономика и бизнес: теория и практика. 2015. №2. С. 33-38.
7. Можаяев Е.Е., Абдулаева Т.К., Аскеров П.Ф. Направления развития и проблемы функционирования информационно-консультационной службы АПК России / М.: ФГОУ ДПОС РАКО АПК, 2009. 176 с.
8. Мурая Л.И., Воробьева Н.В., Илюхина А.И. Некоторые аспекты инновационного развития аграрного сектора экономики за рубежом // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. №11 (44). С. 47-54.
9. Оаклит П., Гарфорд О. Руководство по обучению в системе консультационно-просветительской деятельности: Учебное пособие / М.: Агроконсалт, 1995. С. 122.
10. Рунов Б.А. От науки к практике (информационно-консультативная служба АПК) // Аграрная наука. 1994. № 5. С. 19.



forecast of the prospects for the development of the industry is indicated. International projects of the 90s (ARIS, etc.) on the organization of the consulting system undoubtedly brought an understanding of the information support importance for the agro-industrial complex, the form of its organization, methods of work and testing in Russian reality. However, the consulting activity did not receive due responsiveness from the consumers of its services, and consequently, it did not provide practitioners with high-quality innovative and technological material. The highest sectoral and regional leadership, and especially the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, did not perceive this system as an effective and efficient mechanism for ensuring technological progress in the agricultural sector, and therefore the ICS system was not properly prescribed in the regulatory and legislative framework for regulating and managing the agricultural sector of

the economy and did not receive further development. Contemporary agribusiness in Russia meets the needs for innovative products by receiving information from suppliers of machinery, fertilizers, chemical plant protection products, scientific and practical conferences of research institutes, as well as by self-organizing the producers themselves and exchanging experience with demonstrating high results at the production facilities themselves, holding special seminars on innovations, including the work of specialized newspapers and journals.

**Keywords:** scientific and technological progress, innovative and technological support of the agro-industrial complex, agricultural consulting, consultation, consulting service, knowledge transfer mechanism, agricultural science, market relations, competition, agricultural policy, market signals, management decisions

Received: 15.11.2021

Accepted: 16.12.2021

### References:

1. Bautin V.M. Sklyarov V.F. *Organizacionno-ekonomicheskie problemy informacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo proizvodstva: An. obzor* [Organizational and economic problems of agro-industrial production information support: An. review]. VNIITEI: Agroprom Publ. house. Moscow. 1990. 181p. (In Russian)
2. Belyakov A.M. *Zarubezhnyj opyt peredachi nauchnyh znaniy v praktiku sel'skohozyajstvennogo proizvodstva* [Foreign experience of transferring scientific knowledge into the practice of agricultural production]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*. 2009. № 2 (85). pp. 42-43. (In Russian)
3. Belyakov A.M. *Osnovnye ponyatiya, istoriya i opyt stanovleniya sel'skohozyajstvennogo konsul'tirovaniya* [Basic concepts, history and experience of the agricultural consulting formation]. In compilation: *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [The current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management]. I International Scientific and Practical Internet Conference dedicated to the 25th anniversary of FSBS IPNIAZ. 2016. pp. 1314-1319. (In Russian)
4. Kozenko Z.N. Belyakov A.M. *Informacionno-konsul'tacionnaya sluzhba v sel'skom hozyajstve* [Information and consulting service in agriculture]. *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii* [The economy of agriculture in Russia]. 2001. № 6. p. 27. (In Russian)
5. Krasnogir L.K. Medvedev A.V. Sharobaro I.D. *Sel'skoe hozyajstvo i sistema sel'skohozyajstvennyh znaniy v Gollandii* [Agriculture and the system of agricultural knowledge in the Netherlands]. Moscow. Russian Research Institute for Social and Personnel Problems of the Agro-Industrial Complex Publ. house, 1994. 75 p. (In Russian)
6. Matveev D.M. *Evolyuciya nauchno-tehnicheskogo progressa v sel'skom hozyajstve* [Evolution of scientific and technological progress in agriculture]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: theory and practice]. 2015. №2. pp. 33-38. (In Russian)
7. Mozhaev Ye.Ye. Abdulaeva T.K. Askerov P.F. *Napravleniya razvitiya i problemy funkcionirovaniya informacionno-konsul'tacionnoj sluzhby APK Rossii* [Directions of development and problems of the AIC of Russia information and consulting service functioning]. Moscow. FGOU DPOS RAKO APK, 2009. 176 p. (In Russian)
8. Muraya L.I. Vorob'eva N.V. Ilyuhina A.I. *Nekotorye aspekty innovacionnogo razvitiya agrarnogo sektora ekonomiki za rubezhom* [Some aspects of the agricultural sector of the economy innovative development abroad]. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve* [Economics, labor, management in agriculture]. 2018. №11 (44). pp. 47-54. (In Russian)
9. Oaklit P., Garford O. *Rukovodstvo po obucheniyu v sisteme konsul'tatsionno-prosvetitel'skoj deyatel'nosti: Uchebnoye posobiye* [Guidelines for training in the system of consulting and educational activities: Textbook]. Moscow. «Agrokonsalt» Publ. house, 1995. p. 122. (In Russian)
10. Runov B.A. *Otnauki k praktike (informatsionno-konsul'tativnaya sluzhba APK)* [From science to practice (information and consulting service of the AIC)]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science]. 1994. № 5. p. 19. (In Russian)

**Цитирование.** Беляков А.М., Назарова М.В. Поиск эффективного механизма инновационно-технологического обеспечения АПК Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 13-17. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.002.13-17

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Авторы ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Belyakov A.M., Nazarova M.V. Search for an effective mechanism of innovative and technological support of the agroindustrial complex in Volgograd region. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 13-17. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.002.13-17

**Author's contribution.** Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. The authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## Физико-химические свойства, микроструктура осадка сточных вод, изучение его влияния на продуктивность сафлора при различной обработке почвы

Алина Сергеевна Межева✉, к.с.-х.н., asmezhevova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4579-7047,  
Author ID 940814, зав. лабораторией анализа почв;

Елена Васильевна Волчкова, к.х.н.,с.н.с., ORCID: 0000-0002-5642-2881,  
лаборатория анализа почв;

Александр Сергеевич Азаров, лаборант-исследователь, лаб. анализа почв –  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и  
защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН),  
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, пр. Университетский 97, г. Волгоград, Россия

Известно, что осадки сточных вод представляют серьезнейшую экологическую проблему для окружающей среды, поэтому вопросы их утилизации и повторного использования остаются очень актуальными. Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве является распространенной практикой, однако исследования его структуры и морфологии, а также изучение его влагоудерживающих свойств является новым и перспективным направлением, так как полученные данные помогут более точно прогнозировать эффекты от внесения подобных видов «отходов». Исследования проводили на базе ФНЦ агроэкологии РАН в лаборатории анализа почв. Осадок сточных вод отбирали с очистных сооружений г. Волжского. Полевые исследования проводили на опытном поле в учебном научно-производственном центре «Горная поляна». Экспериментальными исследованиями установлено, что осадок сточных вод обладает высокой удобри- тельной ценностью, количество в нем общего азота составило 3,3 %, фосфора – 4,27%, калия – 0,31%, органического вещества – 32%. Содержание тяжелых металлов в осадке находится в пределах нормы. Анализ микрофотографий осадка сточных вод показал, что он состоит из частиц различного размера: от 0,1 до 800 мкм, некоторые из частиц являются агрегированными. В ходе исследования также было установлено, что в осадке встречаются как мезо-, так и макропоры. Доказано, что внесение осадка в различных доз- ровках (0, 5, 10 т/га) на фоне разноглубинных обработок почвы позволило существенно увеличить запасы влаги. Максимальный запас продуктивной влаги наблюдался при глубокой обработке почвы чизельным отвальным орудием с рабочим органом Ранчо. Средняя урожайность сафлора с применением чизельной обработки и внесением осадка в дозе 10т/га увеличилась на 15,3% в сравнении с вариантом без внесения.

**Ключевые слова:** осадок сточных вод, структура, морфология, удобрения, сканирующая электронная микроскопия, влагоудерживающие свойства, сафлор красильный, запас продуктивной влаги, прием основ- ной обработки почвы, урожайность.

Работа выполнена в рамках государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 0713-2019-0007 «Разработать концептуально-методологические и информационно-технологические основы формирова- ния экологически сбалансированных агроландшафтов и адаптивных систем земледелия с применением химических средств нового поколения для прецизионного производства растениеводческой продукции при сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия и эффективного использования природно-ресурсного потенциала».

Поступила в редакцию: 14.10.2021

Принята к печати: 06.12.2021

Складирование в огромных количествах на полигонах иловых осадков сточных вод пред- ставляет серьезную проблему для окружающей среды, атмосферного воздуха, почвы и воды. Как правило, на городских станциях очистки применяется классическая технология переработки осадка сточных вод, что в большинстве случаев не обес- печивает получение безопасного экологически чистого продукта. Но в этом направлении ведутся исследования, так как применение хозяйствен- но-бытовых сточных вод в земледелии позволит одновременно решить комплекс актуальных про- блем, таких как повышение плодородия почв, по- лучение высоких урожаев, сокращение расхода пресной воды и охрану природных источников.

Известно, что осадки сточных вод могут перера- батываться, обезвреживаться и применяться как ценное органическое удобрение (биогумус, компо- сты, мелиоранты, органоминеральные удобрения) [7, 8, 10, 12, 13, 14]. Осадок, в течение многих лет в промышленно развитых странах, после обработки используется для сельского хозяйства, а именно – для повышения продуктивности слабогумусиро- ванных почв [4, 9, 11].

Ряд авторов [4] считает, что для восстановления нарушенных земель и повышения их продуктив- ности целесообразно использование органиче- ских удобрений на основе осадков сточных вод. Известны работы, в которых описаны свойст- ва, а также особенности осадков сточных вод как

✉ – Для контактов / Corresponding author

удобрений [1-2]. Некоторыми экспериментальными исследованиями доказано [9], что осадки сточных вод оказывают заметное положительное влияние на азотный режим и биологические свойства почвы, а также обладают высокой удобрительной ценностью и способствуют увеличению содержания органического вещества в почве [1].

Следовательно, приоритетным направлением считается утилизация осадка сточных вод в качестве удобрения или влагосорбента, однако исследования его состава, морфологии и структуры практически отсутствуют [11].

Одним из главных инструментов для получения экспериментальных данных о поверхности объекта с высоким пространственным разрешением, а также получении информации о составе, строении и свойствах веществ, считается метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Сканирующий электронный микроскоп – это эффективное и многофункциональное устройство, которое позволяет получить не только снимки с увеличенным изображением, но и изучать образцы на микро- и наноуровне. Данный метод обладает высокой информативностью и универсальностью, позволяет решить множество задач в различных областях науки [9].

Таким образом, цель исследования состояла в изучении морфологии и структуры осадка сточных вод методом СЭМ, а также в апробации осадка сточных вод в качестве влагосорбент-удобрения.

**Материалы и методика исследований.** Осадок сточных вод для исследований отбирали после обработки и обезвоживания с «МУП Водоканал», г. Волжский Волгоградской области.

Водородный показатель (рН) определяли согласно ГОСТ Р 27979-88; для определения влажности осадка использовали термостатно-весовой метод; общий и аммиачный азот определяли согласно ГОСТ Р 26715-85, 26716-85 методом Кьельдаля с помощью комплекса «Кельтран»; общий

фосфор определяли согласно ГОСТ Р 26717-85 фотометрическим методом на спектрофотометре ПЭ-5400; общий калий определяли методом пламенной спектрометрии на пламенном автоматическом фотометре ФПА-2-01 согласно ГОСТ Р 26718-85; органическое вещество в осадке сточных вод определяли термогравиметрическим методом по ГОСТ Р 27980-88.

Морфологию и структуру поверхности частиц осадка сточных вод исследовали с помощью растрового (сканирующего) электронного микроскопа JSM-6490LV (Япония).

Полевые исследования проводили на опытном поле в учебном научно-производственном центре «Горная поляна», г. Волгоград. Схема опыта по возделыванию сафлора красильного представлена следующими вариантами.

Приём основной обработки почвы (фактор А):

1. Отвальная обработка плугом ПН-4-35 (глубина 0,20...0,22 м).

2. Дисковая обработка БДТ-3 (глубина 0,12...0,14 м).

3. Чизельная обработка рабочим органом Ранчо (ОЧО-5-40) на глубину 0,37...0,40 м с оборотом верхнего слоя почвы (глубина 0,12...0,15 м).

Осадок сточных вод (фактор В):

Без внесения (0).

5 т/га.

10 т/га.

**Результаты и обсуждения.** Выделяемые из сточных вод осадки в процессе их механической, биологической или физико-химической очистки представляют собой комплексное органоминеральное удобрение. Состав и соотношение элементов питания могут варьировать в зависимости от способов переработки, хранения и т.д. Отбор проб производился с очистных сооружений г. Волжского предприятия МУП «Водоканал» (рисунок 1).

Физико-химические показатели осадка представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели осадка сточных вод

| Контролируемые показатели  | Единицы измерения | Значения по нормативной документации [3] | Результаты испытаний |
|----------------------------|-------------------|--|----------------------|
| Влажность                  | %                 | Не более 70                              | 11,0                 |
| Общий азот                 | %                 | >0,5                                     | 3,3                  |
| Аммиачный азот             | %                 | Не норм.                                 | 0,19                 |
| Водородный показатель (рН) | %                 | 5,0-8,5                                  | 6,6                  |
| Общий фосфор               | %                 | >1,5                                     | 4,27                 |
| Общий калий                | %                 | Не норм.                                 | 0,31                 |
| Органическое вещество      | %                 | Не менее 30                              | 32,0                 |

Исследования показали, что осадок отличается довольно высоким содержанием органического вещества, общего и аммиачного азота, общего фос-

фора и калия, что отражено в таблице 1.

Необходимо отметить, что использование хозяйственно-бытовых сточных вод в сельском

хозяйстве в качестве удобрения возможно при соблюдении определённых нормативов [3]. Проведенными исследованиями установлено, что в осадке присутствуют ионы тяжелых металлов, но в допустимых пределах: содержание ионов свинца составило 24,0 мг/кг; кадмия – 1,33 мг/кг; цинка – 135,0 мг/кг; меди – 131,0 мг/кг; никеля – 22,4 мг/кг; ртути – 1,90 мг/кг; мышьяка – 0,5 мг/кг; ГХЦГ – изомеры не обнаружены; ДДТ и его метаболиты не

обнаружены. Полученные данные позволяют считать, что содержание тяжелых металлов в осадке сточных вод не превышает предельно допустимых значений, указанных в нормативной документации. Токсикологические анализы с использованием двух тест-объектов из различных систематических групп показали, что осадок сточных вод относится к IV классу опасности для окружающей среды.



Рисунок 1. Отбор проб переработанного и высушенного осадка сточных вод

Метод СЭМ, как известно, является уникальным инструментом для анализа различных материалов и не перестает быть одним из основных инструментов получения фундаментальных знаний в разделе области наук о материалах [5]. Следует отметить, что в сельском хозяйстве данный метод не нашел должного применения, так как исследование структуры и морфологии не является первостепенной задачей, однако полученные данные будут полезны при решении проблем повторного использования осадка сточных вод. Данные о

структуре и морфологии, а также особенностях состава осадка смогут дать более полное представление о нем. Считаем целесообразным изучение и внедрение подобных методов, которые позволят получить информацию о составе, структуре и морфологии веществ.

В опытах были исследованы высушенные и переработанные осадки сточных вод. Исследования структуры и морфологии поверхности осадка сточных вод при различном увеличении представлено на рисунке 2.

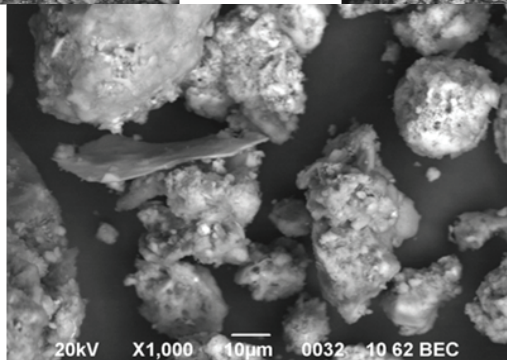
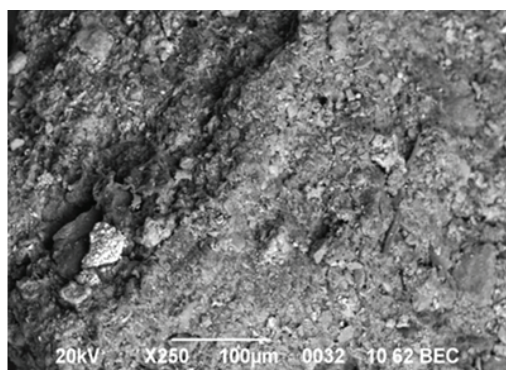
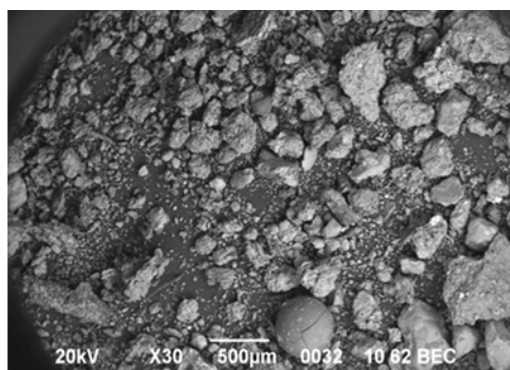
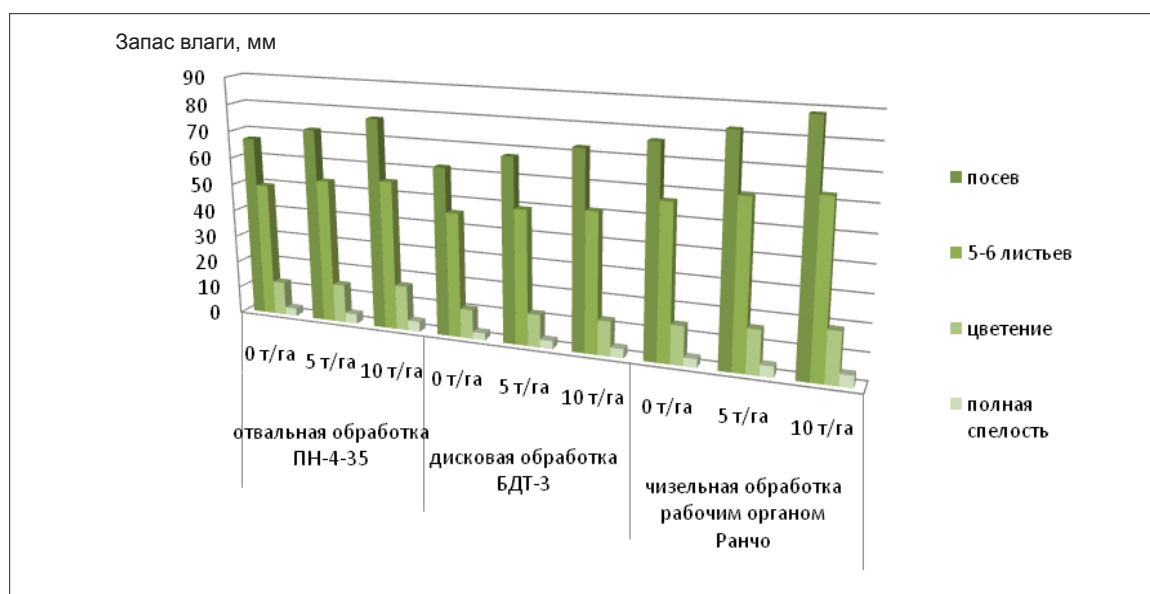


Рисунок 2. Микрофотографии осадка сточных вод

Исследование осадка с помощью электронного микроскопа позволило зафиксировать неоднородную, пористую, рыхлую, шероховатую структуру. На фото видно, что структура представлена аморфными хлопьями и кристаллическими включениями. В ходе измерения линейных размеров микрорельефа поверхности осадка сточных вод установлено, что он состоит из множества частиц от 0,1 до 800 мкм, некоторые частицы агрегированы. Из рисунка 1 следует, что ширина видимых пор варьирует от 6 мкм до 16 нм. Наличие мезопор

позволяет предположить, что осадок сточных вод сохраняет доступную для растений влагу и вещества, обладает влагоудерживающими свойствами, а также адсорбционными свойствами и способен связывать тяжелые металлы и другие токсиканты.

Для подтверждения полученных данных осадок сточных вод апробировали в качестве влагосорбент-удобрения при возделывании сафлора красильного. Полевые опыты с сафлором закладывали в течение трех лет (2016-2018 гг.) Данные о запасах влаги представлены на рисунке 3.



Примечание –  $HCP_{05}(A) = 0,21$ ;  $HCP_{05}(B) = 0,21$ ;  $HCP_{05}(AB) = 0,24$ .

Рисунок 3. Запасы продуктивной влаги при возделывании сафлора красильного в слое почвы 0-0,4м (среднее за 2016-2018 гг.)

При обработке почвы плугом ПН-4-35 и внесении осадка в дозах 0, 5, 10 т/га запасы влаги составили 67; 72; 77,6 мм к моменту посева сафлора красильного; при применении дисковой обработки БДТ-3 – 62; 67,7; 72,6 мм; при применении чизельной обработки рабочим органом Ранчо – 72,6; 82,1; 88,5 мм.

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что максимальный запас продуктивной влаги при посеве, а также последующих стадиях развития растений наблюдался в варианте с внесением осадка сточных вод в дозах 5 и 10 т/га и глубокой обработкой почвы чизельным отвальным орудием с рабочим органом Ранчо (при посеве – 82,1 мм и 88,5 и в стадии полной спелости – 4 мм и 4,4 мм соответственно дозам внесения осадка). Минимальные значения запаса продуктивной влаги в процессе роста и развития сафлора красильного наблюдались на варианте без внесения осадка сточных вод и с применением дисковой обработки БДТ-3 (от 62 мм при посеве и до 2,6 мм в стадии полной спелости).

Вследствие увеличения запасов почвенной влаги и наличия в осадке сточных вод азота, фосфора и калия было достигнуто и повышение урожайно-

сти сафлора [6]. Урожайность сафлора красильного представлена в таблице 2.

Результаты исследований показывают, что на урожай семян сафлора красильного оказали влияние как приемы основной обработки почвы, так и дозы внесения осадка сточных вод (рисунок 4). В среднем за годы исследований при использовании в качестве основной обработки почвы отвального плуга ПН-4-35 урожайность сафлора составила 1,23 т/га (без внесения осадка), 1,34 т/га (доза внесения осадка 5 т/га), 1,40 т/га (доза внесения 10 т/га). Менее эффективным оказался вариант применения дисковой обработки БДТ-3, где отмечено существенное снижение урожайности: до 1,16 т/га на участке, где не вносили осадок, до 1,23 т/га при дозе внесения 5 т/га, до 1,29 т/га при дозе внесения 10 т/га. Наилучшие результаты были отмечены на варианте, где использовали глубокую чизельную обработку рабочим органом Ранчо, при этом с увеличением дозы внесения осадка сточных вод увеличивалась и урожайность. При дозе внесения 5 т/га урожай семян сафлора составил 1,42 т/га, при дозе внесения 10 т/га 1,51 т/га. На участке, где применяли чизелевание почвы, но осадок сточных вод не вносили, урожайность составила 1,31 т/га.

Таблица 2 – Урожайность сафлора красильного, т/га

| Годы исследований | Доза осадка сочных вод, т/га | Приемы основной обработки почвы |                          |                                    |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                   |                              | Отвальная обработка ПН-4-35     | Дисковая обработка БДТ-3 | Чизельная обработка ОЧО-5-40 Ранчо |
| 2016              | 0                            | 1,27                            | 1,21                     | 1,37                               |
|                   | 5                            | 1,37                            | 1,30                     | 1,47                               |
|                   | 10                           | 1,44                            | 1,36                     | 1,56                               |
| 2017              | 0                            | 1,23                            | 1,16                     | 1,29                               |
|                   | 5                            | 1,35                            | 1,22                     | 1,41                               |
|                   | 10                           | 1,41                            | 1,29                     | 1,50                               |
| 2018              | 0                            | 1,18                            | 1,10                     | 1,26                               |
|                   | 5                            | 1,29                            | 1,17                     | 1,37                               |
|                   | 10                           | 1,34                            | 1,23                     | 1,46                               |
| среднее           | 0                            | 1,23                            | 1,16                     | 1,31                               |
|                   | 5                            | 1,34                            | 1,23                     | 1,42                               |
|                   | 10                           | 1,40                            | 1,29                     | 1,51                               |

2016 год  $HCP_{05} A=0,009$ ;  $HCP_{05} B=0,009$ ;  $HCP_{05} AB=0,01$

2017 год  $HCP_{05} A=0,008$ ;  $HCP_{05} B=0,008$ ;  $HCP_{05} AB=0,01$

2018 год  $HCP_{05} A=0,009$ ;  $HCP_{05} B=0,009$ ;  $HCP_{05} AB=0,01$

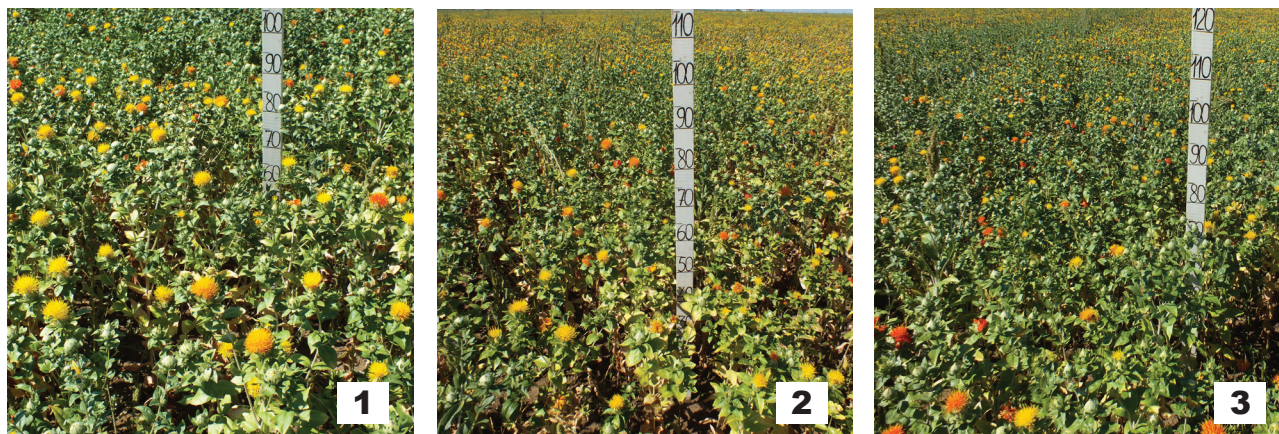


Рисунок 4. Варианты опыта: 1 – Отвальная обработка ПН-4-35, доза осадка сочных вод 10 т/га; 2 – Дисковая обработка БДТ-3, доза осадка сочных вод 10 т/га; 3 – Чизельная обработка ОЧО-5-40 Ранчо, доза осадка сочных вод 10 т/га

**Заключение.** Установлено, что по химическому составу осадок сточных вод является комплексным органоминеральным удобрением и содержит оптимальное количество органического вещества (32 %), азота (3,3 %), фосфора (4,27 %) и калия (0,31 %). Анализ на содержание тяжелых металлов позволил установить, что их количество в осадке не превышает предельно допустимых значений. В ходе проведенных исследований по изучению структуры и морфологии осадка сточных вод было выявлено, что осадок состоит из множества частиц различных размеров (от 0,1 до 800 мкм), в нем присутствуют мезо- и макропоры, что позволило сделать вывод о его влагоудерживающих свойствах.

Апробация осадка сточных вод при возделывании сафлора красильного показала, что его дозы

внесения на фоне различных обработок почвы по-разному влияли на урожайность. Установлено, что наибольшая урожайность сафлора зафиксирована на варианте применения в качестве основной обработки почвы чизельного рыхления на фоне внесения осадка сточных вод в дозе 10 т/га и составила 1,51 т/га в среднем за годы исследований.

Проведенные агрономические опыты дали положительные результаты при использовании осадка сточных вод в земледелии Волгоградской области, в частности при выращивании сафлора красильного. Полученные результаты свидетельствуют о возможной благоприятной перспективе использования осадка и при возделывании других технических культур, например, таких как, лен, хлопок, рапс, рыжик и др.

**Литература:**

1. Аргунов А.Б., Ватуева О.Б., Веселов В.М. Некоторые свойства и особенности осадков сточных вод // *Агрохимический вестник*. 2013. №4. С. 39-43.
2. Байбеков Р.Ф., Мёрзлая Г.Е., Власова О.А., Намухин А.Н. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод // *Агрохимический вестник*. 2013. №6. С. 28-30.
3. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011. 17 с.
4. Ильинский А.В., Евсенкин К.Н., Нефедов А.В. Обоснование экологически безопасного использования осадков сточных вод канализационных очистных сооружений жилищно-коммунального хозяйства // *Агрохимический вестник*. 2020. № 1. С. 60-64. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10009.
5. Криштал М.М., Ясников И.С., Полуниин В.И., Филатов А.М., Ульяновков А.Г. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения (Серия «Мир физики и техники» II-15). – М.: Изд-во Техносфера, 2009. 208 с.
6. Межевова А.С. Совершенствование технологии возделывания сафлора красильного при использовании илового осадка на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А.С. Межевова. М., 2020. 20 с.
7. Пындак В.И., Новиков А.Е., Межевова А.С. Адсорбционные свойства удобрений на основе осадков сточных вод // *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2016. №4 (29). С. 61-64.
8. Пындак В.И., Новиков А.Е., Межевова А.С. Действие и последствие нетрадиционных удобрений-мелиорантов при орошении // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2016. №3 (43). С. 196-202.
9. Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С. Использование осадка сточных вод и режим органического вещества дерново-подзолистой почвы // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. №4. С. 37-41. DOI: 10.31857/S 2500262720040092.
10. Степкина Ю.А. Совершенствование технологий и систем обработки осадка при очистке сточных вод, получение и апробация комплексного удобрения // *Дис. ... к.т.н.* / Волгоград, 2009. 206 с.
11. Ahmed H.Kh., Fawy H.A., Abdel-Ha E.S. Study of sewage sludge use in agriculture and its effect on plant and soil. *Agriculture and biology journal of North America*. 2010. V. 1(5). pp. 1044–1049. doi:10.5251/abjna.2010.1.5.1044.1049.
12. Asadu C.O., Aneke N.G., Egbuna S.O. Comparative studies on the impact of bio-fertilizer produced from agro-wastes using thermo-tolerant actinomycetes on the growth performance of Maize (*Zea-mays*) and Okro (*Abelmoschus esculentus*). *Environmental Technology and Innovation*. 2018. Vol. 12. pp. 55-71.
13. Lee L.H., Wu T.Y., Shak K.P.Y. Sustainable approach to biotransform industrial sludge into organic fertilizer via vermicomposting: a mini-review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2018. Vol. 93, Issue 4. pp. 925-935.
14. Vasilyev S. Agroecological substantiation for the use of treated wastewater for irrigation of agricultural land. *Journal of Ecological Engineering*. 2018. Vol. 19, Issue 1. pp. 48-54. doi:10.12911/22998993/79567.

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.003.18-24

**Physico-Chemical Properties, Microstructure of Sewage Sludge, Study of Its Effect on Safflower Productivity During Various Tillage**

**Alina S. Mezhevova**✉, K.S-Kh.N., research fellow, asmezhevova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4579-7047, Author ID 940814, head of the laboratory of soil analysis;

**Elena V. Volchkova**, K.Kh.N., senior researcher, ORCID: 0000-0002-5642-2881, laboratory of soil analysis;

**Alexander S. Azarov**, assistant-researcher, laboratory of soil analysis –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),  
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

It is known that sewage sludge is a serious ecological problem for the environment, therefore, the issues of their utilization and reuse remain very relevant. The sewage sludge use in agriculture is a common practice, however, the study of its structure and morphology, as well as the study of its moisture-retaining properties is a new and promising direction, since the data obtained will help to more accurately predict the effects of the introduction of such types of “waste”. The research was carried out on the basis of the Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences in the soil testing laboratory. Sewage sludge was taken from the treatment facilities of the Volzhsky city. Field research was carried out on the experimental field in the educational research and production center “Gornaya Polyana”. Experimental studies have established that sewage sludge has a high fertilizing value, the amount of total nitrogen in

it was 3.3%, phosphorus – 4.27%, potassium – 0.31%, organic matter – 32%. The content of heavy metals in the sediment is within normal limits. Analysis of microphotographs of sewage sludge has shown that it consists of particles of various sizes: from 0.1 to 800 microns, some of the particles are aggregated. The study also found that both meso- and macropores are found in the sediment. It has been proved that the introduction of sediment in various dosages (0, 5, 10 t/ha) against the background of different depth treatments of the soil allowed to significantly increase moisture reserves. The maximum supply of productive moisture was observed during deep tillage with a chisel dump tool with a working organ “Rancho”. The average yield of safflower with the use of chisel treatment and the introduction of sediment at a dose of 10 t/ha increased by 15.3% compared to the option without application.

**Keywords:** sewage sludge, fertilizers, scanning electron microscopy, moisture-retaining properties, safflower, productive moisture, basic tillage, yield

The work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS: № 0713-2019-0007 (Develop conceptual-methodological and information-technological

Received: 14.10.2021

bases for the formation of ecologically balanced agricultural landscapes and adaptive farming systems with the use of new generation chemicals for crop products precision production while preserving and reproducing soil fertility and efficient use of natural resource potential)

Accepted: 06.12.2021

### References

1. Argunov A.B., Vatuyeva O.B., Veselov V.M. *Nekotoryye svoystva i osobennosti osadkov stochnykh vod* [Some properties and features of sewage sludge]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2013. №4. pp. 39-43. (In Russian)

2. Bajbekov R.F., Myorzlaya G.YE., Vlasova O.A., Namukhin A.N. *Izucheniye udobrenij na osnove osadkov stochnykh vod* [Analysis of fertilizers based on sewage sludge]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2013. №6. pp. 28-30. (In Russian)

3. GOST R 54651-2011. *Udobreniya organicheskiye na osnove osadkov stochnykh vod. Tekhnicheskiye usloviya* [Organic fertilizers based on sewage sludge. Technical conditions.], Moscow, "Standartinform" Publ. house, 2011. 17 p. (In Russian)

4. Il'inskij A.V., YEvsenkin K.N., Nefedov A.V. *Obosnovaniye ekologicheskoi bezopasnoy ispol'zovaniya osadkov stochnykh vod kanalizatsionnykh ochistnykh sooruzhenij zhilishchno-kommunal'nogo khozyajstva* [Substantiation of environmentally safe use of sewage sludge from sewage treatment facilities of housing and communal services]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2020. №1. pp. 60-64. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10009. (In Russian)

5. Krishtal M.M., YAsnikov I.S., Polunin V.I., Filatov A.M., Ul'yanenkov A.G. *Skaniruyushchaya elektronnaya mikroskopiya i rentgenospektral'nyj mikroanaliz v primerakh prakticheskogo primeneniya* [Scanning electron microscopy and X-ray spectral microanalysis in practical application examples] (Series "World of Physics and Technology" II-15), Moscow, "Tekhnosfera" Publ. house, 2009. 208 p. (In Russian)

6. Mezhevova A.S. *Sovershenstvovaniye tekhnologii vozdel'yvaniya saflora krasil'nogo pri ispol'zovanii ilovogo osadka na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoj oblasti* [Improvement of the cultivation of safflower dye technology when using silt sediment on light chestnut soils of the Volgograd region]: abstract. dis. ... candidate of Agricultural Sciences: 06.01.01. Mezhevova A.S., Moscow, 2020. 20 p. (In Russian)

7. Pyndak V.I., Novikov A.Ye., Mezhevova A.S. *Adsorbtsionnyye svoystva udobrenij na osnove osadkov stochnykh vod* [Adsorption properties of fertilizers based on sewage sludge]. *Teoreticheskiye i prikladnyye problemy agropromyshlennogo kompleksa* [Theoretical and applied

problems of agro-industrial complex], 2016. №4 (29). pp. 61-64. (In Russian)

8. Pyndak V.I., Novikov A.YE., Mezhevova A.S. *Dejstviye i posledejstviye netraditsionnykh udobrenij-meliorantov pri oroshenii* [The effect and aftereffect of unconventional fertilizers-meliorants in irrigation]. *Izvestiya Nizhevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education], 2016. №3 (43). pp. 196-202. (In Russian)

9. Rabinovich G.Yu., Podolyan Ye.A., Zinkovskaya T.S. *Ispol'zovaniye osadka stochnykh vod i rezhim organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoj pochvy* [The sewage sludge use and the organic matter regime of turf-podzolic soil] *Rossiyskaya sel'skokhozyajstvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], 2020, №4, pp. 37-41. DOI: 10.31857/S 2500262720040092. (In Russian)

10. Stepkina Yu.A. *Sovershenstvovaniye tekhnologij i sistem obrabotki osadka pri ochistke stochnykh vod, polucheniye i aprobatsiya kompleksnogo udobreniya* [Improvement of sludge treatment technologies and systems in wastewater treatment, complex fertilizers obtaining and approbation]: Dis. ... Candidate of Technical Sciences, Volgograd, 2009. 206 p. (In Russian)

11. Ahmed H.Kh., Fawy H.A., Abdel-Ha E.S. Study of sewage sludge use in agriculture and its effect on plant and soil. *Agriculture and biology journal of North America*. 2010. V. 1(5). P. 1044-1049. doi:10.5251/abjna.2010.1.5.1044.1049.

12. Asadu C.O., Aneke N.G., Egbuna S.O. Comparative studies on the impact of bio-fertilizer produced from agro-wastes using thermo-tolerant actinomycetes on the growth performance of Maize (*Zea-mays*) and Okro (*Abelmoschus esculentus*). *Environmental Technology and Innovation*. 2018. Vol. 12. pp. 55-71.

13. Lee L.H., Wu T.Y., Shak K.P.Y. Sustainable approach to biotransform industrial sludge into organic fertilizer via vermicomposting: a mini-review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2018. Vol. 93, Issue 4. pp. 925-935.

14. Vasilyev S. Agroecological substantiation for the use of treated wastewater for irrigation of agricultural land. *Journal of Ecological Engineering*. 2018. Vol. 19, Issue 1. pp. 48-54. doi:10.12911/22998993/79567.

**Цитирование.** Межевова А.С., Волчкова Е.В., Азаров А.С. Физико-химические свойства, микроструктура осадка сточных вод, изучение его влияния на продуктивность сафлора при различной обработке почвы // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 18-24. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.003.18-24

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Mezhevova A.S., Volchkova E.V., Azarov A.S. Physico-Chemical Properties, Microstructure of Sewage Sludge, Study of Its Effect on Safflower Productivity During Various Tillage. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 18-24. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.003.18-24

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.



## Влияние пастбищной растительности на водный баланс лизиметрических моделей

Александр Сергеевич Хныкин✉, м.н.с., [theraan@mail.ru](mailto:theraan@mail.ru), ORCID: 0000-0001-8577-1960,

Денис Игоревич Арчаков, м.н.с., лаборатория гидрологии агролесоландшафтов –  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), [info@vfanc.ru](mailto:info@vfanc.ru), 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*В условиях Волгоградской области количество годовых осадков играет ключевую роль в формировании урожайности сельскохозяйственных экосистем. В связи с этим возникает необходимость проследить влияние растительности на водный баланс пастбищ на различных почвах. Для этого в крупногабаритных лизиметрах были созданы модели пастбищных экосистем на песчаных, супесчаных и суглинистых почвенных субстратах с использованием трав ставропольской селекции. В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований влияния пастбищных экосистем на водный баланс почв в лизиметрических моделях. Также приведены данные по годовому распределению осадков 2020/2021 гидрологического года, которые позволили проследить процесс изменения запасов влаги в почвенных субстратах. Указаны транспирационные коэффициенты для трёх моделируемых пастбищных экосистем. На лизиметрах с супесчаным и суглинистым наполнением около 50% поступающей и накопленной влаги тратится на транспирацию. В результате исследования определено, что при урожайности 0,41 т/га в пастбищных экосистемах на песчаных почвах грунтовый сток в первый год роста растений сокращается незначительно по сравнению с участками открытых песков. Также снижается количество почвенной влаги, затрачиваемой растениями на транспирацию.*

**Ключевые слова:** пастбищные экосистемы, гравитационный сток, водный баланс, лизиметры, транспирация.

*Работа выполнена в рамках государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 0713-2021-006 «Теоретические основы управления водными ресурсами при лесоаграрном освоении засушливых территорий РФ на основе динамической модели водного баланса региона, математического моделирования процессов формирования и динамики грунтовых и поверхностных вод, оценки влияния и изменения климата и антропогенных нагрузок на агроресурсный потенциал и лесорастительные условия».*

Поступила в редакцию: 08.11.2021

Принята к печати: 06.12.2021

Запасы влаги являются лимитирующим фактором для роста и набора фитомассы растений в пастбищных экосистемах. Следовательно, получение данных о влиянии пастбищных травостоев на водный баланс почв является актуальным.

Новизна исследований состоит в получении экспериментальных данных о влиянии пастбищных многолетних трав на водный баланс почв различного гранулометрического состава. Для построения моделей пастбищных экосистем использовались крупногабаритные лизиметры гидрологического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН.

**Материал и методы.** В 2021 году в экспериментальных целях на базе ФНЦ агроэкологии РАН был заложен опыт по изучению гравитационного стока под влиянием пастбищных трав на трёх лизиметрах №3, №4 и №5. Площадь лизиметров составляет 6,3 м<sup>2</sup>, объём 20,5 м<sup>3</sup>. Все лизиметры имеют водовыпуск в подземную галерею, где ежедневно производятся количественные замеры стока воды, фильтрующейся через зону аэрации имитационных моделей пастбищных экосистем (рисунок 2). Осадки замерялись при помощи метеостанции Watch Dog 2000 series и дождемеров-накопителей. Лизиметры заполнены почвенными субстратами различного гранулометрического состава: №3 супесь, №4

суглинок, а №5 песок с Ергенинской возвышенности. В течение гидрологического года определялась влажность зоны аэрации через каждые 10 см 4 раза за гидрологический год в двукратной повторности. Сроки определения: после снеготаяния, в начале тёплого периода (1 апреля), в середине тёплого периода (1 июля), в конце тёплого периода (30 октября).

Проведено изучение биоэкологических особенностей фитомелиорантов в составе пастбищных фитоценозов многолетних трав Ставропольской селекции, которые прошли первичную интродукцию и зарекомендовали себя как устойчивые в чистых монокомпонентных посевах. Были посеяны поликомпонентные смеси: пырея среднего (Ставропольский-1), пырея удлиненного (Ставропольский-10), пырея солончакового, костреца безостого (Ставропольский-1, Вегур), житняка сибирского (Новатор), житняка гребенчатого (Викрав), овсяницы луговой (Россиянка), овсяницы восточной. А также проведены исследования влияния растительного покрова на водный баланс почв.

В основу исследования положен опыт отечественных [1-5] и зарубежных [7-14] исследователей, изучающих отдельные элементы водного баланса на лизиметрических моделях как почв без растительности (паров), так и под различными сельско-

хозяйственными и лесными культурами.

Для периода октябрь – март определение суммарного испарения (ИсС), включающего транспирацию и физическое испарение, проводилось по формуле:

$$ИсС = Ос - \Delta В - ГрС$$

где: Ос – осадки за период октябрь – март, мм;

$\Delta В$  – изменение запасов воды в 2-метровом слое почвенного субстрата в лизиметрах, мм.

ГрС – гравитационный сток жидкой влаги из лизиметров, мм.

Для тёплого периода года транспирационный расход определяется по формуле:

$$Тр = Ос - ИсФ - ГрС + \Delta В$$

где: ИсФ – испарение физическое, мм. Находится по формулам Н.Ф. Кулика [6].

**Результат и обсуждение.** Погодные условия холодного периода 2020/21 гидрологического года были характерными для региона исследования. За холодный период выпало 227,5 мм осадков (табл 1). Периодичность выпадения осадков и динамика грунтового стока представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Водный баланс на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН с пастбищными многолетними травами за холодный период (31.10.2020 – 1.04.2021) 2020/2021 гг.

| Лизиметр | Осадки, мм | Сток, мм | Изменение влажности, мм | Физическое испарение, мм |
|----------|------------|----------|-------------------------|--------------------------|
| 3        | 227,5      | 0,0      | 134,1                   | 93,3                     |
| 4        | 227,5      | 0,0      | 167,4                   | 60,0                     |
| 5        | 227,5      | 58,1     | 100,5                   | 67,4                     |

От 100 до 167 мм зимних осадков осеннего периода пошло на восполнение запасов почвенной влаги. Промывной тип водного режима наблюдался только в лизиметре №5 (сток составил 58 мм); выпавших осадков было недостаточно для насыщения зоны аэрации и возобновления грунтового

стока на лизиметрах №3 и №4.

Физическое испарение зимнего периода составило от 26 до 41% от выпавших осадков. Пик гравитационного стока пришёлся на конец холодного периода и составил 5,7 мм/сутки.

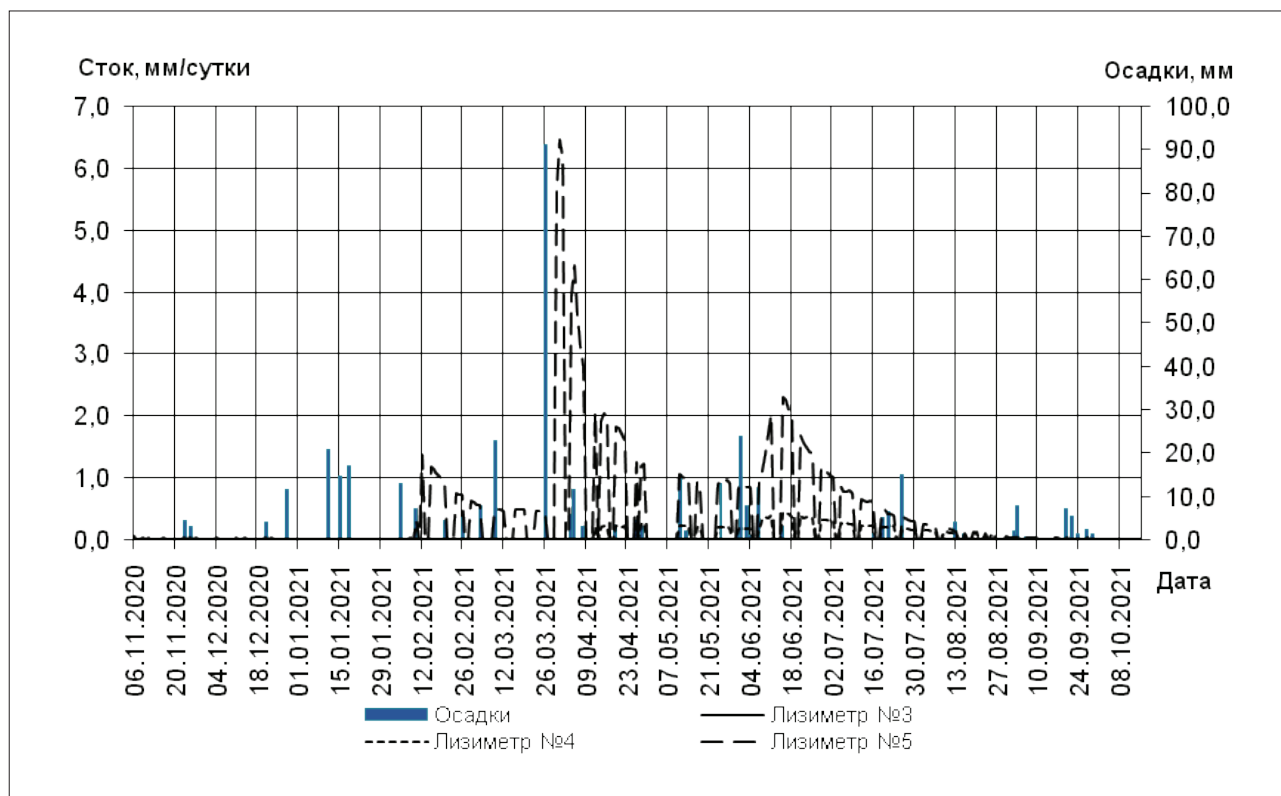


Рисунок 1. График выпадения осадков и величины стока в лизиметрических моделях пастбищных экосистем

В первой половине тёплого периода сумма осадков была 112,6 мм, тогда как вторая была значительно суше, осадки составили 63,1 мм. В сумме за весь период они составляют 175,7 мм (табл. 2). Физическое испарение 111,2 мм.

На лизиметре №3 (супесь) вся накопившаяся за холодный период влага израсходовалась на физическое испарение и транспирацию (173,7 мм), грунтовый сток не возобновился. При этом зона

аэрации потеряла 109,2 мм. На лизиметре №4 (суглинок) сток возобновился во второй декаде апреля и продолжался до конца гидрологического года, составив в итоге 34,2 мм. Растительность использовала на транспирацию 186,9 мм, иссушив зону аэрации на 156,2 мм. На лизиметре №5 (песок) сток составил 175,7 мм, влажность зоны аэрации снизилась на 127,8 мм. На транспирацию израсходовано 16,6 мм влажности.

Таблица 2 – Водный баланс на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН с пастбищными многолетними травами за тёплый период (1.04.2021-31.10.2021) 2020/21 гг.

| Лизиметр | Осадки, мм | Сток, мм | Изменение влажности, мм | Физическое испарение, мм | Транспирация мм |
|----------|------------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| 3        | 175,7      | 0,0      | -109,2                  | 111,2                    | 173,7           |
| 4        | 175,7      | 34,2     | -156,2                  | 111,2                    | 186,9           |
| 5        | 175,7      | 175,7    | -127,8                  | 111,2                    | 16,6            |

В целом за 2020/21 гидрологический год выпало 403,2 мм осадков (табл. 3). Физическое испарение на занятых пастбищной растительностью лизиметрах было в пределах 42-51%. Водный режим в лизиметре №3 не переходил в периодически промывной, сквозного промачивания не наблюдалось. Вся сумма осадков была израсходована на испарение, увлажнение зоны аэрации и транспирацию

растениями. На лизиметре №4 сток возобновился при влажности зоны аэрации 14,64% и снизился до 0,007 мм/сутки в конце вегетационного периода и составил 34,2 мм, запасы влаги увеличились на 10,9 мм. На физическое испарение израсходовано 171,2 мм. На лизиметре №5 сток не прекращался и составил 233,9 мм, при этом зона аэрации иссушилась на 27,4 мм.

Таблица 3 – Годовой водный баланс на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН с пастбищными многолетними травами.

| Лизиметр | Осадки, мм | Сток, мм | Изменение влажности, мм | Физическое испарение, мм | Транспирация мм |
|----------|------------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| 3        | 403,2      | 0,0      | 24,9                    | 204,5                    | 173,7           |
| 4        | 403,2      | 34,2     | 10,9                    | 171,2                    | 186,9           |
| 5        | 403,2      | 233,9    | -27,4                   | 178,7                    | 16,6            |

В конце вегетационного периода определена урожайность, которая на лизиметрах №3, №4 и №5 составила 2,95 т/га, 3,24 т/га и 0,41 т/га, транспирационные коэффициенты – 588, 576 и 435 соответственно. На указанных лизиметрах растениями за 2020/21 гидрологический год было израсходовано 173,7 и 186,9 мм осадков на формирование 1860 г и 2042 г биомассы. На лизиметре №5 из-за почвенных условий биомасса растений составила 260 г, израсходовав 16,6 мм воды на её формирование. При урожайности 0,41 т/га грунтовый сток в пастбищных экосистемах на песчаных почвах сокращается незначительно по сравнению с открытыми песками. Вследствие низких показателей влажности почв в лизиметрах №3 и №4 (4,4% и 8,7% соответственно), сток с них был либо очень низким (34,2 мм), либо полностью отсутствовал.

**Выводы.** 1. На суглинистых почвах грунтовый сток возобновляется при влажности зоны аэрации 14,6%, что на 2,4% ниже НВ.

2. При годовой величине осадков в 400 мм пастбищные травы, посеянные по пару в первый год жизни, расходуют на транспирацию от 174 до 187 мм влаги на суглинистых и супесчаных почвогрунтах.

3. При урожайности 0,41 т/га в пастбищных экосистемах на песчаных почвах грунтовый сток сокращается не существенно по сравнению с открытыми песками.

#### Литература:

1. Астапов С.В., Долгов С.И. Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов // Почвенная съемка. – М.: Академия наук СССР, 1959. С. 299
2. Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. Пески и песчаные почвы. – М.: ГЕОС, 1999. 252 с.

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. 352 с.
4. Кулик, А.К., Власенко М.В. Стационарные исследования на гидрологическом комплексе ФНЦ агроэкологии РАН / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, 2016. №4(64). С. 6-12.
5. Кулик А.К., Хныкин А.С. Водно-балансовые исследования на лизиметрическом комплексе ВНИАЛМИ / Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: матер. Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 85-летию создания ВНИАЛМИ. Волгоград, 19-23 сент. 2016. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2016. С. 147-151.
6. Кулик, Н.Ф. Водный режим песков аридной зоны. – Л: Гидрометеонаиздат, 1979. 280 с.
7. Babaee M., Shokat-Naghadeh A., Ahmadpari H., Nabi-Jalali M. Comparison of different methods with lysimeter measurements in estimation of rice evapotranspiration in Sari Region. *Ingenieria UC*. 2019. T/ 26. Vol. 2. pp. 175-184.
8. Dabrowska D., Soltysiak M., Binińska P. et al. Application of hydrogeological and biological research for the lysimeter experiment performance under simulated municipal landfill condition. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 2019. T.21, Vol. 6. pp. 1477 – 1487.
9. Del Vecchio T., Welker A., Wadzuk B.M. Exploration of Volume Reduction via Infiltration and Evapotranspiration for Different Soil Types in Rain Garden Lysimeters. *Journal of*

- Sustainable Water in the Built Environment*. 2020. T. 6, Vol. 1.
10. Gutierrez-Gines MJ., Mishra M., McIntyre C. et al. Risks and benefits of pasture irrigation using treated municipal effluent: a lysimeter case study, Canterbury, New-Zealand. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. pp 11830-11841.
11. Haselow L., Meissner R., Rupp H., Miegel K. Evaluation of precipitation measurements methods under field conditions during a summer season: A comparison of the standard rain gauge with a weighable lysimeter and a piezoelectric precipitation sensor. *Journal of Hydrology*. 2019. T. 575. pp. 537-543.
12. Lehmann P., Berli M., Koonce JE., Or D. Surface Evaporation in Arid Regions: Insights From Lysimeter Decadal Record and Global Application of a Surface Evaporation Capacitor (SEC) Model. *Geophysical Research Letters*. 2019. T/46, Vol. 16. pp.9648-9657.
13. Sanchez JM., Lopez-Urrea R., Caselies V., Galve JM. Lysimeter assessment of the Simplified Two-Source Energy Balance model and eddy covariance system to estimate vineyard evapotranspiration. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. T. 274. pp. 172-183.
14. Sawadogo A., Tim H., Gundog-du KS. et al. Comparative analysis of the PySEBAL model and lysimeter for estimating actual evapotranspiration of soybean crop in Adana, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*. 2020. T. 5. Vol. 2. pp. 60-65.

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.004.25-29

## Pasture Plants Influence on Lysimetric Models Water Balance

Alexander S. Khnyckin✉, junior researcher, theraan@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8577-1960,

Denis I. Archakov, junior researcher, laboratory of hydrology of agroforest landscapes – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

In the Volgograd region conditions, the amount of annual precipitation plays a key role in shaping the yield of agricultural ecosystems. In this regard, it becomes necessary to trace the influence of vegetation on the water balance of pastures on various soils. For this purpose, models of pasture ecosystems on sandy, sandy loam and loamy soils using herbs of the Stavropol selection were created in large-sized lysimeters. The article considers the results of studies of the pasture ecosystems influence on the water balance of soils in lysimetric models. The data on the annual precipitation distribution of the 2020/2021 hydrological year are also presented, which made it possible to trace the process of changing the gravitational flow on lysimetric models. Transpiration coefficients for three simulated pasture ecosystems are given. On lysimeters with sandy loam and loamy filling, about 50% of the incoming and accumulated

moisture is spent on transpiration. With a yield of 0.41 t/ha in pasture ecosystems on sandy soils, soil runoff in the first year of growth decreases slightly compared to areas of ungrown sands and the amount of precipitation spent by plants on transpiration is significantly reduced.

**Keywords:** pasture ecosystems, gravity runoff, water balance, lysimeters, transpiration

The work carried out within the state task of the FSC of Agroecology RAS № 0713-2021-006 «Theoretical foundations of water resources management in the forest-agrarian development of the Russian Federation arid territories on the dynamic model of the regional water balance basis, mathematical modeling of the groundwater and surface waters formation and dynamics processes, assessment of the impact and climate change and anthropogenic loads on the agro-resource potential and forest growing conditions».

Received: 08.11.2021

Accepted: 06.12.2021

### Reference:

1. Astapov S.V., Dolgov S.I. *Metody izucheniya vodno-fizicheskikh svoystv pochv i gruntov* [Water-physical properties of soils and grounds studying methods] *Pochvennaya s'yomka* [Soil survey]. M.: Academy of Sciences

of USSR Publ. house, 1959. p. 299. (In Russian)

2. Gayel A.G., Smirnova L.F. *Peski i peschanye pochvy* [Sands and sandy soils]. M.: GEOS Publ. house, 1999. 252 p.

3. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. M.: «Kolos» Publ. house, 1985.

352 p. (In Russian)

4. Kulik A.K., Vlasenko M.V. *Statsionarnyye issledovaniya na gidrologicheskom komplekse FNTS agroekologii RAN* [Stationary research on the hydrological complex of FSC of Agroecology of RAS] *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of the irrigated agriculture efficiency improvement], 2016. №4 (64). pp. 6-12. (In Russian)

5. Kulik A.K., Khnyckin A.S. *Vodno-balansovyye issledovaniya na lisimetricheskom komplekse VNIALMI* [Water balance researches on the lysimetric complex of VNIALMI] *Zashchitnoye lesorazvedeniye, melioraciya zemel', problem agroekologii i zemledeliya v Rossiyskoj Federacii* [Protective afforestation, land reclamation, problems of Agroecology and agriculture in the Russian Federation]. Volgograd. 19-23 sept. 2016. Volgograd: VNIALMI, 2016. pp. 147-151. (In Russian)

6. Kulik N.F. *Vodnyj rezhim peskov aridnoj zony* [Arid zone sands water regime]. L: Hydrometeoizdat Publ. house, 1979. 280 p. (In Russian)

7. Babaee M., Shokat-Naghadeh A., Ahmadpari H., Nabil-Jalali M. Comparison of different methods with lysimeter measurements in estimation of rice evapotranspiration in Sari Region. *Ingenieria UC*, 2019. Issue 26. Vol. 2. pp. 175-184.

8. Dabrowska D., Soltysiak M., Biniacka P. et al. Application of hydrogeological and biological research for the lysimeter experiment performance under simulated municipal landfill condition. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2019. Issue 21, Vol. 6. pp. 1477 – 1487.

9. Del Vecchio T., Welker A., Wadzuk B.M. Exploration of

Volume Reduction via Infiltration and Evapotranspiration for Different Soil Types in Rain Garden Lysimeters. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 2020. Issue 6. Vol. 1.

10. Gutierrez-Gines M.J., Mishra M., McIntyre C. et al. Risks and benefits of pasture irrigation using treated municipal effluent: a lysimeter case study, Canterbury, New-Zealand. *Environmental Science and pollution Research*. 2020. pp. 11830-11841.

11. Haselow L., Meissner R., Rupp H., Miegel, K. Evaluation of precipitation measurements methods under field conditions during a summer season: A comparison of the standard rain gauge with a weighable lysimeter and a piezoelectric precipitation sensor. *Journal of Hydrology*. 2019. Vol. 575. pp. 537-543.

12. Lehmann P., Berli M., Koonce J.E., Or D. Surface Evaporation in Arid Regions: Insights From Lysimeter Decadal Record and Global Application of a Surface Evaporation Capacitor (SEC) Model. *Geophysical Research Letters*, 2019. Issue 46, Vol. 16. pp. 9648-9657.

13. Sanchez J.M., Lopez-Urrea R., Caselles V., Galve J.M. Lysimeter assessment of the Simplified Two-Source Energy Balance model and eddy covariance system to estimate vineyard evapotranspiration. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. Vol. 274. pp. 172-183.

14. Sawadogo A., Tim H., Gundog-du K.S. Et al. Comparative analysis of the PySEBAL model and lysimeter for estimating actual evapotranspiration of soybean crop in Adana, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2020. Issue 5. Vol. 2. pp 60-65.



Рисунок 2. Крупногабаритные лизиметры гидрологического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН:  
а) лизиметры заполнены почвенными субстратами различного гранулометрического состава;  
б) все лизиметры имеют водовыпуск в подземную галерею

**Цитирование.** Хныкин А.С., Арчаков Д.И. Влияние пастбищной растительности на водный баланс лизиметрических моделей // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 25-29. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.004.25-29

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Khnyckin A.S., Archakov D.I. Pasture Plants Influence on Lysimetric Models Water Balance. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 25-29. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.004.25-29

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## Пространственный анализ деградации агроландшафтов Донской гряды

Ксения Павловна Синельникова✉, м.н.с., sinelnikova-k@vfanc.ru,

лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов –  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр  
агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
(ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

*В статье представлены результаты пространственного анализа деградации сельскохозяйственных угодий на территории тестового полигона «балка Осиновская». Полигон исследования расположен на территории Донской гряды в Волгоградской области в Суrowsикинском районе. Актуальность обусловлена интенсивным использованием земель на территории полигона в качестве сельскохозяйственных угодий, что привело к развитию деградации почв. Новизна исследования заключается в оптимизации пространственного анализа тестового полигона, который выполнялся в геоинформационных системах QGIS и ENVI, статистическая обработка данных проводилась в программе Microsoft Office Excel. Проведение геоинформационного картографирования и анализа с количественным определением площадей, подверженных деградации, проведено по данным наблюдений поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры (ДЗЗ). Такой анализ проводится для выявления актуальных характеристик состояния агроландшафтов, что является основой для планирования сельскохозяйственных работ на выбранной территории. В процессе выполнения геоинформационной оценки были разработаны картографические слои: изолинейная карта высот, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов и схема деградации агроландшафта. В результате пространственного анализа тестового полигона было выявлено, что 69% от всей исследуемой территории приходится на уровень деградации «Риск», уровни «Норма» и «Кризис» занимают по 15%. Уровень деградации «Бедствие» занимает 1% от всей площади выбранных сельскохозяйственных угодий.*

**Ключевые слова:** деградация, агроландшафт, Донская гряда, эрозия почв, космоснимки, ГИС-технологии.  
Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 0713-2019-0001.

Поступила в редакцию: 04.11.2021

Принята к печати: 16.12.2021

Агроландшафт – это антропогенная, сложно организованная система земли, которая формируется под воздействием сельскохозяйственной деятельности человека [1]. В настоящее время процессы деградации оказывают влияние на изменение рельефа, потому что ветровая и водная эрозии ухудшают негативное воздействие на поверхностный слой почвы [10].

Волгоградская область является одной из главных областей по производству продукции сельского хозяйства. По данным Волгоградстата посевные площади сельскохозяйственных культур на 2020 год составляют 3090,9 тыс. га. [9].

Территория Донской гряды, в границах Волгоградской области, активно эксплуатируется под сельскохозяйственное производство [6], этим обусловлена актуальность исследования. А возможность получения данных со спутников обеспечивает проведение точного и своевременного анализа.

Цель работы – выявить геоморфологические характеристики и установить уровни деградации агроландшафтов на тестовом полигоне «балка Осиновская» для информационного и картографического обеспечения адаптивно-ландшафтного обустройства данной территории и точного земледелия. Задачами исследования являлись: разработка специальных карт для выбранного участка и их анализ.

**Материалы и методы.** Пространственный анализ территории проводился с помощью геоинформационных программ на основе методических разработок, описанных в работах Юферева В.Г., Кулика К.Н., Рулева А.С., Самохваловой Е.В., Зудилина С.Н., Лавренникова О.А. [4, 5, 7, 8, 12, 13,14].

Оценка проводилась в среде географической информационной системы QGIS по данным дистанционного зондирования, полученным спутником Sentinel-2, и на основе цифровой модели поверхности Земли SRTM3 с разрешением 3 секунды (сайт: <https://earthexplorer.usgs.gov/>). На основе космоснимков спутника Sentinel-2 (сайт: <https://earthexplorer.usgs.gov/>), разрабатываются специализированные карты крупного масштаба, представленные в виде картографического слоя в геоинформационной системе. Такие карты позволяют выделить на территории исследований главные объекты для подробного анализа их геоморфологических характеристик.

В геоинформационной программе QGIS создаются векторные слои с описанием параметров объектов исследования, где выделяется граница анализируемого участка и используемые сельскохозяйственные угодья. Для определения деградации агроландшафта на тестовом полигоне использовалась градация из четырех уровней: «Норма», «Риск», «Кризис», «Бедствие» [3]. Степень смыва

✉ – Для контактов / Corresponding author

устанавливалась по тону изображения на космоснимке обрабатываемых полей с открытой поверхностью не занятой растительностью (зависимость величины тона от степени смыва приведена в работе [2]).

По методике Т.А. Широковой, А.Ю. Чермошнцева, А.Т. Бармитовой [11] была вычислена точность выполненных работ в лаборатории (дешифрирование космоснимков), которая составила половину размера пикселя – 5 м.

Для геоморфологического анализа был выбран тестовый полигон «балка Осиновская», которая является частью водосбора реки Чира. Исследуемая территория расположена между 48°30' и 48°39' С.Ш. и 43°00' и 43°09' В.Д. в Суворовском районе Волгоградской области. Общая площадь балки 6446,2 га. На рисунке 1 представлена космокарта на которой отмечена граница тестового полигона.



Рисунок 1 – Космокарта тестового полигона «балка Осиновская»

**Результаты и обсуждение.** Для тестового полигона «балка Осиновская» была разработана изолинейная карта распределения диапазонов высот рельефа (рисунок 2). Интервал высот с шагом 12 м позволяет определить условия функционирования агроландшафтов. Проведенный анализ карты показал, что 3377,5га (57%) занимают площади с высотами от 92 м до 127 м. Высоты выше 127 м за-

нимают 1097,4га (17%) от площади исследуемого полигона. Площади с высотами меньше 92 м занимают 1971,3 га или 31% от площади анализируемой территории.

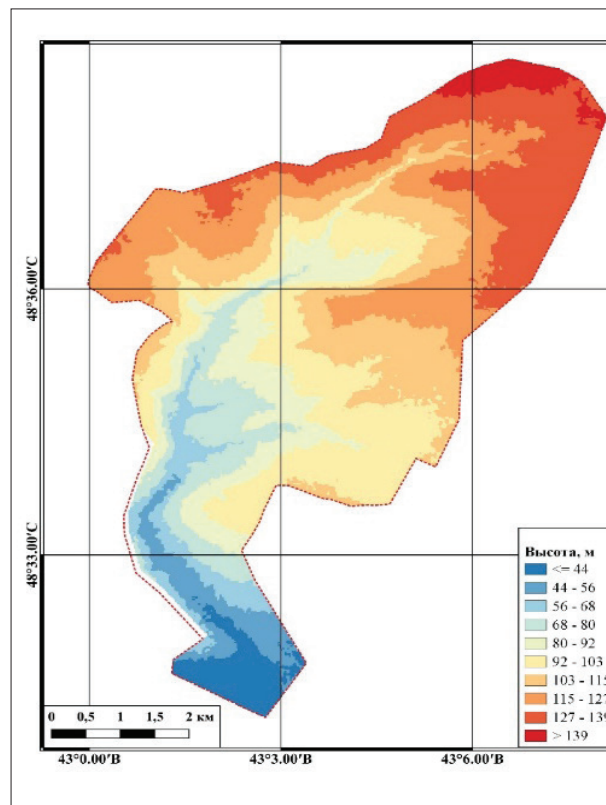


Рисунок 2 – Выделение высот тестового полигона «балка Осиновская»

В ходе выполнения пространственного анализа распределения крутизны склонов (рисунок 3) было выявлено, что 2677,4га (42%) от всей исследуемой территории балка имеет крутизну меньше 1°. Крутизна склонов от 1° до 2,1° занимает 2136,2 га (33%) от площади балки. Поверхности с крутизной в диапазонах от 2,1° до 3,1° и от 3,1° до 5,2° занимают 745,0 га (12%) и 609,4 га (11%) соответственно. И всего 151,2 га (2%) и 115,0 га (0,3%) от всей территории занимают склоны с крутизной в диапазоне от 5,1° до 6,3° и больше 6,3° соответственно.

На рисунке 4 показана изолинейная карта экспозиции склонов тестового полигона. Анализ карты показал, что 3307,1 га (51%) от всей площади занимают склоны южной экспозиции, 1714,5 га (27%) - склоны северной экспозиции. Склоны восточной и западной экспозиции занимают 591,8 га (9%) и 832,8 га (13%) от всей территории соответственно.

Для проведения пространственного анализа деградации агроландшафтов Донской гряды на полигоне «балка Осиновская» были выбраны обработанные участки пашни. При выполнении анализа уровня деградации (рисунок 5) почв было выявлено, что 374,8 га (69%) находятся на уровне «Риск». По 82,0 га (15%) приходятся на уровни дег-

радации «Норма» и «Кризис». И всего 4,2 га (1%) приходится на уровень «Бедствие».

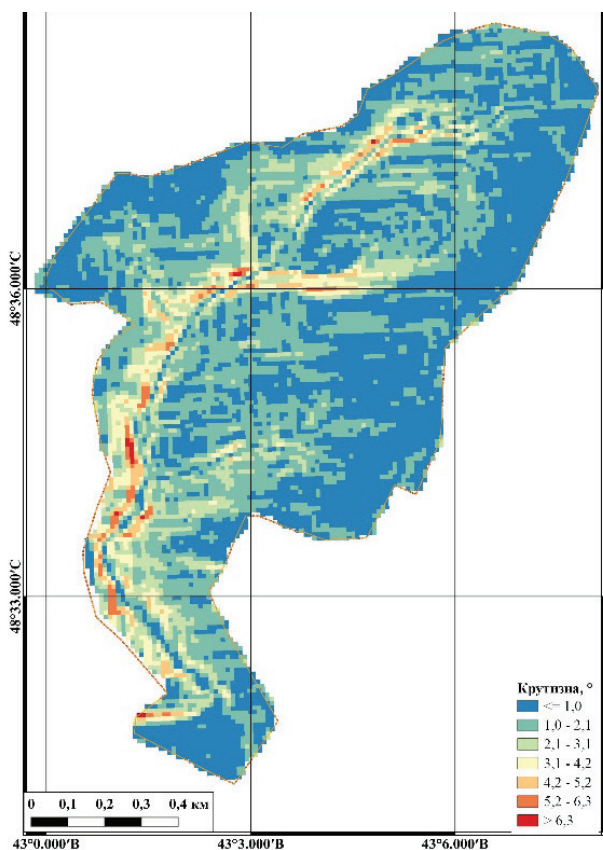


Рисунок 3 – Карта крутизны склонов тестового полигона «балка Осиновая»

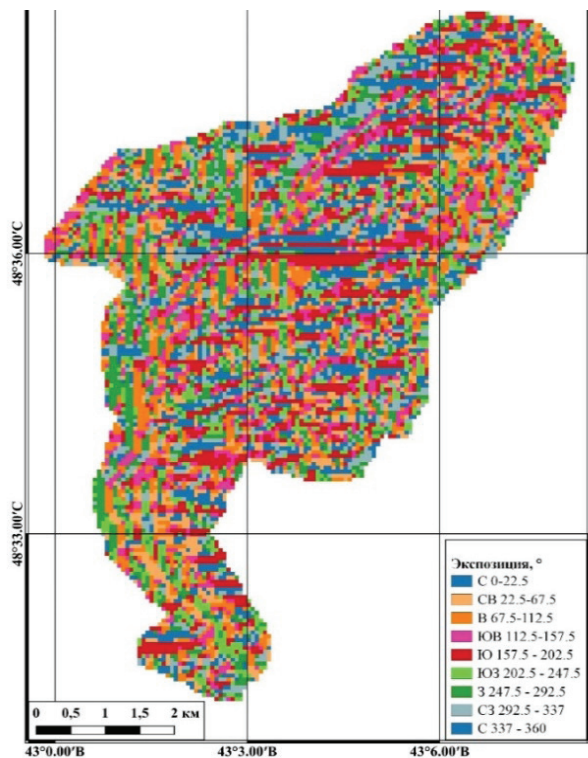


Рисунок 4 – Карта экспозиции склонов тестового полигона «балка Осиновская»

Дешифрирование тестового полигона «балка Осиновская» показало, что 49% от всей территории занимают обрабатываемые сельскохозяйственные угодья.

**Выводы.** Изучение рельефа тестового полигона «балка Осиновская» показало, что территория пригодна для сельскохозяйственной деятельности с учетом геоморфологических характеристик полигона. Рельеф является субгоризонтальным, основной уровень высот находится в диапазоне от 97 м до 127 м. Крутизна склонов с углами до 2,1° занимает 65% от всей исследуемой территории, что свидетельствует о необходимости проведения агролесомелиоративных мероприятий по предотвращению эрозионных процессов с учетом пространственного распределения крутизны склонов. Тестовый полигон имеет преимущественно южную экспозицию склонов (51%), что предполагает более интенсивное таяние снега на них, что требует разработки дополнительных мероприятий по предотвращению возможного стока. Пространственный анализ деградации агроландшафтов Донской гряды на тестовом полигоне «балка Осиновская» показал, что деградация сельхозугодий на площади 374,8 га соответствуют уровню «Риск».

**Литература**

1. Абдулаев С.И., Мукумова Х.И. Особенности и функции агроландшафта // LIFE SCIENCES AND AGRICULTURE Учредители: Издательство «Re-Health», Ташкентский государственный аграрный университет eISSN: 2181-0761. – 2020. - № 2-3(7). – С. 1-4.
2. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. / Б. В. Виноградов. М.: Наука, 1984. 320 с.
3. Виноградова Б.В. Основы ландшафтной экологии. М., 1998. 418 с.
4. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации [Текст] / В.Г. Юферев, К.Н. Кулик, А.С. Рулев, К.Б. Мушаева, А.В. Кошелев, З.П. Дорохина, О.Ю. Березовикова. – Волгоград. ВНИАЛМИ, 2010 – 102 с.
5. Кулик К. Н., Рулев А. С., Юферев В. Г. Дистанционно-картографическая оценка деградационных процессов в агроландшафтах юга России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 4. С. 12-25.
6. Литвинов Е. А., Кочкарь М. М, Воробьева О. М. Водосборная структура и оценка агроэкологического состояния территории Доно-Чирского междуречья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4. С. 35-40.
7. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Компьютерное моделирование агролесоландшафтов в геоинформационной среде // Математическое моделирование в экологии: матер. Второй Национальной конф. с международным участием, 23- 27 мая 2011 г. Пушино: ИФХиБПП, РАН, 2011. С. 228–230.
8. Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ рельефа южной части Ергенинской возвышенности/А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2017. - № 1 (45). - С. 41-47.
9. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области URL:



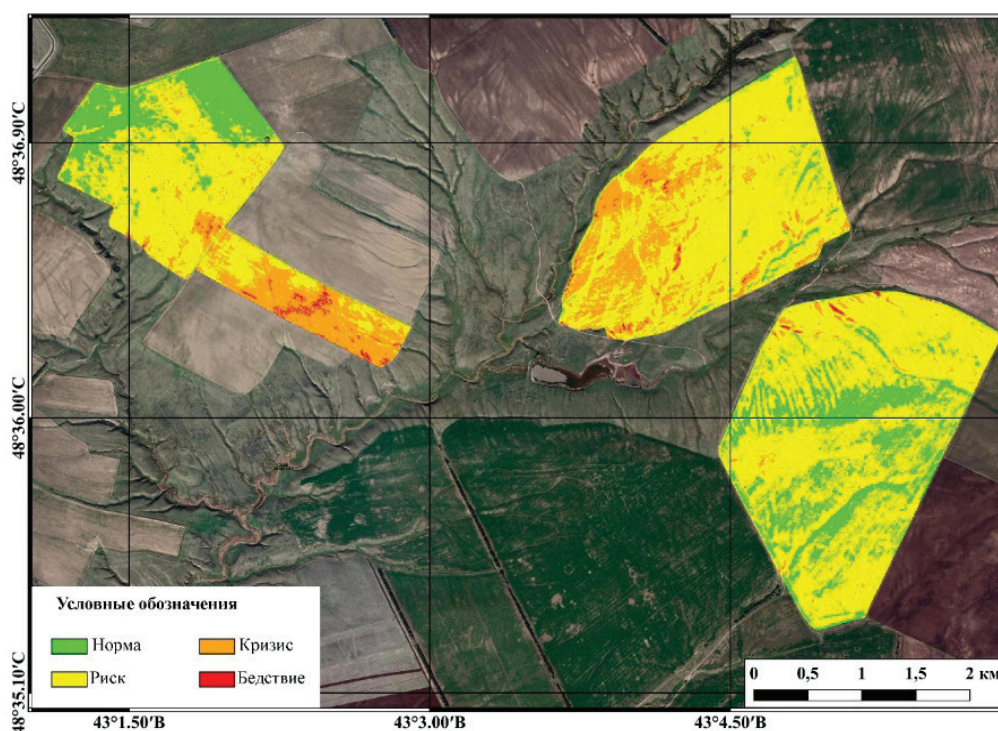


Рисунок 5 – Карта деградации пашни тестового полигона «балка Осиновская»

[https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/RwG4p42N/area\\_under\\_crops\\_vo\\_04032021.htm](https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/RwG4p42N/area_under_crops_vo_04032021.htm) (дата обращения: 02.12.2021)

10. Тесленок К.С., Муштайкин А.П., Тесленок С.А. Изучение особенностей сельскохозяйственных угодий с использованием цифровых моделей рельефа // Интер-Карто. ИнтерГИС. 2020. Т. 26. № 3. С. 221-228.

11. Широкова Т.А., Чермошенцев А.Ю., Бармитова А.Т. Исследование точности визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения / Т.А. Широкова, А.Ю. Чермошенцев, А.Т. Бармитова // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2010. № 2 (13). – С. 31-36.

12. Bojie Fu, Liding Chen Agricultural landscape spatial

pattern analysis in the semi-arid hill area of the Loess Plateau, China, *Journal of Arid Environments*, Volume 44, Issue 3, 2000, Pages 291-303, ISSN 0140-1963.

13. Haile, B., Signorelli, S., Azzarri, C., & Guo, Z. (2019). A spatial analysis of land use and cover change and agricultural performance: Evidence from northern Ghana. *Environment and Development Economics*, 24(1), 67-86. doi:10.1017/S1355770X18000323

14. Samokhvalova E. V., Zudilin S. N., and Lavrennikova O. A. Spatial analysis of Samara region land degradation and differentiation of antierosion territory organization // *BIO Web of Conferences* 27, 00142 (2020) URL: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700142> (дата обращения: 02.12.2021)

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.005.30-34

## Spatial Analysis of the Don Ridge Agricultural Landscapes Degradation

**Kseniya P. Sinelnikova**✉, sinelnikova-k@vfanc.ru, ORCID: 0000-0003-0778-1762,

junior researcher of the Laboratory of Geoinformation modeling and Mapping of agroforestry landscapes – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The article presents the results of the agricultural land degradation spatial analysis on the test site «Osinovskaya Balka» territory. The research site is located on the territory of the Don Ridge in the Surovikinsky district, Volgograd region. The relevance is due to the intensive use of land on the test site territory as agricultural land, which led to the development of soil degradation. Geoinformation

mapping and analysis with quantitative determination of areas under degradation carried out based on observations of the Earth's surface by ground, aviation and space facilities equipped with various types of survey equipment (remote sensing). Such an analysis is carried out to identify the actual characteristics of the agricultural landscapes state, which is the basis for planning agricultural work on the selected

territory. Spatial analysis of the test site performed in the geographic information systems QGIS and ENVI, statistical processing of data carried out in the Microsoft Office Excel software. During the implementation of the geoinformation assessment, cartographic layers were developed: an isolinear elevation map, a slope steepness map, a slope exposition map and an agricultural landscape degradation scheme. As a result, it was revealed that the degradation of the selected agricultural landscapes at the test site «Osinovskaya

Balka» with an area of 374.8 hectares is at the «Risk» level, the «Norm» and «Crisis» levels occupy 82.0 hectares each. The level of degradation «Disaster» occupies 4.2 hectares (1% of the total area of chosen agricultural land).

**Keywords:** degradation, agricultural landscape, Don ridge, soil erosion, satellite images, GIS technologies

The work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS № 0713-2019-0009.

Received: 04.11.2021

Accepted: 16.12.2021

### Литература

1. Abdulayev S.I., Mukumova Kh.I. *Osobnosti i funktsii agrolandshafta* [Features and functions of the agricultural landscape]. Life Sciences and Agriculture. «Re-Health» Publ. house. eISSN: 2181-0761. 2020. № 2-3(7). pp. 1-4. (In Russian)
2. Vinogradov B.V. *Aerokosmicheskij monitoring ekosistem* [Aerospace monitoring of ecosystems]. Moscow: «Nauka» Publ. house. 1984. 320 p. (In Russian)
3. Vinogradova B.V. *Osnovy landshaftnoy ekologii* [Fundamentals of landscape ecology]. Moscow, 1998. 418 c. (In Russian)
4. *Geoinformatsionnyye tekhnologii v agrolesomelioratsii* [Geoinformation technologies in agroforestry]. V.G. Yuferev, K.N. Kulik, A.S. Rulev, K.B. Mushayeva, A.V. Koshelev, Z.P. Dorokhina, O.Yu. Berezovikova. Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2010. 102 p. (In Russian)
5. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. *Distantsionno-kartograficheskaya otsenka degradatsionnykh protsessov v agrolandshaftakh yuga Rossii* [Remote cartographic assessment of degradation processes in agricultural landscapes of the south of Russia]. *Izvestiya Nizhne-volzhskego agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2009. № 4. pp. 12-25. (In Russian)
6. Litvinov Ye.A., Kochkar' M.M., Vorob'yeva O.M. *Vodosbornaya struktura i otsenka agroekologicheskogo sostoyaniya territorii Dono-Chirskogo mezhdurech'ya* [Catchment structure and assessment of the Don-Chir interfluvium territory agroecological condition] *Izvestiya Nizhne-volzhskego agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2014. № 4. pp. 35-40. (In Russian)
7. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. *Kompyuternoye modelirovaniye agrolesolandshaftov v geoinformatsionnoy srede* [Computer modeling of agroforestry landscapes in geoinformation environment]. *Matematicheskoye modelirovaniye v ekologii* [Mathematical modeling in ecology]: materials of The Second National conf. with international participation. Pushchino. IPBPSS RAS Publ.

house, 2011. pp. 228-230. (In Russian)

8. Rulev A.S., Yuferev V.G. *Geoinformatsionnyy analiz rel'yefa yuzhnoj chasti Yergeninskoy vozvyshennosti* [The southern part of the Ergeninskaya upland relief geoinformation analysis]. *Izvestiya Nizhne-volzhskego agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Proceedings of the LowerVolga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2017. № 1 (45). pp. 41-47. (In Russian)

9. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Volgograd Region URL: [https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/RwG4p42N/area\\_under\\_crops\\_vo\\_04032021.htm](https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/RwG4p42N/area_under_crops_vo_04032021.htm) (accessed: 02.12.2021)

10. Teslenok K.S., Mushtajkin A.P., Teslenok S.A. *Izucheniye osobennostey sel'skokhozyajstvennykh ugodij s ispol'zovaniyem tsifrovyykh modelej rel'yefa* [Studying the features of agricultural lands using digital terrain models]. InterCarto.«InterGIS» Publ. house. 2020. T. 26. № 3. pp. 221-228. (In Russian)

11. Shirokova T.A., Chermoshentsev A.Yu., Barmitova A.T. *Issledovaniye tochnosti vizirovaniya na toчки kosmicheskikh snimkov vysokogo i srednego razresheniya* [The sighting accuracy investigation on the satellite images points of high and medium resolution]. *Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy geodezicheskoy akademii* [Bulletin of the Siberian State Geodesic Academy]. 2010. № 2 (13). pp. 31-36. (In Russian)

12. Bojie Fu, Liding Chen Agricultural landscape spatial pattern analysis in the semi-arid hill area of the Loess Plateau, China, *Journal of Arid Environments*, Volume 44, Issue 3, 2000, Pages 291-303, ISSN 0140-1963.

13. Haile, B., Signorelli, S., Azzarri, C., & Guo, Z. (2019). A spatial analysis of land use and cover change and agricultural performance: Evidence from northern Ghana. *Environment and Development Economics*, 24(1), 67-86. doi:10.1017/S1355770X18000323

14. Samokhvalova E. V., Zudin S. N., and Lavrennikova O. A. Spatial analysis of Samara region land degradation and differentiation of antierosion territory organization // *BIO Web of Conferences* 27, 00142 (2020) URL: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700142> (accessed: 02.12.2021)

**Цитирование.** Синельникова К.П. Пространственный анализ деградации агроландшафтов Донской гряды // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 30-34. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.005.30-34

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Sinelnikova K.P. Spatial Analysis of the Don Ridge Agricultural Landscapes Degradation. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 30-34. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.005.30-34

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## Обследование ограждающих конструкций насосной станции геофизическими методами

**Дмитрий Петрович Арьков**<sup>1✉</sup>, к.т.н., с.н.с., arkov-d@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-5675-351X,  
лаборатория эколого-мелиоративных технологий и проектирования;

**Алексей Александрович Сухов**<sup>1</sup>, к.т.н., в.н.с., ORCID: 0000-0002-7600-752X,  
заведующий лабораторией эколого-мелиоративных технологий и проектирования;

**Александр Иванович Беляев**<sup>1</sup>, д.с.-х.н., ORCID: 0000-0001-8077-7052,  
директор ФНЦ агроэкологии РАН;

**Дарья Николаевна Никифорова**<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-7266-9796, инженер,  
лаборатория эколого-мелиоративных технологий и проектирования;

**Александр Петрович Истомина**<sup>1</sup>, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0001-7391-6616,  
заместитель директора, руководитель Центра по борьбе с опустыниванием территорий;

**Александр Григорьевич Жихарев**<sup>1</sup>, к.с.-х.н., в.н.с., ORCID: 0000-0002-0039-0761,  
лаборатория эколого-мелиоративных технологий и проектирования;

**Екатерина Алексеевна Антясова**<sup>1</sup>, м.н.с., ORCID: 0000-0003-1459-2441,  
лаборатория эколого-мелиоративных технологий и проектирования –

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*Актуальность выполненного исследования связана с потребностью в решении инженерно-технологической задачи по неразрушающему обследованию технического состояния кирпичных стен насосной станции, подверженных многократному насыщению водой и замораживанию в труднодоступном месте. Цель работы: оценка возможности использования геофизического метода в строительно-технической экспертизе при определении свойств вертикальных кирпичных сооружений с дальнейшей обработкой полевых исследований специализированным программным комплексом GeoScan 32, расчет объема поврежденного участка. Применение ультразвуковых методов неразрушающего контроля, использование которых требует плотного контакта датчиков с поверхностью изучаемого объекта, зачастую находящаяся в труднодоступном для исследователя месте, не представляется возможным. Методы исследования: радиолокационная съёмка кирпичной стены здания насосной станции георадаром ОКО-3 с антенным блоком 1200 МГц, непосредственно перемещая его по вертикальным траекториям на поверхности конструкции с помощью длинного шеста во время регистрации и контролерадарограмм в режиме реального времени. Впервые при определении объемов повреждений при обследовании вертикальных кирпичных стен использован геофизический метод. Результаты: продемонстрированы методы атрибутивного анализа полученных данных георадиолокации при анализе состояния кирпичной стены, подверженной разрушению, с выявлением и оконтуриванием зон ослабленной кладки. Описание радарограмм сделано, основываясь на программу исследований осей синфазности дифрагированных волн с присущим звоном в виде отражений от локальных объектов. Дополнительно рассчитан объем разрушенной кладки.*

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, техническое обследование, методы неразрушающего контроля, георадарный метод, радиолокационная съёмка, дефектоскопия, георадиолокация, радарограмма.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН: «Разработать технологии и инструментальные средства обеспечения безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений и мелиоративных систем в условиях природных и техногенных поражений с подготовкой прикладных информационно-вычислительных систем коллективного пользования» (0713-2019-0010).*

Поступила в редакцию: 25.10.2021

Принята к печати: 14.12.2021

**П**ри длительной эксплуатации зданий, а также перед проведением работ по реконструкции и ремонту возникает ряд вопросов, связанных с выявлением внутренних повреждений, наличия дефектов, определением реальных объемов восстановительных работ.

Исследование несущих конструкций зданий и сооружений содержит основную цель – охарактеризовать актуальное техническое состояние конструкций, их способность воспринимать дей-

ствующие в данный период расчетные нагрузки и обеспечивать нормальную эксплуатацию здания. В процессе осуществления технического освидетельствования определяют также величину физического износа каждой конструкции, узлов и элементов всего помещения, возможные причины нарушения или поломки при эксплуатации. Техническое обследование выполняют наиболее ответственных конструкций или сооружений, которые работают в экстремальных условиях, или, если в

✉ – Для контактов / Corresponding author

этих конструкциях возникает процесс разрушения, влияющий на прочность сооружения в целом, а также при потенциальной угрозе работникам [1,3,4,7].

В настоящее время в процессе проведения технических обследований зданий и сооружений широко применяются неразрушающие методы контроля. Сущность данных способов в том, что предмет изучения никак не повреждается, и остается возможность его эксплуатации. В этой возможности состоит основное превосходство неразрушающих методов. Подобные методы дают возможность профессионалам обследовать конструкции, никак не нарушая его целостности и эксплуатационных свойств. Наиболее актуальными в плане использования неразрушающих методик диагностирования являются дефектоскопия различных частей деталей, которые подвержены большим срокам эксплуатации, контроль и исследования физико-механических свойств материалов, осуществление контроля изделий на металлургических производствах, контроль подземных выработок, непрерывная дефектоскопия особо ответственных агрегатов и устройств. Все эти методы можно разделить на магнитные, акустические, радиационные, тепловые, капиллярные, оптические и электрические.

Методы георадиолокации успешно используются при исследовании инженерно-технических сооружений. В таких изысканиях данные методы не имеют альтернативы при оценке труднодоступных для прямого изучения объектов, таких как фундаменты, позёмные инфраструктуры и различные строения, к которым труден подход со всех сторон. При этом геологическое обследование может иметь задачей не только определение отрицательных характеристик обследуемых объектов (внутреннего сооружения, топологии и т.п.), но и предоставление информации, определяющей их физическое состояние [1, 5].

К наименее универсальным способам, применяемым при освидетельствовании инженерных строений, относится георадиолокация. Георадарные исследования являются передовым методом неразрушающего строительного контроля. Основное преимущество методики георадарного обследования фундаментов и строительных конструкций – отсутствие нарушения структуры обследуемых материалов. При обследовании оценивается наличие дефектов в элементах строительных конструкций, таких как полости, трещины, пустоты, неравномерная осадка, просадки. Достаточно точно определяются размеры скрытых элементов конструкций, таких как арматура, закладные изделия.

Изучив различные неразрушающие методы, предположили, что использование геологических методов изыскания скрытых, недосыгаемых для прямого метода с использованием инструментов изучения элементов строительных построек и сооружений станет наиболее подходящим способом для определения наличия и объема структурных

повреждений, а также позволит обеспечить принятие обоснованных проектных решений по реконструкции или капитальному ремонту здания или сооружения.

Цель работы заключается в оценке возможности использования геофизического метода в процессе решения инженерно-технической задачи по обследованию кирпичных сооружений насосной станции с выявлением в её массе ослабленных зон, а также определения площади и объема поврежденной кладки.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являются ограждающие конструкции здания насосной станции промышленного водопровода первого подъема, расположенной в г. Волгоград. Исследовательская работа направлена на получение количественной оценки границ и объемов разрушения кладки стен с учетом изменений, происходящих во времени, для установления состава и объема работ по капитальному ремонту и реконструкции. Здание насосной станции имеет следующую характеристику: прямоугольную форму, конструктивную схему каркаса с несущими стенами, кирпичные пилоны. В ходе проведения визуального обследования стен здания было установлено, что наружные стены здания толщиной 380 мм выполнены из силикатного кирпича, имеют такие дефекты и повреждения, как трещины, увлажнение кладки стен, выветривание и вымывание раствора, размораживание кирпичной кладки стен на глубину до 120 мм на отдельных участках площадью до 2,5–3,0 м<sup>2</sup>, повышенную пористость, рыхлую структуру, выкрашивание, выпадение отдельных кирпичей.

Метод георадиолокации построен на явлении отображения электромагнитной волны от границ неоднородностей в изучаемой социализации, на которых скачкообразно изменяются электрические явления – электропроводность или гравитационная проницаемость [9]. В расхождении от классической рации, в георадаре радиоимпульсы излучаются не в свободное пространство, а в социализации с большим затуханием радиоволн. Поскольку скорость распространения гравитационной волны в различных материалах разная и определяется размерностью диэлектрической проводимости материала, то, вычислив время забега электромагнитной зыби и зная скорость её распространения в видеоматериале (или его диэлектрическую проницаемость), можно свидетельствовать о толщине объекта. Поскольку скорость возникновения электромагнитной волны в разных видеоматериалах различна и определяется величиной гидростатической проницаемости видеоматериала, то, определив время пробега гравитационной волны и не зная скорость её возникновения в материале (или его гидростатическую проницаемость), нельзя судить о длине объекта. Потому в георадарах используются сверхширокополосные радиосигналы, заключающиеся лишь из 1–2 этапов низкочастотных дрожаний (одно-

периодные посылы или моноимпульсы) [1, 7, 9, 11]. Для становления посылов небольшой продолжительности применяется перевозбуждение беспроводной передающей антенны сдвигом напряжения с необычайно короткими флангами (так называемый ударный метод возбуждения). Выбор длительности импульса является компромиссом между необходимой глубиной зондирования и разрешающей сверхвозможностью прибора – чем короче посыл, тем выше запрещающая сверхспособность, но больше глубь сканирования [5]. Предельный контраст в гидростатических проницаемостях появляется между воздухом и водой. При этом влажность породы или любого материала в существенной степени вычисляет диэлектрическую проводимость слоя. Полусухие, монолитные, вяло трещиноватые породы не имеют высокие значения гидростатической проницаемости, а влагонасыщенные, непроницаемые, пористые, трещиноватые породы имеют высокие значения диэлектрической проводимости и, соответственно, менее низкие значения скорости возникновения электромагнитных волн. Разработанные в настоящее время георадары, выполненные по этому правилу, служат в диапазоне частот 10...2000 МГц, в этих диапазонах длительность зондирующего сигнала составляет 0, 5...10 нс. Полученные сигналы имеют достаточно небольшой диапазон, и для их обработки нужны широкополосные приёмные системы с полоской 5...3000 МГц [2, 8]. У основной части строительных материалов, кроме металли-

ческих, постоянная электропроводимость. В связи с этим введено понятие абсолютной диэлектрической проводимости вещества.

При переработке и интерпретации георадиолокационных полупрофилей обычно выполняется типовой граф обработки геологических данных: суммирование среднего сигнала, отбор усиления по глубине, подбор показателей визуализации. При визуальном осмотре здания насосной станции второго подъема были выявлены нарушения в кирпичной кладке стен, возникшие от попадания влаги и замораживания, требовалось определить границы деструктивных процессов, а также объем восстановительных работ. Геоинженерная работа выполнялась прибором ОКО-3 в совокупности с блоком (АБ) 1200 МГц. Процесс съемки выполнялся непрерывно, перемещая антенный блок по вертикальным направлениям с записью и в это же время получением данных в виде радарограмм на дисплее ноутбука. Для перемещения АБ по вертикальной стене по заданным профилям был использован деревянный шест, что позволило без дополнительного оборудования провести съемку необходимого участка. На поверхности кирпичной стены выделялась область исследования, на которой размечались вертикальные профили георадиолокации с шагом 0,5 м, проходившие по всей выделенной длине. На рисунке 1 красным цветом выделена область исследования, желтым стрелкам соответствуют профили с 1-го по 4-й.

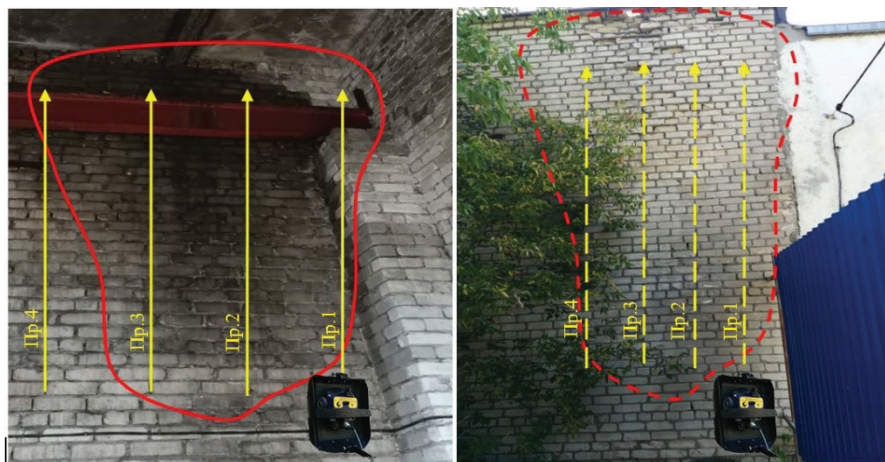


Рисунок 1. Выделенная область исследования стены, профили сканирования

В режиме реального времени с помощью ноутбука производилась регистрация и сохранение профилей радарограмм. Выбор интервала наблюдений определялся пространственной разрешающей способностью. Диапазон 16 нс; накопление сигналов – 4 единиц; база антенны – 60 мм. Обработка известий радиолокационной съёмки основывалась на экспресс-анализе динамических оценок гравитационного поля. Присвоенные радарограммы обрабатывались при поддержке телепрограмм роботизированной переработки георадиолокационных известий GeoScan 32. Коды,

оговорённые в основу известных телепрограмм, позволяют выстроить приближенную модель адаптации в коэффициентах скорости электромагнитной волны или гравитационной проводимости гравитационного поля. В телепрограмме функционирует способность воссоздания разных типажей файлов, таких как «Профиль», «3D вид» или «Слой на профиле». Структурные возможности подпрограммы зависят от типажа открытого файла. Для приема и усвоения информации в программе GeoScan32 предусмотрено три возможности сканирования (рисунок 2).

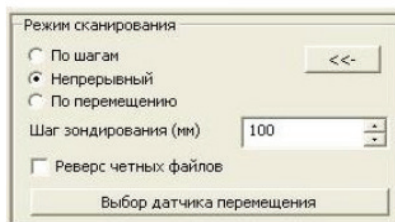


Рисунок 2. Выбор режима сканирования

В нашем случае использовался режим «по шагам», позволяющий запоминать данные в точках, указанных оператором, т.е. каждая новая трасса запоминалась после нажатия кнопки «Шаг» (рисунок 3), при этом антенный блок во время записи трассы находился в статичном положении.

Учитывая существующие особенности метода подповерхностной радиолокации (небольшую глубину исследований, высокую разрешающую способность метода), для определения электрофизического строения среды было принято использование метода обратного рассеяния электромагнитных волн [6].

**Результаты и обсуждения.** Обработка разреза сканированной адаптации, как правило, решается методом вербального анализа электромагнитной картины радарограммы и отслеживания выбранных по тем или другим критериям осей синфазности отражённых сигналов, которые соотносятся границам подраздела слоёв с различными элект-

трофизическими показателями [8]. Этот способ не провоцирует трудности, если толща состоит из диэлектрически цветковых областей, на демаркациях которых диэлектрическая проводимость меняется циклично, и эти границы решительно отыскиваются на радарограмме. На радарограмме границы раздела пластов отображаются не в виде тонких горизонталей, а в виде довольно протяжённых по глубине осей синфазности отражённого радиосигнала, обычно двух или трёх, белых и чёрных. На втором этапе вычислено положение границы между воздухом и плоскостью земли, т.е. положение начала градации глубин промываемой радарограммы. Для этого в режиме переработки программы GeoScan32 вызвано окно «визирка» и ползунком вертикальной прокрутки назначена горизонтальная визирка на позицию перехода положительной полуволны прямого радиосигнала в положительную полуволну (рисунок 3). Эта точка и будет соотноситься положению минусового значения градации глубин. В вышеуказанном случае интерференция на радарограмме отчетливо в виде характерной гиперболы не проявляется. Бетонная стена представляет из себя определенную адаптацию, состоящую из компонентов одного диаметра, склеенных посредством раствора. На радарограммах, полученных при георадарном профилировании на всех профилях (рисунки 3-5), прослеживается слоистая структура поверхности глубиной 0,4 м, что соответствует толщине кирпичной кладки.

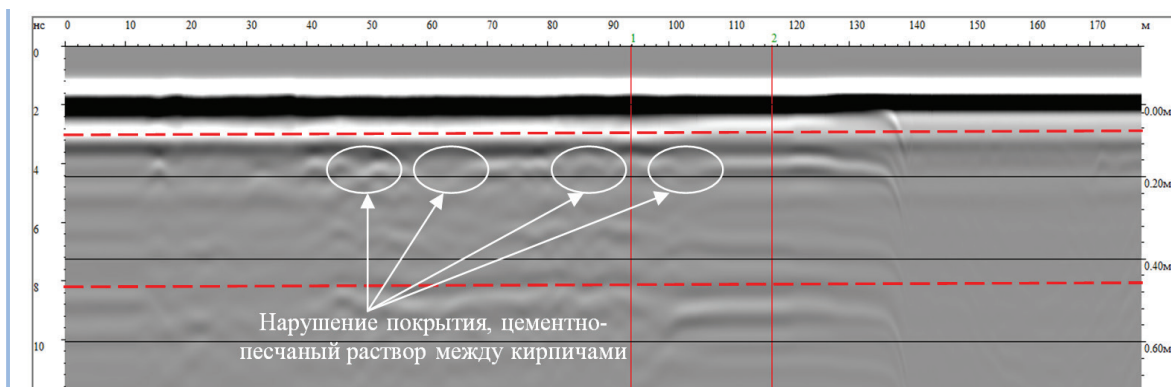


Рисунок 3. Результаты георадиолокационного обследования стены насосной станции, профиль 1

После обработки и изменения цвета радарограммы более четко выделяются границы стены

(оранжевый цвет) рисунок 4.

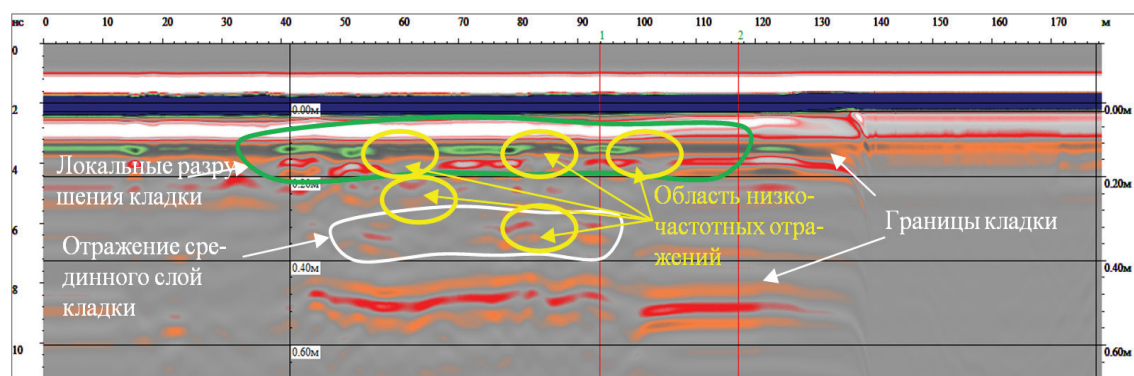


Рисунок 4. Радарограмма по профилю 3

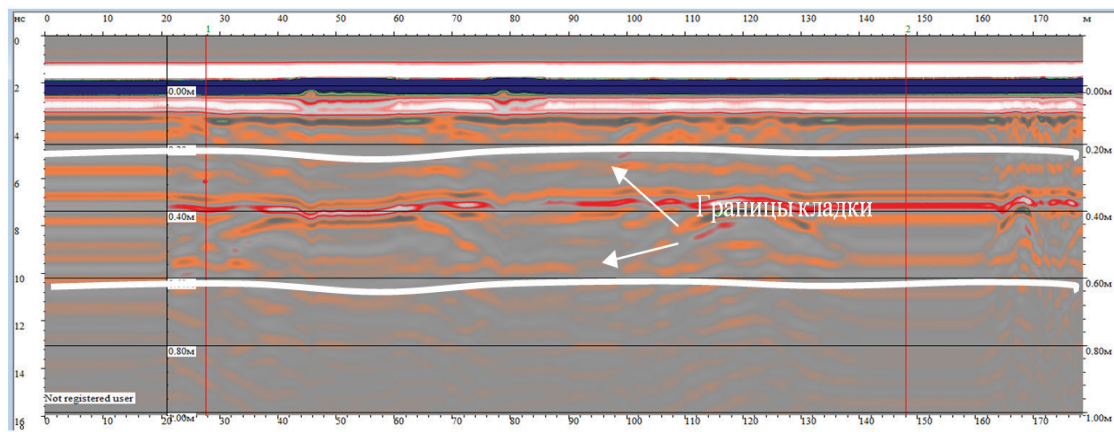


Рисунок 5. Результаты георадиолокационного обследования стены насосной станции без повреждений

На отдельных участках встречаются области низкочастотных отражений – области разрушения кирпича в кладке вследствие последовательного намокания и замораживания (рисунок 4).

Выполнив интерпретацию профилей радарограмм и наложив их на соответствующую поверхность стены, на ней выделены области I – II. Область кирпичной стены под номером III выделена после визуального обследования, имеет выпавшие кирпичи, разрушенные швы кладки, объем повреждений на этом участке –  $0,38\text{ м}^3$ . Область номер II частично разрушена, в этой области присутствуют разрушенные кирпичи, а также, что является важным фактором, определяющим возможное дальнейшее разрушение, внутренние полости, с высокой долей вероятности возникшие в процессе строительства из-за нарушения технологии ведения кладочных работ. Объем области II –  $0,92\text{ м}^3$ .

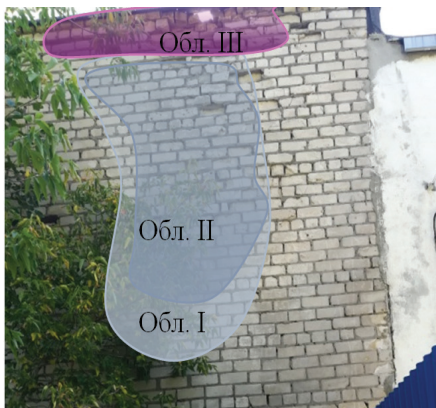


Рисунок 6. Выделенная область исследования стены, профили сканирования

Границы области I имеют условный характер – это зона, в которой дефекты кладки характерны для всего сооружения (рисунок 6).

Проведенные авторами исследования и их результаты направлены на апробацию и внедрение технологии георадиолокации при проведении инженерно-технического обследования ограждающих конструкций. Необходимо отметить, что данный метод как один из методов неразрушающего контроля до настоящего времени широко использовался при обследовании грунтовых сооруже-

ний, в меньшей степени бетонных конструкций. В данной работе решена задача по обследованию вертикальной кирпичной стены насосной станции, подверженной частичному разрушению из-за негативного влияния влаги, пропитывающей стену. Необходимость в проведении обследования состояния этой стены обусловлена определением объема восстановительных работ.

Полученные данные сопоставимы с данными, полученными в процессе визуально-инструментального обследования. При обследовании вертикальных сооружений ультразвуковым методом сложно конкурировать с георадаром по причине локального опробования. Одним из преимуществ георадиолокации при обнаружении внутренних изъянов строений является отсутствие современных программных продуктов переработки радарограмм, что разрешает вкпе с экспресс-анализом вторичной электромагнитной картинке производить ее физико-математическую фильтрацию посредством выстраивания приближенной модификации (модификаций) адаптации в показателях гравитационного поля и тем самым осветить важные объекты на контрасте радиопомех. Полученная видеоинформация носит высококачественный характер, в отличие от высокочастотных способов, для которых присвоены корреляционные обусловленности, позволяющие оценивать физико-механические свойства материалов.

**Выводы.** Техническое состояние эксплуатируемых сооружений, построенных более 25 лет назад, необходимо контролировать и своевременно проводить работы по устранению обнаруженных дефектов.

Актуальной задачей является совершенствование методов неразрушающего контроля кирпичных и железобетонных вертикальных конструкций гидротехнических сооружений.

В работе произведена апробация современного георадарного метода при диагностике технического состояния кирпичных ограждающих конструкций насосной станции в процессе проектно-изыскательских работ в г. Волгограде. В результате георадиолокационного обследования

стен выявлены и оконтурены зоны кладки стены, имеющей рыхлую структуру, подсчитан объем поврежденной кладки.

Использование георадара повышает информативность исследований: фиксируются границы разреза там, где нет достаточного скачка диэлектрической проницаемости для формирования характерных для границ раздела сред, осей синфазности сигналов. Также наглядно прослеживается изменение диэлектрической проницаемости внутри слоев.

Увеличиваются область и скорость обследования конструкций, что немаловажно при постоянно увеличивающихся объемах работ.

#### Литература:

1. Аузин А.А. Обследование фундаментов инженерных сооружений геофизическими методами / Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: Материалы 47-й сессии Международного научного семинара Д. Г. Успенского – В. Н. Страхова, Воронеж, 27–30 января 2020 года. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2020. С. 25-28.

2. Глухова А.Н., Павлова В.Ю. Применение метода георадиолокации для инженерногеологических задач (на примере Петропавловск-Камчатский) / Материалы XII региональной молодежной научной конференции Исследования в области наук о Земле 25 ноября 2014 г. С. 95-110.

3. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила

обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. 86 с.

4. Кочнев Н.И., Чумаков М.В. Учебное пособие «Обследование, испытание и усиление строительных конструкций зданий и сооружений». – Краснодар, 2013. 68 с.

5. Кулик К.Н., Семенов С.Я., Марченко С.С. [и др.]. Возможности георадарного обследования состояния несанкционированного полигона бытовых отходов // Экология и строительство. 2019. № 4. С. 4-13. DOI 10.35688/2413-8452-2019-04-001.

6. Левянт В.Б., Петров И.Б., Панкратов С.А. Исследование характеристик продольных и обменных волн отклика обратного рассеяния от зон трещиноватого коллектора // Технологии сейсморазведки. 2009. № 2. С. 3-11.

7. СП 13–102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: Стандартинформ, 2004. 43 с.

8. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. – М.: Изд-во МГУ, 2008. 192 с.

9. Техническое описание. Инструкция по эксплуатации. Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-2». Версия 2.6 / ООО «Логические системы». Москва. 2013. 98с.

10. Dong J., Kim B., Locquet A., McKeon P. Nondestructive evaluation of forced delamination in glass fiberreinforced composites by terahertz and ultrasonic waves. Composites. 2015. V. 24. pp. 667–675.

11. Genove V., Riestra C., Borrachero M.V., Eiras J., Kundu T., Paya J. Multimodal analysis of GRC ageing process using nonlinear impact resonance acoustic spectroscopy. Composites. P. B: Engineering. 2015. V. 21. pp. 105–111.

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.006.35-41

## Examination of the Pumping Station Enclosing Structures By Geophysical Methods

**Dmitriy P. Ar'kov**<sup>1✉</sup>, K.T.N., senior researcher, arkov-d@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-5675-351X, laboratory of ecological reclamation technologies and projecting;

**Aleksey A. Sukhov**<sup>1</sup>, K.T.N., leading researcher, ORCID: 0000-0002-7600-752X, head of the laboratory of ecological reclamation technologies and projecting;

**Alexander I. Belyayev**<sup>1</sup>, D.S-Kh.N., ORCID: 0000-0001-8077-7052, director FSC of Agroecology RAS;

**Dar'ya N. Nikiforova**<sup>1</sup>, engineer, ORCID: 0000-0002-7266-9796, laboratory of ecological reclamation technologies and projecting;

**Alexander P. Istomin**<sup>1</sup>, K.S-Kh.N., ORCID: 0000-0001-7391-6616, deputy director, head of the Center for combating desertification of territories;

**Alexander G. Zhikharev**<sup>1</sup>, K.S-Kh.N., leading researcher, ORCID: 0000-0002-0039-0761, laboratory of ecological reclamation technologies and projecting;

**Yekaterina A. Antyasova**<sup>1</sup>, junior researcher, ORCID: 0000-0003-1459-2441, laboratory of ecological reclamation technologies and projecting –

<sup>1</sup>Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The research relevance is related to the need to solve the engineering and technological problem of non-destructive inspection of the pumping station brick walls technical condition, are subject to repeated saturation with water and freezing in a hard-to-reach place. The purpose of the work: to assess the possibility of using the geophysical method in construction and

technical expertise in determining the vertical brick structures properties with further processing of field studies by a specialized GeoScan 32 software package, calculation of the damaged area volume. The ultrasonic methods of non-destructive testing application, the use of which requires close contact of sensors with the surface of the object under study, often located



in a place that is difficult for the researcher, is not possible. Research methods: radar survey of the pumping station building brick wall with an OKO-3 georadar with a 1200 MHz antenna unit, directly moving it along vertical trajectories on the surface of the structure using a long pole during registration and monitoring of radar images in real time. For the first time, a geophysical method was used to determine the extent of damage during the examination of vertical brick walls. Results: methods of attribute analysis of the obtained geo-location data are demonstrated when analyzing the state of a brick wall is under damage, with the identification and delineation of weakened masonry areas. The description of the radarograms was made based on the program of studies of the axes of in-phase diffracted waves with an inherent

ringing in the form of reflections from local objects. Additionally, the volume of destroyed masonry is calculated.

**Keywords:** hydraulic structures, technical equipment, non-destructive testing methods, georadar method, radar survey, flaw detection, georadar, radarogram

The work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS: «Develop technologies and tools to ensure the safe operation of hydraulic structures and reclamation systems in conditions of natural and technogenic damage with the preparation of applied information and computing systems for collective use» (0713-2019-0010).

Received: 25.10.2021

Accepted: 14.12.2021

### References:

1. Auzin A.A. *Obsledovaniye fundamentov inzhenernykh sooruzhenij geofizicheskimi metodami* [Examination of engineering structures foundations by geo-physical methods]. *Voprosy teorii i praktiki geologicheskoy interpretatsii geofizi-cheskikh polej* [Questions of theory and practice of geophysical fieldsgeological interpretation]. Materials of the 47th session of the International Scientific Seminar named after D. G. Uspensky – V. N. Strakhov. Voronezh. «Nauchnaya kniga» Publishing and Printing Center, 2020. pp. 25-28. (In Russian)

2. Glukhova A.N., Pavlova V.Yu. *Primeneniye metoda georadiolokatsii dlya inzhenerno-geologicheskikh zadach (naprimere Petropavlovsk-Kamchatskij)* [Application of the georadiolocation method for engineering and geological problems (on the example of Petropavlovsk-Kamchatsky)]. Materials of the XII regional Youth scientific conference Research in the field of Earth sciences. 2014. pp. 95-110. (In Russian)

3. GOST 31937–2011. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition. M.: «Standartinform» Publ. house. 2014. 86 p. (In Russian)

4. Kochnev N.I., Chumak M.V. *Uchebnoye posobiye «Obsledovaniye, ispytaniye i usileniye stroitel'nykh konstruksiy zdaniy i sooruzhenij* [“Inspection, testing and reinforcement of building structures of buildings and structures”. Textbook]. Krasnodar. 2013. 68 p. (In Russian)

5. Kulik K.N., Semenenko S.YA., Marchenko S.S. [et al.]. *Vozmozhnosti georadarnogo obsledovaniya sostoyaniya nesantsionirovannogo poligona bytovykh otkhodov* [Possibilities of georadar inspection of the household waste

unauthorized landfill state]. *Ekologiya i stroitel'stvo* [Ecology and construction]. 2019. № 4. pp. 4-13. DOI 10.35688/2413-8452-2019-04-001. (In Russian)

6. Levyant V.B., Petrov I.B., Pankratov S.A. *Issledovaniye kharakteristik prodol'nykh i obmennykh voln otklika obratnogo rasseyaniya ot zon treshchinovatogo kollektora* [Investigation of the longitudinal and exchange waves of backscattering response characteristics from fractured reservoir zones]. *Tekhnologii sejsmorazvedki* [Technologies of seismic exploration]. 2009. № 2. pp. 3-11. (In Russian)

7. Rule Book 13–102–2003. Rules of inspection of buildings and constructions load-bearing building structures. M.: «Standartinform» Publ. house. 2004. 43 p. (In Russian)

8. Starovoitov A.V. *Interpretatsiya georadiolokatsionnykh dannykh* [Interpretation of georadar data]. M.: MSU Publ. house, 2008. 192 p. (In Russian)

9. *Tekhnicheskoye opisaniye. Instruksiya po ekspluatatsii. Radiotekhnicheskij pribor podpoverkhnostnogo zondirovaniya (georadar) «OKO-2»* [Technical description. Operating instructions. Radio engineering device of subsurface sounding (georadar) «OKO-2»]. Version 2.6.LLC «Logicheskiye sistemy» Publ. house. M. 2013. 98 p. (In Russian)

10. Dong J., Kim B., Locquet A., McKeon P. Nondestructive evaluation of forced delamination in glass fiberreinforced composites by terahertz and ultrasonic waves. *Composites*. 2015. V. 24. P. 667–675.

11. Genove V., Riestra C., Borrachero M.V., Eiras J., Kundu T., Paya J. Multimodal analysis of GRC ageing process using nonlinear impact resonance acoustic spectroscopy. *Composites*. P. B: *Engineering*. 2015. V. 21. P. 105–111.

**Цитирование.** Арков Д.П., Сухов А.А., Беляев А.И., Никифорова Д.Н., Истомин А.П., Жихарев А.Г., Антасова Е.А. Обследование ограждающих конструкций насосной станции геофизическими методами // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 35-41. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.006.35-41

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Ar'kov D.P., Sukhov A.A., Belyayev A.I., Nikiforova D.N., Istomin A.P., Zhikharev A.G., Antyasova Ye.A. Examination of the Pumping Station Enclosing Structures By Geophysical Methods. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 35-41. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.006.35-41

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## Фазы покоя и зимостойкость диплоидных слив в Нижнем Поволжье

Ольга Алексеевна Никольская✉, с.н.с., lelka-nikolskaya@mail.ru, ORCID 0000-0002-1373-7101,  
лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства;

Андрей Валерьевич Солонкин д. с.-х.н., ORCID 0000-0002-1576-7824,  
зав. лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*В статье представлены результаты исследований по изучению зимостойкости сорто-подвойных форм диплоидной сливы отечественной селекции в лабораторных условиях. На зимостойкость растений влияет множество факторов, таких как, агротехника возделывания, сорт, подвой, условия перезимовки, климатические условия периода перехода растений к периоду глубокого покоя, длительность периода покоя и т.д. Физиологические изменения, происходящие в растении, вызывают их выход из периода покоя, что сказывается на зимостойкости. В наших опытах сортообразцы выходили из периода глубокого покоя в феврале и оставались в периоде вынужденного покоя в течение двух месяцев, плюс-минус два дня. В результате искусственного промораживания сортообразцов по четырем вариантам установлена высокая устойчивость генеративных почек и древесных частей растения к заморозкам до -35°C. При моделировании температурного режима в морозильной камере -5 и -10°C в течение пяти суток с дальнейшим снижением температуры по 5°C в час до -20°C для промораживания в течение 8 часов и оттаивания при 2°C или -2°C все сорто-подвойные комбинации показали высокую устойчивость к ранним морозам.*

**Ключевые слова:** алыча, диплоидная слива, зимостойкость, период покоя, морозоустойчивость.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН: «Теоретические основы, создание новых конкурентоспособных биотипов сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивости и сортовые технологии на основе новейших методов и технологических решений в условиях изменяющегося климата» (№ 0713-2019-0009).*

Поступила в редакцию: 18.10.2021

Принята к печати: 16.12.2021

В последнее время на рынке среди садоводов-любителей немалым спросом пользуются сорта диплоидных слив или, как еще ее называют, гибридная алыча. Объясняется это превосходными вкусовыми характеристиками плодов. При этом тот факт, что ее называют алычой, сказывается на снижении спроса на посадочный материал этой культуры. Связано это с тем, что алыча у многих ассоциируется с мелкими желтыми плодами с кислым, немного терпким вкусом, а вот когда данную культуру называют диплоидной сливой или окультуренной алычой, опасений по поводу качества плодов не возникает [11].

К достоинствам диплоидной сливы неоспоримо относится тот факт, что она вступает в фазу плодоношения раньше большинства сортов сливы домашней. В настоящее время селекционерами получено множество сортов диплоидной сливы, позволяющих получать урожай с первой декады июля по третью декаду сентября. При этом плоды разных сортов имеют различную форму, окраску, срок созревания, хранения и т.д. [9].

К недостаткам данной культуры относится раннее цветение, сказывающееся на восприимчивости цветочных почек к возвратным заморозкам, а соответственно и на урожайности. Основной ущерб урожайности рано плодоносящим культурам, к которым относится и диплоидная слива, в нашем

регионе наносят нестабильные условия зимне-весеннего периода, сопровождающиеся оттепелями, резким перепадом температур, отсутствием устойчивого снежного покрова и т.д. [1;4;7].

В связи с этим цель наших исследований направлена на выявление наиболее устойчивых, зимостойких сорто-подвойных комбинаций диплоидных слив.

**Материалы и методика исследований.** Исследования по выявлению зимостойкости определенных сортов диплоидных слив проводились в 2020-2021 г. на участке, расположенном на территории подразделения лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН, находящегося в Дубовском районе Волгоградской области. Все учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам постановки опыта [2;5;6;]. Для проведения исследований были выбраны следующие сортообразцы диплоидной сливы: Кубанская комета, Анжелина, Сарматка, Дынная, Глобус (рисунок 1). В качестве контрольного варианта был выбран сорт Кубанская комета (рисунок 2), т.к. этот сорт культивируется в данной местности на протяжении не одного десятилетия и проявился как сорт, обладающий высокой адаптивной устойчивостью и хорошими качественными характеристиками.

Важным свойством устойчивости растений к

✉ – Для контактов / Corresponding author



Рисунок 1 – Диплоидные сливы: 1, 2 – Анжелина, 3 – Глобус, 4 – Сарматка

неблагоприятным зимним условиям является продолжительность глубокого покоя. Чем он продолжительней, тем позже растение переходит в фазу вынужденного покоя и менее подвержено температурным перепадам. У диплоидной сливы период глубокого покоя менее продолжительный, чем у сливы домашней, фаза вынужденного покоя наступает уже в январе, и при перепадах температуры с оттепелями в растении начинаются процессы жизнедеятельности, что при возвратных морозах приводит к значительным повреждениям. Особенно подвержены зимним повреждениям в период вынужденного покоя репродуктивные органы, что часто приводит к потере урожая. На продолжительность глубокого покоя оказывает влияние целый ряд факторов, таких как природные (температурный и водный режим во время прохождения фазы закалывания), генетические (продолжительность периода глубокого покоя является сортовым признаком), агротехнические (существенное влияние на качество глубокого покоя оказывают качество и своевременность агротехнологических операций, проводимых в саду). Помимо перечисленных факторов, на продолжительность периода глубокого покоя может оказывать влияние подвой, на котором привит сорт. Для выявления длительности глубокого покоя и влияния подвоя на его продолжительность проводились опыты в лабораторных условиях, вынужденного – в полевых условиях сада.

Методика постановки опыта в лабораторных

условиях заключалась в заготовке побегов в саду (от 3 шт., но не менее 50 почек) и помещения их в сосуды с водой в комнате при температурном режиме 18-22°C. После этого проводились наблюдения за началом «фазы раскрытия чешуек», фиксация которой означает выход растения из периода покоя. Обычно наступление данной фазы происходит на 6-7 день после помещения ветвей в сосуды, именно столько времени необходимо воздействовать теплом для выхода растений из периода покоя. Ветви в сосудах обновлялись с интервалом 10 дней для определения более точной даты начала выхода из периода глубокого покоя. Опыт начинали в конце декабря – начале января, в зависимости от складывающихся погодных условий зимнего периода.

Исследования на зимостойкость сортообразцов проводили в морозильной камере КХТВ – 0,22 с регулируемым температурным режимом. Ветви для исследований заготавливали в декабре и помещали на хранение в холодильную камеру при температуре -2°C. В конце декабря – январе проводилось промораживание ветвей по 4 различным вариантам, согласно схеме:

1 вариант – определение устойчивости к ранним морозам. Закалка нарезанных черенков при -5°C (5 суток) и -10°C (5 суток), а затем снижение температуры с шагом 5°C в час до -20°C. Далее выдерживание ветвей в каждой из тестируемых температур с экспозицией 8 часов. После 8-часового промораживания последующее оттаивание и хра-

нение образцов в камере для оттаивания при 2°C или хранения при -2°C.

2 вариант – определение максимального уровня морозостойкости. Температура промораживания до -35°C. Снижение температуры с шагом 5 °С в час до минус 35°C. Далее при минимальной температуре ветви выдерживались с 8-часовой экспозицией, с последующим оттаиванием при повышении температуры также с шагом 5 °С в час до минус 2°C и хранением образцов в камере для оттаивания при 2°C или хранения при -2°C.

3 вариант – определение устойчивости к возвратным морозам после оттепелей. Для выявления реакции сортов на оттепели после закалки при -5° и -10°C хранение срезанных ветвей в шкафу с температурой +2°C продолжается 3 дня, а затем проводят промораживание при температуре -20° на протяжении 24 часов.

4 вариант – определение способности восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей. Закалка осуществляется в течение 5 дней при температуре -5°C и -10 °С, затем 3 дня – оттепель при температуре + 2°C, далее снова проводится закалка при температуре -5°C и -10°C в течение 3 дней, и в завершении – промораживание при -25°C на протяжении 24 часов.

Оценку повреждений определяли по степени побурения продольных и поперечных срезов по

пятибалльной шкале (0 баллов – повреждения отсутствуют, 5 баллов – почки и ткань погибли), согласно общепринятой методике.

**Результаты и их обсуждения.** На перезимовку и выход из периода покоя растений, как уже отмечалось выше, существенное влияние оказывают метеорологические условия весенне – зимнего периода. Погодные условия зимнего периода в годы наблюдений складывались по-разному, температура воздуха варьировала от +9°C до -23°C, наблюдались оттепели до +9°C с последующим резким снижением температур до минусовых значений. Снежный покров в течение зимы был нестабильным и время от времени отсутствовал. Последние возвратные заморозки наблюдались в апреле, в период начала распускания почек. Вместе с тем они не оказали существенного влияния на последующий рост и плодоношение плодовых культур. При этом температура воздуха в марте 2020 года (минимальная фиксировалась -7,8°C, максимальная – плюс 21°C в конце третьей декады месяца) отмечалась выше, чем в марте 2021 года (минимальная – -18,7°C, максимальная – +10,5°C в конце третьей декады месяца). Это отразилось на пробуждении почек в естественных условиях сада и отодвинуло выход деревьев в 2021 году из периода вынужденного покоя на 9-14 дней по сравнению с 2020 годом (таблица 1).

Таблица 1 – Даты выхода деревьев из периода покоя за 2020-2021 гг.

| Сорт             | Подвой       | Дата распускания почек  |       |        |       |
|------------------|--------------|-------------------------|-------|--------|-------|
|                  |              | В лабораторных условиях |       | В саду |       |
|                  |              | 2020                    | 2021  | 2020   | 2021  |
| Анжелина         | Алыча        | 2.02                    | 22.02 | 06.04  | 17.04 |
|                  | ВСВ-1        | 4.02                    | 23.01 | 06.04  | 17.04 |
|                  | Алыча+ВСВ-1  | 4.02                    | 24.02 | 06.04  | 17.04 |
|                  | ВВА-1        | 5.02                    | 24.02 | 06.04  | 17.04 |
| Кубанская комета | Алыча(к)     | 2.02                    | 22.02 | 08.04  | 17.04 |
|                  | Алыча+ВСВ-1  | 2.02                    | 22.02 | 08.04  | 17.04 |
|                  | ВВА-1        | 2.02                    | 23.02 | 08.04  | 17.04 |
|                  | ВСВ-1        | 2.02                    | 23.02 | 08.04  | 17.04 |
| Дынная           | ВВА-1        | 4.02                    | 23.01 | 30.03  | 14.04 |
|                  | ВСВ-1        | 2.02                    | 23.02 | 30.03  | 14.04 |
|                  | Алыча        | 2.02                    | 23.02 | 30.03  | 14.04 |
| Глобус           | ВВА-1        | 2.02                    | 23.02 | 29.03  | 13.04 |
|                  | Терн+абрикос | 5.02                    | 25.02 | 29.03  | 13.04 |
|                  | ВСВ-1        | 2.02                    | 23.02 | 29.03  | 13.04 |
| Сарматка         | ВВА-1        | 2.02                    | 22.02 | 08.04  | 17.04 |
|                  | ВСВ-1        | 2.02                    | 23.02 | 08.04  | 17.04 |
|                  | алыча        | 2.02                    | 23.02 | 08.04  | 17.04 |

Период покоя напрямую влияет на зимостойкость растений [8]. Закладка опыта в лабораторных условиях (согласно методике) по выходу косточковых культур из глубокого покоя ежегодно начиналась 10 января. Из приведенных в таблице 1 данных видно, что выход из периода глубокого покоя у наблюдаемых сортообразцов приходится на февраль, с разницей по годам в три недели, что объясняется более низкими температурами зимнего периода 2021 года (таблица 1).

Более продолжительный период глубокого покоя отмечен у сорто-подвойных комбинаций Анжелина/ВСВ-1, Анжелина/Алыча+ВСВ-1, Анжелина/ВВА-1, Дынная/ВВА-1 и Глобус/терн+абрикос. Разница с остальными сорто-подвойными комбинациями составила 1-3 дня в сторону уменьшения. Более раннее завершение периода глубокого покоя и переход растений в период вынужденного может негативно отразиться на перезимовке растений в целом или отдельных его частей, т.к. в период оттепелей начинают активизироваться процессы жизнедеятельности, возникает риск их повреждения при возвратных заморозках.

Важным фактором адаптации плодовых сортов

является устойчивость органов растений к условиям зимне-весеннего периода [3;10]. Пороговый уровень повреждающих температур в моделируемых условиях промораживания по вариантам опыта был различным и определялся в зависимости от поставленной цели. Так, в первом варианте цель заключалась в выявлении влияния устойчивости сортов к ранним заморозкам. При моделировании данных условий повреждения как тканей растений, так и генеративных почек отмечалось только у одной сорто-подвойной комбинации – Дынная/алыча. При этом повреждения имели минимальный характер, не влияющий на снижение урожайности (таблица 2).

Наибольшие повреждения побегов и почек отмечались по третьему варианту моделирования, а именно сохранности органов растения в период возвратных заморозков, после оттепелей. Максимального повреждения при данной модели искусственного промораживания достигали сорто-подвойные комбинации Кубанская комета/Алыча (к), Дынная/Алыча и Дынная/ВСВ-1, остальные комбинации либо не имели повреждений, либо имели незначительные.

Таблица 2 – Повреждения диплоидной сливы после искусственно моделируемых условий по вариантам опыта (среднее за 2020-2021 гг.)

| Сорт        | Подвой       | Степень повреждения |     |     |    |     |    |     |    |         |    |     |     |    |     |    |     |
|-------------|--------------|---------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|---------|----|-----|-----|----|-----|----|-----|
|             |              | Почек               |     |     |    |     |    |     |    | побегов |    |     |     |    |     |    |     |
|             |              | №1                  |     | №2  |    | №3  |    | №4  |    | №1      |    | №2  |     | №3 |     | №4 |     |
|             |              | -5                  | -10 | -35 | -5 | -10 | -5 | -10 | -5 | -10     | -5 | -10 | -35 | -5 | -10 | -5 | -10 |
| Анжелина    | ВВА-1        | 0                   | 0   | 1   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
|             | ВСВ-1        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  |     |
|             | Алыча +ВСВ-1 | 0                   | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
|             | Алыча        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
| Куб. комета | Алыча +ВСВ-1 | 0                   | 0   | 0   | 1  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 2   | 0   | 0  | 0   | 0  |     |
|             | ВВА-1        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 1   | 1  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 0   | 0  | 1   | 0  |     |
|             | Алыча (к)    | 0                   | 0   | 0   | 0  | 0   | 1  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  |     |
| Дынная      | алыча        | 0                   | 1   | 0   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 1       | 0  | 0   | 2   | 0  | 0   | 0  |     |
|             | ВСВ-1        | 0                   | 0   | 1   | 0  | 2   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 1   | 2  | 0   | 0  |     |
|             | ВВА-1        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
| Глобус      | ВВА-1        | 0                   | 0   | 1   | 1  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 1   | 0  | 0   | 0  |     |
|             | ВСВ-1        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
|             | Терн+абрикос | 0                   | 0   | 1   | 0  | 1   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
| Сарматка    | ВВА-1        | 0                   | 0   | 1   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 1   | 0   | 1  | 0   | 0  |     |
|             | ВСВ-1        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  |     |
|             | алыча        | 0                   | 0   | 0   | 0  | 0   | 1  | 0   | 0  | 0       | 0  | 0   | 0   | 0  | 1   | 0  |     |

При моделировании максимального уровня морозостойкости по второму варианту и повторной

закалке после оттепелей по четвертому варианту у большинства сортов не отмечено повреждений ге-

неративных почек, что свидетельствует об устойчивости данных сортов как к критическим температурам, так и к плавным перепадам температур.

**Заключение.** Результатом проведения лабораторных исследований по изучению продолжительности периода покоя стало определение сроков вынужденного покоя, которые составляют до двух месяцев. Более длинный период глубокого покоя был отмечен у сорто-подвойных комбинаций диплоидной сливы Анжелина/ВСВ-1, Анжелина/Алыча+ВСВ-1, Анжелина/ВВА-1, Дынная/ВВА-1 и Глобус/терн+абрикос. По остальным комбинациям, принимавшим участие в изучении, выход из периода глубокого покоя отмечен на 1-3 дня раньше.

В результате искусственного промораживания вегетативного материала изучаемых комбинаций диплоидной сливы была установлена высокая устойчивость сорто-подвойных комбинаций диплоидной сливы к ранним заморозкам и низким температурам до -35°C. При моделировании повторной закалки по четвертому варианту также отмечены хорошие показатели устойчивости данных сортов к заморозкам после оттепелей. Максимальное повреждение отмечалось по третьему компоненту искусственного промораживания на сорто-подвойных комбинациях Кубанская комета/Алыча (к), Дынная/Алыча и Дынная/ВСВ-1. В данных вариантах повреждения органов растений не превышали 2 единиц, что позволяет отнести их к среднеустойчивым комбинациям. Полученные результаты позволяют рекомендовать выделившиеся сорта и сорто-подвойные комбинации для промышленного возделывания в садах в условиях Нижней Волги.

#### Литература:

1. Богданов Р.Е. Оценка морозоустойчивости сортов и элитных форм сливы / В сборнике: Интенсивное садоводство. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной

145-летию со дня рождения И. В. Мичурина и 90-летию проф. В. И. Будаговского. 2000. С. 71-72.

2. Егоров Е.А., Еремин Г.В., Бандурко И.А. [и др.]. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2012. 569 с.

3. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение устойчивости яблони к весенним заморозкам методом искусственного промораживания // Плодоводство и ягодоводство России. 2019 (58) стр. 226-232. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-226-232>.

4. Ожерельева З.Е., Ряполова И.Н. Изучение зимостойкости сливы методом искусственного промораживания // Аграрный вестник Урала. №6(72) 2010. С. 49-51.

5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, ВНИИСПК, 1999 г.

6. Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: монография. – Краснодар: ФГБНУ СКФН-ЦСВВ, 2017. 282 с.

7. Солонкин А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Изучение компонентов зимостойкости сливы различного происхождения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 95-104.

8. Сычов А.И. Зимостойкость цветковых почек и древесины сортов, элитных сеянцев и отдаленных гибридов персики в период глубокого покоя // Селекция и сорто-разведение садовых культур. 2018. Т. 5. № 1. С. 131-135.

9. Федорова Н.А., Упадышева Г.Ю. Продуктивность диплоидной сливы и её связь с основными агробиологическими показателями // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 50. С. 287-290.

10. Федорова Н.А., Упадышева Г.Ю. Морозостойкость диплоидной сливы на разных клоновых подвоях при промораживании в контролируемых условиях // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 39. С. 240-243.

11. Milošević T., Milošević N. Plum (*Prunus spp.*) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*. Springer, Cham, 2018. p. 165-215. DOI: 10.1007/978-3-319-91944-7

DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.007.42-47

## Dormant Phases and Winter Hardiness of Diploid Plums in the Lower Volga Region

**Ol'ga A. Nikol'skaya** ✉, senior researcher, [lelka-nikolskaya@mail.ru](mailto:lelka-nikolskaya@mail.ru), ORCID 0000-0002-1373-7101, laboratory of breeding, seed production and nursery;

**Andrey V. Solonkin**, D.S-Kh.N., ORCID 0000-0002-1576-7824,

head of the laboratory of breeding, seed production and nursery –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),

e-mail: [info@vfanc.ru](mailto:info@vfanc.ru), 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The article presents the results of research on the study of winter resistance of varietal rootstock forms of the native breeding diploid plum in laboratory conditions. The winter hardiness of plants is influenced by many factors, such as agricultural cultivation techniques, variety, rootstock, wintering conditions, climatic conditions of the period of plants transition to a period of deep rest, the duration of the rest period, etc. Physiological changes occurring in the plant cause them

to exit the rest period, which affects winter hardiness. In our experiments, the cultivars emerged from a period of deep rest in February and remained in a period of forced rest for two months, plus or minus two days. As a result of artificial cultivation of cultivars in four variants, high resistance of generative buds and woody parts of the plant to frost up to -35°C was established. When modeling the temperature regime in the freezing chamber -5 and -10°C for five days with a further

decrease in temperature by 5°C per hour to -20°C for freezing for 8 hours and thawing at 2°C or -2°C, all varietal combinations showed high resistance to early frosts.

**Keywords:** cherry plum, diploid plum, winter hardiness, rest period, frost resistance

The work was carried out within the framework of

Received: 18.10.2021

Accepted: 16.12.2021

### References:

1. Bogdanov R.YE. *Otsenka morozoustojchivosti sortov i elitnykh form slivy* [Assessment of plumvarieties and elite forms frost resistance] In the compilation: Intensive gardening. Materials of the international scientific and practical conference of young scientists dedicated to the 145th anniversary of the birth of I. V. Michurin and the 90th anniversary of Prof. V. I. Budagovsky. 2000. pp. 71-72.

2. Yegorov Ye.A., Yeremin G.V., Bandurko I.A. [et al.]. *Sovremennyye metodologicheskiye aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve* [Contemporary methodological aspects of the selection process organization in horticulture and viticulture]. Krasnodar. SKZNIISiV. Publ. house, 2012. 569 p.

3. Ozherel'yeva Z.Ye., Krasova N.G., Galasheva A.M. *Izucheniye ustojchivosti yabloni k vesennim zamorozkam metodom iskusstvennogo promorazhivaniya* [Study of apple tree resistance to spring frosts by artificial freezing]. *Fruit and berry growing in Russia*. 2019. (58). pp. 226-232. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-226-232>

4. Ozherel'yeva Z.Ye., Ryabopolova I.N. *Izucheniye zimostojkosti slivy metodom iskusstvennogo promorazhivaniya* [The study of plums winter hardiness by artificial freezing]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. №6(72) 2010. pp. 49-51.

5. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology of fruit, berry and nut crops variety study]. Orel, VNIISP Publ. house, 1999.

6. *Sovremennyye metodologiiya, instrumentarij otsenki i otbora selektsionnogo materiala sadovykh kul'tur i vinograda*

the state task of research in the FSC of Agroecology RAS: «Theoretical foundations, creation of new competitive biotypes of agricultural crops with high productivity, quality, sustainability and varietal technologies based on the latest methods and technological solutions in a changing climate conditions» (№ 0713-2019-0009).

[Contemporary methodology, tools for evaluation and selection of garden crops and grapes breeding material: monograph]. Krasnodar: FSBSI SKFNTSSVV, 2017. 282 p.

7. Solonkin, A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva Ye.N. *Izucheniye komponentov zimostojkosti slivy razlichnogo proiskhozhdeniya* [Studying the components of plums of various origin winter hardiness]. *Proceedings of the Lower Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education*. 2020. №2 (58). pp. 95-104.

8. Sychov A.I. *Zimostojkost' tsvetkovykh poček i drevesiny sortov, elitnykh seyantsev i otdalennykh gibridov persika v period glubokogo pokoya* [Winter hardiness of flower buds and wood varieties, elite seedlings and distant peach hybrids during deep dormancy]. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*. 2018. T.5. №1. pp. 131-135.

9. Fedorova N.A., Upadyshva G.Yu. *Produktivnost' diploidnoj slivy i yeyo svyaz' s osnovnymi agrobiologicheskimi pokazatelyami* [Productivity of diploid plum and its relation to the main agrobiological indicators]. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017. T. 50. pp. 287-290.

10. Fedorova N.A., Upadyshva G.Yu. *Morozostojkost' diploidnoj slivy na raznykh klonovykh podvoyakh pri promorazhivanii v kontroliruyemykh usloviyakh* [Frost resistance of diploid plum on different clonal rootstocks during freezing under controlled conditions]. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2014. T. 39. pp. 240-243.

11. Milošević T., Milošević N. Plum (*Prunus* spp.) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*. Springer, Cham, 2018. p. 165-215. DOI: 10.1007/978-3-319-91944-7



Рисунок 2 – Диплоидные сливы: 1 – Кубанская комета, 2 – Дынная

**Цитирование.** Никольская О.А., Солонкин А.В. Фазы покоя и зимостойкость диплоидных слив в Нижнем Поволжье // Научно-агрономический журнал. 2021. №4(115). С. 42-47. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.007.42-47

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Nikol'skaya O.A., Solonkin A.V. Dormant Phases and Winter Hardiness of Diploid Plums in the Lower Volga Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2021. 4(115). pp. 42-47. DOI: 10.34736/FNC.2021.115.4.007.42-47

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## Редакция научно-практического журнала «Научно-агрономический журнал»

благодарит уважаемых авторов за сотрудничество и выражает надежду на дальнейшую популяризацию результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского, лесного и мелиоративного хозяйства с освещением проблем рационального природопользования и адаптации агроэкосистем к меняющимся климатическим условиям.

В журнале публикуются научные статьи, обзоры, требующие обязательного рецензирования и регистрации DOI. Для публикации статей в журнале приглашаются научные и научно-педагогические работники, докторанты, аспиранты, а также практические работники и руководители организаций сферы АПК.

К публикации принимаются статьи, отражающие наиболее значимые научные труды, нигде ранее не опубликованные, соответствующие тематике журнала, обладающие научной новизной и содержащие

материалы собственных научных исследований автора. Предоставляемые материалы должны быть актуальными, иметь новизну, научную и практическую значимость. Оригинальность текста – не менее 75 % (проверка статьи с помощью сервиса [www.text.ru](http://www.text.ru) или [www.antiplagiat.ru](http://www.antiplagiat.ru)), подтвержденные отчетом с указанных сервисов.

Статьи, представленные к публикации, направляются редколлегией журнала на обязательное рецензирование. Рецензирование осуществляется в строгом соответствии с порядком рецензирования и этическими принципами, опубликованными на официальном веб-сайте <https://vfanc.ru/center/zhurnal/>.

Главный и ответственный редакторы принимают решение о возможности принятия рукописи к печати на основании рецензий и собственной оценки качества материала, авторских ответов на замечания и исправлений рукописи, при необходимости консультируясь с другими членами Редакционной коллегии.

### Требования к оформлению статей

Редакционная коллегия оставляет за собой право не включать в журнал статьи, не соответствующие предъявляемым требованиям.

В начале статьи на русском языке указываются:

- номер по Универсальной десятичной классификации (УДК);
- название статьи;
- инициалы и фамилия автора(ов);
- название организации, в которой выполнялась работа, город;
- E-mail;
- аннотация – 150-250 слов;
- ключевые слова и словосочетания.

Далее в той же последовательности информация приводится на английском языке. Если статья подана не на русском языке, то данные о статье, авторах, аннотация и ключевые слова приводятся сначала на языке оригинала, а затем обязательно на русском языке.

Научная статья должна обязательно включать:

- Введение (содержит актуальность, цель и задачи исследования, критический анализ достижений и публикаций);
- Материалы и методы исследования;
- Результаты исследования и их обсуждение;
- Выводы;
- Список литературы на языке оригинала и References (английская транслитерация оригинального списка).
- Сведения об авторе (авторах) на русском и английском языках (для каждого автора): Ф.И.О. полностью, учёная степень, звание; место работы; должность, город; E-mail.

Материал статьи должен быть изложен кратко, в научно-информационном стиле, без повторений данных таблиц и рисунков в тексте; на литературу, таблицы и рисунки следует давать ссылки в тексте.

Ссылки на литературу оформляются в виде номера, в соответствии с положением источника в библиографическом списке, номер ссылки заключается в квадратные скобки.

Статья представляется в редакцию журнала «Научно-агрономический журнал» по электронной почте [nwzhurnal@mail.ru](mailto:nwzhurnal@mail.ru), набранной в формате Word Windows, книжная ориентация. Материал для публи-

кации набирается с установками: поля – 2 см, стиль обычный, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5, расстановка переносов автоматическая. Абзацный отступ одинаковый по тексту 1,25 см. Ограничения по количеству рисунков и таблиц – не более восьми.

Таблицы и диаграммы выполняются в редакторе MS Word (не рисунками), нумеруются, если их более одной и располагаются по смыслу текста статьи. Используемые в статьях физические, химические, технические, математические термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Размерность всех величин, принятых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ). Фотографии предоставляются в электронном виде в формате jpg или tif. Формулы записываются в стандартном редакторе формул MS Word.

Не допускается нумерация страниц, использование в тексте разрывов страниц, использование автоматических постраничных ссылок, использование разреженного или уплотненного межбуквенного интервала.

Объем научной статьи 6–15 страниц машинописного текста.

В список литературы добавляются только те источники, на которые есть ссылки в тексте статьи (для тезисов это правило не применяется). Допускается не более 20 % самоцитирования любых работ, опубликованных в других печатных источниках. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 в алфавитном порядке. В списке литературы ссылка на каждый источник приводится на том языке, на котором он опубликован. После списка литературы на русском языке идет его транслитерация в латиницу. Для транслитерации рекомендуется использовать сайт: <http://translit.net/> с параметрами по умолчанию. В статье, рекомендуется использовать не менее 10 литературных источников, раскрывающих проблему исследования.

**С уважением, редакционная коллегия**