

Сельскохозяйственный научно-производственный журнал

№ **2** (37)  
апрель 2022

# ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



**КАРТОФЕЛЬ  
С РОССИЙСКОЙ МАРКОЙ**  
стр. 12



**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ  
ТЕХНИКА ДЛЯ  
СЕМЕНОВОДОВ**

Сельскохозяйственный  
научно-производственный журнал.  
**«ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ»**  
№2, апрель 2022 года.

#### УЧРЕДИТЕЛИ

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (ФГБНУ ВНИИОЗ).**

400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9.  
тел./факс 8 (8442) 60-24-33  
e-mail: vniioz@yandex.ru

#### Общество с ограниченной

**ответственностью «Регионинвестагро»**  
400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9  
Тел./факс 8(8442) 26-04-30  
e-mail: office@riagro.ru

#### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**В.В. Мелихов,**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, член-корреспондент РАН,  
заслуженный работник сельского  
хозяйства РФ, главный научный сотрудник,  
научный руководитель ФГБНУ ВНИИОЗ.

#### РЕДАКТОР

**В.И. Черников,**

400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9  
e-mail: chernikov@riagro.ru

#### НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

**К.Н. Кулик,**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, академик РАН, Заслуженный  
деятель науки РФ, главный научный  
сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН.

#### ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

**А.Б. Цветков**

Основан в 2013 году. Выходит ежеквартально. 12+  
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-  
79282, выдано Федеральной службой по надзору в  
сфере связи, информационных технологий и массо-  
вых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 ноября 2020 г.

Издание зарегистрировано в Национальном агент-  
стве ISSN Российской Федерации.  
ISSN 2618-8279.

Подписной индекс ПМ089.  
Адрес редакции: 400002, г. Волгоград,  
ул. Тимирязева, 9.

Размещается на платформе e-Library, индексируется  
в РИНЦ.

Включено в электронный каталог Центральной на-  
учной сельскохозяйственной библиотеки. Включено  
в библиографическую базу данных АГРОС.

#### Цена свободная

Распространяется по адресной рассылке на территории Рос-  
сии: в Министерство науки и высшего образования РФ, Мини-  
стерство сельского хозяйства РФ, департаменты сельского  
хозяйства регионов России, комитеты Законодательных Со-  
браний и Дум по АПК и природопользованию, ФГУ по мелио-  
рации земель и сельхозводоснабжению, научно-исследова-  
тельские и проектные организации, организациям-членам НП  
«Союз водников и мелиораторов», хозяйствующим субъектам  
АПК всех форм собственности, а также на тематических вы-  
ставках, форумах и семинарах.

За достоверность приведенной информации и защиту  
авторских прав ответственность несут авторы статей.

За содержание рекламной информации ответствен-  
ность несет рекламодатель.

© Все права защищены. При republicации матери-  
алов ссылка на журнал «Орошаемое земледелие»  
обязательна.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставлен-  
ного электронного оригинал-макета в ПК «Офсет» АО «Альянс  
«Югполиграфиздат».  
Адрес издателя: 400001 г. Волгоград, ул. КИМ, 6.  
Тел.: (8442) 26-60-10. Тираж 1000 экз. Заказ № 2217

Выход в свет: 07.09.2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ:

### БЕЗ ФОРМАТА

Отечественная основа урожая

*В.В. Мелихов*.....8

### КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СЕМИНАРЫ

Картофель с российской маркой

*Д.И. Василюк*..... 10

### ИННОВАЦИИ

Инновационная биотехнология в решении проблем прудового рыбоводства  
Приволжского и Южного регионов Российской Федерации

*М.К. Тихонова, М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов*..... 13

### РАСТЕНИЕВОДСТВО

Теоретические подходы к оптимизации водопользования на рисовых  
оросительных системах Нижней Кубани

*Е.Л. Раткович, Ю.П. Добрачев, А.А. Бубер*..... 18

Рост урожайности сортов сои и эффективности применения удобрения  
в условиях орошения

*В.В. Толоконников, Л.В. Вронская, С.С. Мухаметханова, Г.П. Канцер*.....24

Сравнительные испытания новых высокопродуктивных сортов сои  
отечественной селекции с орошением и без в условиях Западно-  
Сибирского и Центрально-Чернозёмного регионов

*Д.С. Мерзликина, М.А. Мерзликин*.....29

Оценка влияния инокуляции семян на продуктивность сои в Рязанской  
области

*Е.В. Гуреева*..... 33

К изучению вредителей зерновых культур Волгоградской области

Д.А. Комаров.....37

## КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Формирование высокопродуктивного семенного травостоя люцерны  
в условиях орошения

Н.И. Бурцева, Т.Н. Дронова, Е.И. Молоканцева, И.П. Ивина.....43

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Агропромышленный подход к развитию малых городов

А.Л. Фёдоров, Л.Н. Медведева.....48

Влияние микроводоросли хлореллы на продуктивные качества  
толстолобика

М.К. Тихонова, М.В. Фролова, М. В. Московец, А.Ю. Торопов.....54

Системный анализ и разработка способов предупреждения загрязнения  
почв от точечных и площадных источников

Н. М. Макарова, А. Ф. Рогачёв, А. В. Макаров.....59

Определение поливной нормы посевов с использованием индекса CWSI

А.В. Доброхотов, Л.В.Козырева.....64

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Дождевальная техника для семеноводов

А.А. Журенков.....68

## СОБЫТИЯ, ДАТЫ, ФАКТЫ

Из отряда академиков.....70

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

#### Председатель редакционного совета

**В.В. Мелихов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, главный научный сотрудник, научный руководитель ФГБНУ ВНИИОЗ

#### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

**Н.Н. Балгабаев**, доктор сельскохозяйственных наук, академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, генеральный директор Казахского НИИ водного хозяйства,

**Д.И. Василюк**, директор ООО «Регионинвестагро»,

**Т.Н. Дронова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ,

**Н.Н. Дубенок**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

**С.В. Жевора**, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха,

**О.П. Комарова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ,

**И.П. Кружилин**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ,

**К.Н. Кулик**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН,

**А.П. Лихацевич**, доктор технических наук, член-корреспондент НАН Беларуси, иностранный член РАН, главный научный сотрудник РУП «Институт мелиорации»,

**А.Е. Новиков**, доктор технических наук, доцент, директор ФГБНУ ВНИИОЗ, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ВолгГТУ,

**А.А. Новиков**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе и инновационному развитию ФГБНУ ВНИИОЗ,

**А.С. Овчинников**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный работник высшей школы РФ, Заслуженный работник сельского хозяйства РФ, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,

**С.Я. Семененко**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ,

**В.В. Танюкевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор НИМИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ,

**Н.В. Тютюма**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»,

**В.П. Якушев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий отделом «Моделирование адаптивных агротехнологий» ФГБНУ АФИ

Agricultural Scientific and Production  
Journal "IRRIGATED AGRICULTURE".  
Number 2, April 2022.

#### FOUNDERS

**Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture» (FSBI VNIIOZ).**

400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9.  
tel / fax 8 (8442) 60-24-33.  
e-mail: vniioz@yandex.ru

**Limited liability company «Regioninvestagro»**

400002, Volgograd, st. Timiryazeva, 9.  
Phone/fax 8(8442) 26-04-30.  
e-mail: office@riagro.ru

#### CHIEF EDITOR

**V.V. Melikhov,**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Chief Researcher, Scientific Director of VNIIOZ.*

#### EDITOR

**V.I. Chernikov,**

400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9  
e-mail: chernikov@riagro.ru

#### SCIENCE EDITOR

**K.N. Kulik,**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Federal Scientific Center of Agroecology of the RAS.*

#### ART EDITOR

**A.B. Tsvetkov**

Founded in 2013. Quarterly. 12+

Mass media registration certificate PI No. FS 77-79282, issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor) November 2, 2020.

The publication is registered with the National Agency ISSN of the Russian Federation ISSN 2618-8279

Subscription index PM089.

Editorial office address: 9 Timiryazevstr., Volgograd, 400002.

Included in the electronic catalog of the Central Scientific Agricultural Library. Included in the bibliographic database of AGROS.

#### FREE PRICE

Distributed by mailing on the territory of Russia: to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, departments of agriculture of the regions of Russia, committees of the Legislative Assemblies and the Dooms on Agriculture and Nature Management, Federal State Institution for Land Reclamation and Agricultural Water Supply, research and design organizations, member organizations of the NP "Union of Water and Land Reclamators", business entities of the agro-industrial complex of all forms of ownership, as well as at thematic exhibitions, forums and seminars.

Authors of articles are responsible for the accuracy of the information provided and copyright protection.

The content of the advertising information responsibility of the advertiser.

© All rights reserved. When republishing materials, a reference to the Irrigated Agriculture journal is required.

Printed in full accordance with the quality of the electronic mock-up provided at the printing house of OJSC Alliance Yugpolygraphizdat. Publisher address: 400001, Volgograd, st. KIM, 6, (8442) 26-60-10 Circulation 1000 copies. Order No. 2217

The publication: 07.09.2022.

## CONTENT:

### WITHOUT FORMAT

Domestic crop base

*V.V. Melikhov*.....8

### CONFERENCES, MEETINGS, SEMINARS

Potatoes with Russian stamp

*D.I. Vasilyuk*.....10

### INNOVATION

Innovative biotechnology in solving the problems of pond fish farming in the Volga and Southern regions of the Russian Federation

*M.K. Tikhonova, M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov*.....13

### CROP PRODUCTION

Theoretical approaches to optimizing water use in rice irrigation systems in the Lower Kuban

*E.L. Ratkovich, Yu.P. Dobrachev, A.A. Buber*.....18

Yield growth of soybean varieties and efficiency of fertilizer application under irrigation conditions

*V.V. Tolokonnikov, L.V. Vronskaya, S.S. Mukhametkhanova, G.P. Chancer*.....24

Comparative testing of new highly productive soybean varieties of domestic breeding with and without irrigation in the conditions of the West Siberian and Central Chernozem regions

*D.S. Merzlikina, M.A. Merzlikin*.....29

Assessment of the impact of seed inoculation on soybean productivity in the Ryazan region

*E.V. Gureeva*.....33

To the study of pests of grain crops in the Volgograd region D.A. Komarov.....	37
---	----

## FEED PRODUCTION

Formation of a highly productive seed herbage of alfalfa under irrigation conditions N.I. Burtseva, T.N. Dronova, E.I. Molokantseva, I.P. Ivina.....	43
---	----

## TECHNICS AND TECHNOLOGY

Agro-industrial approach to the development of small towns A.L. Fedorov, L.N. Medvedeva.....	48
Influence of chlorella microalgae on the productive qualities of silver carp M.K. Tikhonova, M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov.....	54
System analysis and development of ways to prevent soil pollution from point and area sources N. M. Makarova, A. F. Rogachev, A. V. Makarov.....	59
Determining the irrigation rate of crops using the CWSI index A.V. Dobrokhotoy, L.V. Kozyreva.....	64

## PRODUCTION EXPERTISE

Irrigation equipment for seed growers A.A. Zhurenkov.....	68
--	----

## EVENTS, DATES, FACTS

From the detachment of academicians.....	70
--	----

### EDITORIAL COUNCIL:

#### chairman of the editorial Board

V.V. Melikhov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Chief Researcher, Scientific Director of VNIIOZ

#### EDITORIAL BOARD MEMBERS:

**N.N. Balgabaev**, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, General Director of the Kazakh Research Institute of Water Management,

**D.I. Vasilyuk**, Director of Regioninvestagro LLC,

**T.N. Dronova**, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, VNIIOZ,

**N.N. Dubenok**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Forestry and Land Management of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev,

**S.V. Zhevor**, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Federal Research Center of Potatoes named after A.G. Lorkh,

**O.P. Komarova**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, VNIIOZ

**I.P. Kruzhilin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher, VNIIOZ

**K.N. Kulik**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Federal Scientific Center of Agroecology of the RAS,

**A.P. Likhatchevich**, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Foreign Member of the RASciences, Chief Researcher of the Republican Unitary Enterprise «Institute of Reclamation,

**A.E. Novikov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the VNIIOZ, Head of the Department of Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, Volgograd State Technical University,

**A.A. Novikov**, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research and Innovative Development, VNIIOZ,

**A.S. Ovchinnikov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Head of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Management, Volgograd State Agrarian University,

**S.Ya. Semenenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, VNIIOZ,

**N.V. Tyutyuma**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Caspian Agrarian Federative Scientific Center of the RAS,

**V.P. Yakushev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RASciences, Head of the Department «Modeling of adaptive agricultural technologies» AFI

## РЕДКОЛЛЕГИЯ:

**4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство****4.1.1. Общее земледелие и растениеводство**

**С.И. Воронов**, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»

**Т.Н. Дронова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**А.В. Зеленов**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

**А.А. Новиков**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе и инновационному развитию ФГБНУ ВНИИОЗ

**Ю.Н. Плещачёв**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»

**4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений**

**В.В. Мелихов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, главный научный сотрудник, научный руководитель ФГБНУ ВНИИОЗ

**О.Н. Панфилова**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Поволжского филиала ФГБНУ ВНИИОЗ

**В.В. Толоконников**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**Н.В. Тютюма**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»

**4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений**

**Е.В. Комаров**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**О.П. Комарова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**И.Ю. Подковыров**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий центром фитопатологии интродуцентов ФГБНУ ВНИИФ

**4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры**

**А.Д. Ахмедов**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры

«Землеустройство, кадастры и экологии» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

**Е.В. Калмыкова**, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**Н.Ю. Петров**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

**4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика**

**Н.Н. Дубенок**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**И.П. Кружилин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**А.П. Лихацевич**, доктор технических наук, член-корреспондент НАН Беларуси, иностранный член РАН, главный научный сотрудник РУП «Институт мелиорации»

**А.Е. Новиков**, доктор технических наук, доцент, директор ФГБНУ ВНИИОЗ, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ВолгГТУ

**А.С. Овчинников**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный работник высшей школы РФ, Заслуженный работник сельского хозяйства РФ, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

**С.Я. Семененко**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**В.П. Якушев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заведующий отделом моделирования адаптивных агротехнологий ФГБНУ АФИ

**4.1.6 Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация**

**К.Н. Кулик**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН

**В.В. Танюкевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор НИМИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ

**В.Г. Юферев**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН

**4.2. Зоотехния и ветеринария****4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства**

**Д.К. Кулик**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**М.И. Сложенкина**, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП, профессор кафедры «Технологии пищевых производств» ВолгГТУ

**М.В. Фролова**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**4.3. Агроинженерия и пищевые технологии****4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса**

**А.Е. Новиков**, доктор технических наук, доцент, директор ФГБНУ ВНИИОЗ, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ВолгГТУ

**С.Д. Фомин**, доктор технических наук, доцент, заведующий центром метрометрического анализа и международных систем индексирования ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

**А.Н. Цепляев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ

**4.3.3. Пищевые системы**

**М.И. Сложенкина**, доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП, профессор кафедры «Технологии пищевых производств» ВолгГТУ

**В.Н. Храмова**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии пищевых производств» ВолгГТУ

## EDITORIAL BOARD:

**4.1. Agronomy, forestry and water management****4.1.1. General farming and crop production**

**S.I. Voronov**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Federal Research Center «Nemchinovka»

**T.N. Dronova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Chief Researcher, VNIIOZ

**A.V. Zelenev**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University

**A.A. Novikov**, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research and Innovative Development, VNIIOZ

**Yu.N. Pleskachev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, FRC «Nemchinovka»

**4.1.2. Breeding, seed production and plant biotechnology**

**V.V. Melikhov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Chief Researcher, Scientific Director of VNIIOZ

**O.N. Panfilova**, Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Volga branch of the VNIIOZ

**V.V. Tolokonnikov**, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, VNIIOZ

**N.V. Tyutyuma**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Caspian Agrarian Federative Scientific Center of the RAS

**4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine**

**E.V. Komarov**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, VNIIOZ

**O.P. Komarova**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, VNIIOZ

**I.Yu. Podkovyrov**, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Center for Phytopathology of Introducers, All-Russian Research Institute of Phytopathology

**4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops**

**A.D. Akhmedov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Land Management, Cadastres

and Ecologists, Volgograd State Agrarian University

**E.V. Kalmykova**, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, VNIIOZ

**N.Yu. Petrov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering, Volgograd State Agrarian University

**4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics**

**N.N. Dubenok**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Forestry and Land Management of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev

**I.P. Kruzhilin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher, VNIIOZ

**A.P. Likhatchevich**, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Foreign Member of the RASciences, Chief Researcher of the Republican Unitary Enterprise «Institute of Reclamation»

**A.E. Novikov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the VNIIOZ, Head of the Department of Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, Volgograd State Technical University

**A.S. Ovchinnikov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Head of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Management, Volgograd State Agrarian University

**S.Ya. Semenenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, VNIIOZ

**V.P. Yakushev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RASciences, Head of the Department of Modeling of Adaptive Agricultural Technologies AFI

**4.1.6. Silviculture, silviculture, forest plantations, agroforestry, landscaping, forest pyrology and taxation**

**K.N. Kulik**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the RAS,

Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Federal Scientific Center of Agroecology of the RAS

**V.V. Tanyukevich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of NIMI Donskoy State Agrarian University

**V.G. Yuferev**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Federal Scientific Center of Agroecology of the RAS

**4.2. Zootechnics and veterinary medicine****4.2.4. Private animal husbandry, feeding, feed preparation and livestock production technologies**

**D.K. Kulik**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, VNIIOZ

**M.I. Slozhenkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS, Director of the State Scientific Institution NIIMMMP, Professor of the Department of Food Production Technologies, VolgSTU

**M.V. Frolova**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, VNIIOZ

**4.3. Agroengineering and food technology****4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex**

**A.E. Novikov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the VNIIOZ, Head of the Department of Processes and Apparatus for Chemical and Food Production, VolgSTU

**S.D. Fomin**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems, Volgograd State Agrarian University

**A.N. Tseplyaev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Leading Researcher, VNIIOZ

**4.3.3. Food systems**

**M.I. Slozhenkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the RAS, Director of the State Scientific Institution NIIMMMP, Professor of the Department of Food Production Technologies, VolgSTU

**V.N. Khranova**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Production Technologies, VolgSTU



### Виктор Васильевич МЕЛИХОВ

*доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, академик Международной академии экологии и природопользования, академик Академии проблем водохозяйственных наук, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия*



Участок гибридизации Поволжского филиала ВНИИОЗ



## Отечественная основа урожая

**Д**аже в условиях экономических санкций наблюдается рост экспорта российского агропрома. Однако с позиции Доктрины продовольственной безопасности РФ Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы в сфере отечественных селекций и семеноводства сельскохозяйственных культур по ряду импортозависимых направлений, в частности, по картофелю, сахарной свёкле, кукурузе, масличным культурам (соя, подсолнечник, рапс) реализована не в полной мере – по обеспеченности отечественными семенами основных сельскохозяйственных культур необходимо достичь уровня 75 %. В этой связи государством поставлена задача в течение двух ближайших лет обеспечить продовольственную безопасность страны, полностью закрыв потребность в элитных семенах по всем основным сельскохозяйственным культурам.

По данным Минсельхоза, в настоящее время самая высокая зависимость российского агропроизводства наблюдается от импорта семян сахарной свёклы – почти 97%, под-

солнечника – около 73 %, картофеля – 65 %, кукурузы – 55 %.

Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы предусмотрены к реализации шесть подпрограмм по селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур. Из них фактически исполняются пока только две – по селекции и семеноводству картофеля и сахарной свёклы, где уже достигнуты определённые результаты. Так, за последние годы отечественные селекционеры вывели 29 новых сортов картофеля, и планируется, что в 2023–2024 годах страна будет полностью обеспечена элитными семенами картофеля российской селекции. Успешно решается вопрос насыщения внутреннего рынка и семенами сахарной свёклы – по данным Департамента координации

деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России, в стране произведено 268 тыс. посевных единиц этой овощной культуры (26 % потребности рынка семян), к 2025 году отечественные селекционеры полностью закроют потребность РФ в семенах сахарной свёклы. Остальные подпрограммы находятся в различных стадиях подготовки и согласования, плановый срок их реализации – 2023–2024 годы. По словам главы Минсельхоза Дмитрия Патрушева, со следующего года должна начать работу подпрограмма по селекции и семеноводу зерновых, также разрабатывается подпрограмма по кукурузе.

В настоящее время в России ведут исследования в области селекции и семеноводства основных сельскохозяйственных культур 38 феде-



*Общий объём господдержки селекционных центров до 2024 года составит 3,7 миллиарда рублей*





ральных научных центров: зерновых и зернобобовых – 11, масличных – 7, картофеля – 4, плодово-ягодных, включая виноград – 4, кормовых культур – 3, овощных – 3; риса – 2, технических культур – 2, сахарной свёклы – тоже 2.

По словам заместителя главы Совета безопасности России Дмитрия Медведева, проводимые селекционными центрами исследования направлены на создание отечественного конкурентоспособного селекционно-генетического материала для наращивания отечественного производства критически важной сельхозпродукции, что необходимо для обеспечения продовольственной безопасности России. Общий объём господдержки на выполнение этой работы до 2024 года составит 3,7 млрд руб.

Действие Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства продлено до 2030 года. И государством предусмотрены меры поддержки её успешной реализации. Так, как сообщил Дмитрий Патрушев, с 2023 года Минсельхоз будет интенсивнее стимулировать инвестиционную активность для создания селекционно-семеноводческих центров: доля возмещения капзатрат на строительство и модернизацию таких объектов увеличится с 20 до 50 %. Министерством науки и высшего образования РФ к 2023 году на закупку специализированной селекционной техники из бюджета будет выделено около 5 млрд рублей. Также Минобрнауки совместно с Минсельхозом России в рамках федерального проекта «Аграрная наука – шаг в будущее» планирует создать не менее пяти агробиотехнопарков и селекционных школ. Всего на развитие аграрной науки до 2030 года будет выделено 6,2 миллиарда рублей.

Как отметил глава Минсельхоза Дмитрий Патрушев, рассуждая о выполнении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства, важно сконцентрироваться на создании новых сортов, которые будут отличаться высоким качеством, хорошей урожайностью, а также устойчивостью к существующим негативным факторам. Для аридной территории России, где сосредоточено 80 % пашни, даже при условии использования сельхозтоваропроизводителями различных инновационных разработок, которые в определённой степени нейтрализуют неблагоприятные климатические условия, это

возможно только при применении орошения, поскольку неустойчивое увлажнение сельскохозяйственных земель, расположенных на этой территории, является главной причиной нестабильного производства растениеводческой продукции.

Анализ статистики роста доли неблагоприятных погодных факторов (переувлажнение, засуха, ранние осенние или поздние весенние заморозки), фиксируемых Агрофизическим институтом, с течением времени показывает негативную динамику. Так, в период с 1920 по 1940 год примерно 17 % погодных факторов относилось к неблагоприятным, с 1940 по 1960 год их было 22 %, с 1960 по 2000 год – 45 %, а в настоящее время их доля доходит до 70 %. В этой связи необходимость в развитии оросительной мелиорации приобретает ещё большее значение.

Орошению в обеспечении стабильного производства сельскохозяйственной продукции и его развития принадлежит ведущая роль в мировом масштабе. При прочих равных условиях относительный рост продуктивности сельскохозяйственных угодий в результате орошения для большинства районов мира значительно выше, чем от проведения других видов мелиорации. Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес орошаемых земель (19 %) в общем балансе пахотных земель, используемых в сельском хозяйстве, продукция с таких площадей составляет в настоящее время около 50 % от всей продукции растениеводства земного шара.

Хорошо известно, что до начала XX столетия орошение развивалось преимущественно в пустынных и полупустынных районах и в тропических странах, где земледелие невозможно без улучшения водного режима почв. В последние годы для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий и стабилизации производства продукции растениеводства оросительные мелиорации стали проводиться и в районах с довольно значительным количеством осадков. Так, по данным Международной комиссии по ирригации и дренажу, орошение в настоящее время распространено более чем в 140 государствах, включая большинство стран умеренного климата, в том числе Англию, Францию, Нидерланды, Германию, Австрию, Исландию, Канаду, США и другие. Таким образом, оросительная мелиорация охватила почти все районы земного шара, где ведётся земледелие.

Устойчивое земледелие (в смысле продуктивного долголетия) ориентировано на оптимальное использование природных ресурсов сельскохозяйственными культурами и предусматривает углубление интеграции экологии, растениеводства, животноводства и экономики. Стратегия устойчивого земледелия и организация агроландшафтов должны включать, в том числе комбинированное использование орошаемых и неполивных земель, развитие биомелиорации посредством создания различных форм растений, мероприятия по охране биологического разнообразия.

Переход к устойчивому развитию сельского хозяйства с выполнением требований сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в интересах настоящего и будущего поколений решением конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро ещё в 1992 году определён в качестве главного направления научной и производственной деятельности человечества.

В значительной степени устойчивость и рентабельность производства сельскохозяйственной продукции, конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства и, как следствие, продовольственная безопасность России будут зависеть от того, насколько успешно удастся адаптировать сельскохозяйственные производственные системы к экстремальным климатическим явлениям и обеспечить нейтрализацию возникающих под их влиянием рисков.

Последние годы в РФ особое внимание уделяется вводу в эксплуатацию новых орошаемых земель. На них в первоочередном порядке следует размещать высокорентабельные культуры – рис, сою, кукурузу, картофель, а также овощи. Целесообразно и семеноводческие посевы размещать на орошаемых угодьях.

#### **В.В. МЕЛИХОВ,**

*доктор сельскохозяйственных наук,  
член-корреспондент Российской  
академии наук, академик  
Международной академии экологии  
и природопользования, академик  
Академии проблем  
водохозяйственных наук,  
заслуженный работник сельского  
хозяйства РФ, научный  
руководитель Всероссийского  
научно-исследовательского  
института орошаемого  
земледелия*



**Денис Иванович  
ВАСИЛЮК**

младший научный  
сотрудник сектора  
моделирования технологий  
орошения ФГБНУ  
«Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
орошаемого земледелия»



Участники конференции



## Картофель с российской маркой

**К**артофель в России издавна и по праву считают вторым хлебом. Он остаётся одним из основных продуктов питания человека, кормом для сельскохозяйственных животных, ценным сырьём для переработки: из него получают крахмал, спирт, декстрин и даже синтетический каучук! Картофель наряду с пшеницей, рисом, кукурузой лидирует по объёму посевных площадей.

Ввиду высоких затрат на межрегиональные перевозки, а картофель должен оставаться одним из самых доступных продуктов питания, его производство целесообразно размещать в местах потребления. В жарких и засушливых условиях Нижнего Поволжья эту культуру выращивают при искусственном орошении. Учёными разработаны адаптивные технологии возделывания картофеля, но сортообновление базируется на привозном семенном материале.

В Российской Федерации сложились несколько селекционных центров по картофелю, в числе которых и Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха, который ве-

дёт свою историю с 1918 года. Тогда Правительство России и Центральный союз картофельной кооперации крестьянских хозяйств «Союзкартофель», учитывая значение селекции в улучшении состояния картофелеводства, предложили специалистам Петровской земледельческой и лесной академии (ныне МСХА им. К.А. Тимирязева) организовать в стране селекцию и семеноводство картофеля. Работы одновременно были начаты на Бутылицком (Владимирская губерния), Костромском (Костромская губерния) и Песчано-картофельном (недалеко от Москвы) опытных полях. В 1920 г. работы по селекции было решено сосредоточить под Москвой в Коренево, где была организована селекционная станция.

Из-за ограничений, связанных с COVID-19, посвященная этому событию научно-практическая конференция «Селекция и оригинальное семеноводство: теория, методология, практика» была проведена только 12–14 июля 2022 г. В её работе приняли участие более 100 учёных и практиков из России и Белоруссии.

В рамках пленарного заседания конференции прозвучали доклады:

– Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля в России (С.В. Жевора, д.с.-х.н., профессор РАН, директор ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»);

– Научное обеспечение картофелеводства в Республике Беларусь (В.Л. Маханько, к.с.-х.н., генеральный дирек-



*ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха сотрудничает с более чем 20 селекционными учреждениями страны, в том числе с ВНИИОЗ, по адаптации селекционного материала к местным климатическим условиям*





На опытном поле



тор РУП НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству);

- ФНТП как модель эффективного взаимодействия науки и аграрного бизнеса в условиях импортозамещения (М.В. Скрынникова, к.г.н., руководитель Дирекции Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства);

- Селекция и оригинальное семеноводство картофеля в СФНЦА РАН (К.С. Голохваст, д.б.н., профессор РАН, директор СФНЦА РАН);

- Молекулярная паспортизация и криоконсервация отечественных сортов картофеля для реализации целей КПНИ и развития картофелеводства в РФ (Т.А. Гавриленко, доктор биологических наук, профессор, ВИР).

Во время работы конференции на опытном поле ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха была проведена полевая демонстрация более 30 сортов различных сроков созревания. ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха является участником Подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в РФ». Отдельным направлением селекции Центра стало выведение картофеля с заданными свойствами, а именно, картофеля с низким гликемическим индексом – картофель с цветной мякотью. Такой может использоваться в создании персонализированного питания более широких групп населения, например для диабетического питания.

Во время конференции состоялось координационное совещание по реализации подпрограммы «Развитие селек-

ции и семеноводства картофеля в Российской Федерации», в ходе которого представители ведущих сельхозтоваропроизводителей страны поделились своим видением перспектив развития отечественного сельскохозяйственного производства в условиях нарастающего санкционного давления.

Сейчас в Центре сформирован и поддерживается уникальный генофонд картофеля, включающий образцы диких и культурных видов, сложные межвидовые гибриды и сорта различного происхождения для использования в селекции новых высокопродуктив-

ных сортов. В данном направлении изучен широкий круг вопросов, от выделения и привлечения новых генетических источников, анализа наследования признаков, межвидовой гибридизации до сравнительного изучения вариантов беккроссирования и выведения новых сортов картофеля.

В рамках разработанной селекционерами института технологии селекционного процесса картофеля на основе параллельной проработки идентичных гибридных популяций в различных агроэкологических зонах с целью создания сортов, адаптированных к местным климатическим условиям, институт сотрудничает с более чем 20 селекционными учреждениями страны, в т. ч. с ВНИИОЗ, снабжая их гибридными семенами и одноклубными гибридами. Это позволяет шире проводить пространственную оценку селекционного материала в целях более рационального использования генетической изменчивости и влияния местных биотических и абиотических факторов среды при создании сортов с зональной устойчивостью.

**А.А. НОВИКОВ,**  
заместитель директора  
по научной работе  
и инновационному развитию  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

**Д.И. ВАСИЛЮК,**  
младший научный сотрудник сектора  
моделирования технологий орошения  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

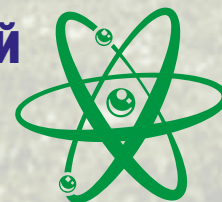


Каждый сорт интересен





**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ –  
НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР АГРОБИЗНЕСА**



**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
орошаемого земледелия» (ФГБНУ ВНИИОЗ)**

**информирует о возможности трудоустройства** молодых ученых,  
исследователей, а также выпускников высших учебных заведений  
на конкурсной основе **по направлениям:**

● **Агрохимия и агропочвоведение**

(профили: Агрохимия и агропочвоведение, Агроэкология, Почвоведение)

● **Агрономия** (профили: Агрономия, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Инновационное растениеводство, Бионанотехнологии в генетике и селекции, Интенсивное овощеводство защищенного грунта)

● **Гидромелиорация**

● **Специалист по IT- технологиям в агропромышленном комплексе**

**Мы предлагаем:**

- работу в команде под руководством известных ученых
- опытную базу для проведения научных исследований, в том числе для подготовки диссертационных работ
- достойную зарплату (уровень заработной платы в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2012 г. №597)
- карьерный рост
- условия для повышения профессиональной компетенции
- возможность приобретения собственного жилья (получение жилищного сертификата в соответствии с Приказом Минобрнауки от 03.12.2018 г. №69 н)

**400002, Россия, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9**

**8 (8442) 60-24-33**

**[vniioz.ru](http://vniioz.ru)**

# ИННОВАЦИОННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА ПРИВОЛЖСКОГО И ЮЖНОГО РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## INNOVATIVE BIOTECHNOLOGY IN SOLVING PROBLEMS OF POND FISH FARMING IN THE VOLGA AND SOUTHERN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

**М.К. Тихонова**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**М.В. Фролова**, кандидат биологических наук,  
**М.В. Московец**,  
**А.Ю. Торопов**

**M.K. Tikhonova**, Candidate of Agricultural Sciences,  
**M.V. Frolova**, Candidate of Biological Sciences,  
**M.V. Moskovets**,  
**A.Y. Toropov**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

All-Russian research institute of irrigated agriculture

В статье рассматриваются вопросы развития прудового рыбоводства и возможные перспективы увеличения рыбопродуктивности на примере влияния микроводоросли хлореллы при выращивании толстолобика. Основным фактором сдерживания развития рыбоводства в хозяйствах являются качество воды в прудах и кормовая база. Особенно в южных регионах Российской Федерации на качество воды в водоёмах оказывают негативное влияние сине-зелёные водоросли в разгар их «цветения», которые поглощают кислород и выделяют углекислый газ. Так как кислородный режим прудов является основным показателем результата жизнедеятельности населяющих водоёмы гидробионтов, то основным источником поступления кислорода в воду является процесс фотосинтеза водорослей. Для увеличения состава кислорода в пруду в нашей работе использовалась микроводоросль – *Chlorella vulgaris* штамм ИФР № С-111. Этот штамм хлореллы ещё характеризуется содержанием больших наборов всех незаменимых аминокислот и питательных веществ, таких как белок, углеводы, липиды, минеральные вещества, микро- и макроэлементы. При вселении в водоём хлореллы улучшается гидрохимический состав воды, увеличиваются содержание растворённого кислорода и кормовая база гидробионтов. Толстолобик растёт очень быстро, особенно в водоёмах южных регионов. Он является хорошим биологическим мелиоратором прудов и может выращиваться в поликультуре, что повышает выход товарной продукции и прибыльность рыбоводного пруда. Пёстрый толстолобик не только относится к растительноядным рыбам, но он использует в пищу как фитопланктон, так и зоопланктон. Авторами указываются результаты проведённого эксперимента по вселению в опытный пруд хлореллы в сравнении с контрольным, где не было вселения. Особое внимание уделено влиянию хлореллы на гидрохимический состав воды в водоёме и рыбопродуктивные качества пёстрого толстолобика.

The article discusses the development of pond fish farming and possible prospects for increasing fish productivity on the example of the influence of chlorella microalgae in the cultivation of silver carp. The main factor hindering the development of fish farming on farms is the quality of water in ponds and the food supply. Especially in the southern regions of the Russian Federation, the quality of water in reservoirs is negatively affected by blue-green algae in the midst of their «bloom», which absorb oxygen and release carbon dioxide. Since the oxygen regime of ponds is the main indicator of the result of the vital activity of the hydrobionts inhabiting the reservoirs, the main source of oxygen in the water is the process of photosynthesis of algae. To increase the composition of oxygen in the pond, we used a microalgae – *Chlorella vulgaris* strain IGF No. C-111. This strain of chlorella is also characterized by the content of large sets of all essential amino acids and nutrients, such as protein, carbohydrates, lipids, minerals, micro and macro elements. When chlorella is introduced into the reservoir, the hydrochemical composition of water improves, the content of dissolved oxygen and the food base of hydrobionts increase. The silver carp grows very quickly, especially in the reservoirs of the southern regions. It is a good biological pond reclamator and can be grown in polyculture, which increases the yield of marketable products and the profitability of the fish pond. The bighead carp is not only a herbivorous fish, but it eats both phytoplankton and zooplankton. The authors indicate the results of the experiment on the introduction of chlorella into the experimental pond in comparison with the control, where there was no introduction. Particular attention is paid to the effect of chlorella on the hydrochemical composition of the water in the reservoir and the fish-productive qualities of the bighead carp.

**Ключевые слова:** аквакультура, микроводоросль, фитопланктон, зоопланктон, пестрый толстолобик, рыбопродуктивность, гидрохимические показатели, качество воды.

**Key words:** aquaculture, microalgae, phytoplankton, zooplankton, variegated silver carp, fish productivity, hydrochemical indicators, water quality.

**Введение.** В сфере развития рыбохозяйственного комплекса РФ и укрепления продовольственной безопасности страны определены основные направления. Одним из них является прудовое рыбоводство, приоритетной задачей которого должно стать обеспечение динамичного роста национальной экономики, устойчивое социально-экономическое развитие [14]. Реализация программы позволит обеспечить население страны экологически безопасной рыбной продукцией и значительно снизить зависимость от импорта. Прудовое рыбоводство РФ базируется на выращивании рыб по интенсивным технологиям и снабжении населения живой рыбой. Причина, влияющая на экономическую эффективность рыбоводных хозяйств, это их общая рыбопродуктивность, величина которой не постоянна и зависит от степени воздействия человека на факторы роста рыбы с учётом природных условий и экологического состояния водоёма [12]. В результате антропогенной нагрузки на водоём, а также замедленного водообмена происходит аккумуляция биогенных элементов. Это приводит к ухудшению газового и гидрохимического режимов и определяет уязвимость экосистемы к изменению факторов внешней среды [3].

Одним из критериев эвтрофирования водных объектов является «цветение» воды и выход на доминирующее положение в фитопланктонном сообществе одного или нескольких наиболее приспособленных видов водорослей, в подавляющем большинстве случаев цианобактерий [4]. При массовом разрастании и увеличении концентрации биомассы водорослей до 100 мг/л сухого вещества и более падает кислородная продуктивность клеток, усиливаются процессы разложения, идущие с поглощением кислорода. В среде накапливаются органические вещества в результате распада клеток, в том числе и токсины [2]. Выделяемые экзогенные вещества оказывают как прямое, так и косвенное влияние на гидробионты, тем самым влияя на устойчивость экосистемы. По трофическим цепям токсичные вещества могут попадать в организмы животных и способствовать сокращению рыбных запасов. Известны случаи гибели сельскохозяйственных и до-

машних животных, а также заболевания людей, употреблявших рыбу из цветущих водоёмов [2]. Причиной высокой трофности водоёмов является типичное развитие синезелёных водорослей, с последующим отмиранием избыточной биомассы. В ходе увеличения трофического статуса водоёма тенденцию к доминированию начинают приобретать отдельные виды синезелёных водорослей [12]. Объясняется данный феномен следующими причинами:

а) максимальная биомасса достигается при низких соотношениях азота к фосфору;

б) меньшими потребностями содержания растворённого в воде диоксида углерода в сравнении с другими водорослями;

в) способностью синтезировать вещества, ингибирующие рост других водорослей и зоопланктона;

г) синезелёные водоросли имеют более крупный размер клетки и поэтому не могут вовлекаться в пищевые цепочки;

д) улучшением «парения» в толще воды, за счёт образования вакуолей в клетках, для газа, выделяемого в результате ферментативных процессов [1].

В подавляющем большинстве случаев на доминирующее положение в альгоценозах выходят представители синезелёных водорослей – *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, которые интенсивно поглощают из воды органический углерод (до 1,75 мг/л) [6]. Одной из вероятных причин развития синезелёных водорослей является рост концентраций азота и фосфора, замедленный водообмен и хорошая прогреваемость водной толщи [14]. При минимальном световом режиме и наличии в среде органических веществ они используют и их в качестве дополнительных источников энергии. Благодаря смешанному (миксотрофному) питанию они обгоняют в своём развитии диатомовые протококковые водоросли [14]. В природе бурное «цветение» отражает характер протекания внутри водоёмных процессов, которые приводят к негативной тенденции смещения кислотно-основного равновесия воды в щелочную сторону [5]. Химическая природа возможной загрязняющей среды от соотношений концентраций по-

тенциальных загрязнителей пруда, а также от содержания  $\text{CO}_2$ , поступающего в водоём из атмосферы и образующегося в результате деструкции молекул легко окисляемых органических загрязнений [7]. Количеством содержания их в водоёме является показатель биологического потребления кислорода (БПК), которое связано с зональными климатическими условиями, а также с антропогенным воздействием на водный объект. Одним из нежелательных факторов, влияющих на естественную продуктивность пруда, является экзогенная эвтрофикация, которая токсична на определённой стадии развития клетки разрушения [13]. В исследованиях А.А. Сиренко и соавторов наибольшая токсичность отмечена у природных популяций синезелёных водорослей в образцах с жизнеспособными клетками, но при наличии признаков отмирания. Кроме того, авторами отмечена высокая экологическая и токсикологическая значимость альготоксинов для животных и рыб, по химической природе токсины синезелёных водорослей представляют собой сложный комплекс аминокислот [8]. Для борьбы с токсинами учёными разработана инновационная биотехнология с использованием высокопродуктивных микроводорослей, которые эффективны, экологически безопасны, при их использовании возможно получать экологически чистые продукты питания без содержания нитратов и пестицидов [10]. К таким водорослям можно отнести представителя микроскопических водных растений из зелёных протококковых водорослей – *Chlorella vulgaris*. Эта микроскопическая водоросль считается долгожительницей нашей планеты, её существование измеряется более чем двумя миллиардами лет. Только благодаря уникальной клеточной структуре хлореллы удалось пережить большую часть всей флоры и фауны Земли [9]. Учёные многих стран стали изучать эти водоросли в целях использования их в различных сферах биологии. Это обусловливается тем, что они оказались очень удобными объектами для решения ряда общебиологических проблем и некоторых задач практического характера. За рубежом в развитых странах стали производить микроводоросль хлореллу

Таблица 1 – Содержание аминокислот в хлорелле и некоторых других кормах

Корма	Лизин	Метионин	Триптофан	Аргинин	Гистидин	Лейцин	Фенилаланин	Треонин	Валин
Хлорелла	51,5	9,7	12,4	61,0	14,6	70,8	29,4	26,9	39,1
Мука травяная	10,1	2,0	3,1	8,3	4,7	18,8	6,2	8,2	8,2
Зерно гороха	13,4	2,6	1,1	14,2	7,1	20,5	9,5	8,4	8,6
Жмых подсолнечника	24,3	7,6	-	18,3	-	42,4	9,2	19,4	12,0

в промышленных масштабах, выход продукции составлял около трехсот тысяч тонн в год, а в США создан центр, который ежегодно производит 30 тонн сухой водорослевой биомассы. Многие исследования в отрасли микроводорослей внедряются в сельскохозяйственное, промышленное производство, в рыбоводстве и медицине. Биохимический состав хлореллы разнообразен, её белок идентичен белку хлоропластов, который содержится в листьях высших растений. К примеру: белка содержится в хлорелле больше, чем в сое, пшенице и некоторых других растениях. В суспензии хлореллы содержатся витамины, 62 % протеина, 30 % углеводов, 5 % жира, 3 % минеральных солей и все незаменимые аминокислоты (таблица 1) [15].

По содержанию каротина водоросли превосходят все растительные корма (таблица 2), в них много токоферола, рибофлавина и никотиновой кислоты, тиамина, пиридоксина, практически не уступают по их содержанию таким сельскохозяйственным культурам, как кукуруза, ячмень, овёс. Из литературных источников известно, что витамины В<sub>12</sub> и Д в зелёных растениях не синтезируются, однако эти витамины в биомассе хлореллы обнаружены в значительном количестве [16].

В биомассе зелёных протококковых микроводорослей, к которым относится хлорелла, обнаружены жирные кислоты, обладающие антибиотической активностью. Антибиотическим действием характеризуется выделенная из фракций жирных кислот липидов *Scenedesmus obliquus* – УА-2-6-4, 7, 10, 13 гексадекатетраеновая кислота. Она особенно активна по отношению к дрожжам и грамположительным бактериям [14]. Особенно большую роль в рыбоводстве играет штамм хлореллы, малые размеры клеток которого составляют 6-9 мкм, их формы округлые и овальные и являются вполне доступным кормом для зоопланктона и личинок беспозвоночных [15]. Положительным фактором развития хлореллы является и то, что она снижает активность синезелёных водорослей, в результате чего за счёт структурных изменений фитопланктоценозов улучшается кормовая база беспозвоночных и рыб. В водоёме происходит увеличение биомассы зоопланктона, наиболее потребляемого звена, и, как следствие – улучшение условий нагула молоди рыб и рыб-планктофагов, снижение вероятности появления локальных заморных зон в водоёме [18].

**Результаты и обсуждение.** Учёные ФГБНУ ВНИИОЗ в течение многих лет проводят исследования и внедрение в производство микроводоросли – хлореллы для животноводства и рыбководства, результаты докладываются на конференциях, семинарах, выставках. Так, совместная работа с рыборазводными хозяйствами Волгоградской, Астраханской, Ростовской, Саратовской областей, Краснодарского и Ставропольского краёв позволила разработать инновационную биотехнологию с использованием микроводоросли хлореллы, при наименьших затратах реально увеличивать поголовье рыбной молоди, выживаемость мальков, прирост живой массы рыбы, темпы роста. Практика культивирования и вселения хлореллы в пруды вызвала большой интерес у специалистов рыборазводных хозяйств, так как при разработанной специалистами ФГБНУ ВНИИОЗ биотехнологии возможно производить необходимое количество хлореллы непосредственно на местах её вселения при естественном освещении без дополнительных затрат на электроэнергию и транспортировку. Результаты производственных испытаний применения хлореллы в рыборазводных прудовых хозяйствах Южного региона Российской Федерации приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Витаминный состав хлореллы и некоторых кормов

Корма	В 1 кг содержится				
	каротин (мг)	витамины			
		D (МЕ)	В <sub>1</sub> (мг)	В <sub>2</sub> (мг)	В <sub>12</sub> (мг)
Хлорелла	до 1600	1000	10	300	до 240
Трава пастбищная	50	-	1	2,0	-
Сено клевера	20	до 100	2,5	6,0	-
Травяная мука	180	-	3	10	-
Силос разнотравный	15	до 100	0,6	1,0	до 1,0
Зерно овса	-	-	4,3	0,6	-
Жмых подсолнечника	-	46	7,5	0,5	-

Таблица 3 – Результаты рыбопродуктивности в прудовых хозяйствах

№ п/п	Наименование прудовых хозяйств	Площадь прудов (га)	Увеличение в сравнении с контролем (%)		
			поголовье рыбной молоди	выживаемость мальков	прирост живой массы
Астраханская область					
1.	ООО «ОПЫТ»	430	20	10	18
2.	ИПГКФХ «БАМ»	300	18	12	25
3.	ООО «Надежда 2»	270	15	10	27
4.	ООО «Наш огород»	460	30	15	20
Волгоградская область					
5.	ГУП Медведицкий ЭРЗ	250	10	13	23
6.	ООО «Прибой»	45	5	10	15
7.	ИП глава КФХ Лозина Я.В.	400	10	5	8
Ростовская область					
8.	ООО «ИХТИС»	830	25	-	27
9.	ООО «Семикаракорская рыба»	420	-	14	30
Краснодарский край					
10.	СПК «Шапариевский»	540	19	10	22
11.	СПК «Синюхинский»	445	20	15	24
12.	ИП глава КФХ Шакун Е.А.	10	-	19	-
13.	НПП «Акватория»	250	-	-	23

**Заключение.** Инновационная биотехнология с применением микроводоросли *Chlorella vulgaris* в прудовом рыбоводстве позволила улучшить качество воды в прудах, снизить концентрацию аммония, нитратов и стабилизировать их на безопасном для рыб уровне. Кроме того, хлорелла использовалась в качестве дешёвого корма для ли-

чинок, беспозвоночных и молоди рыб. Особое внимание специалисты обратили на важные свойства хлореллы – повышение иммунитета, стрессоустойчивости рыб, снижение вероятности отравлений и хронических заболеваний, что способствовало получению хороших результатов в сохранности молоди, дало возможность увеличить

рыбопродуктивность. Полученные результаты использования биотехнологии в прудовом рыбоводстве Южного региона дают основание дать рекомендации для рыбозаводных хозяйств по внедрению этой биотехнологии для производства экологически чистой продукции аквакультуры с наименьшими затратами.

#### Библиографический список

1. Абросимова, Н.А. Проблемы современной индустриальной аквакультуры осетровых и пути её решения // Сборник научных трудов АзНИИРХ. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. – 2005. – С. 328–333.
2. Аквакультура России, в период до 2020 года / Федеральная программа. М. 2010. 83 с.
3. Коханов, Ю.Б. Разведение толстолобика в обводнённых котлованах открытого акционерного сельскохозяйственного общества «Луч» на территории Азовского района Ростовской области / Ю.Б. Коханов, В.Л. Кочетов, Б.Г. Вакулов, В.Я. Соколенко [и др.] // Молодой учёный. – 2019. – № 7. – С. 5–9.
4. Медведева, Л.Н. Синергетическая эффективность применения в прудовом предпринимательстве микроводоросли *Chlorella vulgaris* / Л.Н. Медведева, М.В. Московец, А.Ю. Торопов, А.В. Медведев // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 9. – С. 57–62.
5. Медведева, Л.Н. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов / Л.Н. Медведева, М.В. Фролова, М.В. Московец, А.В. Медве-

#### Bibliographic list

1. Abrosimova, N.A. Problems of modern industrial aquaculture of sturgeons and ways to solve it // Collection of scientific works of AzNIIRKh. The main problems of fisheries and the protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. – 2005. – Pp. 328-333.
2. Aquaculture in Russia, in the period up to 2020 / Federal program. M. 2010. 83 p.
3. Kokhanov, Yu.B. Breeding of silver carp in flooded pits of the open joint-stock agricultural company «Luch» in the territory of the Azov district of the Rostov region / Yu.B. Kokhanov, V.L. Kochetov, B.G. Vakulov, V.Ya. Sokolenko [et al.] // Young scientist. – 2019. – No. 7. – Pp. 5–9.
4. Medvedeva, L.N. Synergistic efficiency of the use of microalgae *Chlorella vulgaris* in pond business / L.N. Medvedeva, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov, A.V. Medvedev // Economics of agriculture in Russia. – 2020. – No. 9. – Pp. 57–62.
5. Medvedeva, L.N. The introduction of environmentally friendly technologies is an ecological imperative in the development of regions / L.N. Medvedeva, M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.V. Medvedev // Bulletin of the Volgograd



дев // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2019. – Т. 21. – № 4. – С. 126–140.

6. Мелихов, В.В. Экологическая оценка современной биотехнологии улучшения качества поливной воды для агроландшафта Волго-Донского междуречья / В.В. Мелихов, М.В. Фролова, А.А. Зибаров, М.В. Московец // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 94–101.

7. Новиков, А.Е. Современная биотехнология мелиорации оросительной воды для прецизионного земледелия, способствующая повышению продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Е. Новиков, К.А. Родин, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 1. – С. 11–14.

8. Фролова, М.В. Влияние микроводоросли *Chlorella vulgaris* на качество воды при выращивании раков в пруду / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов, М.И. Филимонов // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 2. – С. 12–15.

9. Фролова, М.В. Влияние кормовой добавки хлореллы на продуктивность веслоноса / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 2 (6). – С. 28–34.

10. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://www.government.europa.eu/aquaculture-4-0/93038/> (дата обращения: 28.08.2020).

11. Digital Platform for Data Driven Aquaculture Farm Management / D. Piplani, D. Singh, K. Srinivasan [и др.] // IndiaHCI'15 2015. – 2015. DOI: 10.1145/2835966.2836277 AquaViewer Monitoring and Control App // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://www.yisi.com/aquaviewerII> (дата обращения: 20.05.2021).

12. Medvedev A.V., Medvedev L.N. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences, 2021, 247, 01050.

13. Melikhov, V.V. Environmental imperative in the use of microalgae / K. Medvedeva, V.V. Melikhov // In the collection: Collection of materials of the IV scientific-practical conference. – 2019. – С. 196–200.

14. Yang J.R., Isabwe H. Lv. [et al.] Disturbance – induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs // Water Res. – 2017. – Т. 120. – С. 52–63.

15. Yang, Z. Nutrient reduction magnifies the impact of extreme weather on cyanobacterial bloom formation in large shallow Lake Taihu (China) / Z. Yang, M. Zhang, X. Shi, F. Kong. [et al.] // Water Research. – 2016. – Oct. 15. – Т. 103. – С. 302–310.

State University. Economy. – 2019. – Vol. 21. – No. 4. – Pp. 126–140.

6. Melikhov, V.V. Ecological assessment of modern biotechnology for improving the quality of irrigation water for the agricultural landscape of the Volga-Don interfluvium / V.V. Melikhov, M.V. Frolova, A.A. Zibarov, M.V. Moskovets // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2019. – No. 3 (55). – Pp. 94–101.

7. Novikov, A.E. Modern biotechnology of irrigation water reclamation for precision agriculture, contributing to an increase in the productivity of agricultural crops / A.E. Novikov, K.A. Rodin, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 1. – Pp. 11–14.

8. Frolova, M.V. Influence of microalgae *Chlorella vulgaris* on water quality when growing crayfish in a pond / M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov, M.I. Filimonov // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 2. – Pp. 12–15.

9. Frolova M.V. Influence of chlorella feed additive on paddlefish productivity / M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov // Agrarian and food innovations. – 2019. – No. 2 (6). – Pp. 28–34.

10. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // Electron. Dan. Access Mode URL: <https://www.government.europa.eu/aquaculture-4-0/93038/> (accessed 28.08.2020).

11. Digital Platform for Data Driven Aquaculture Farm Management / D. Piplani, D. Singh, K. Srinivasan [et al.] // IndiaHCI'15 2015. – 2015. DOI: 10.1145/2835966.2836277 AquaViewer Monitoring and Control App // Electron. Dan. URL access mode: <https://www.yisi.com/aquaviewerII> (Accessed: 05/20/2021).

12. Medvedev A.V., Medvedev L.N. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences, 2021, 247, 01050.

13. Melikhov, V.V. Environmental imperative in the use of microalgae / K. Medvedeva, V.V. Melikhov // In the collection: Collection of materials of the IV scientific-practical conference. – 2019. – Pp. 196–200.

14. Yang J. R., Isabwe H. Lv. [et al.] Disturbance – induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs // Water Res. – 2017. – Vol. 120. – Pp. 52–63.

15. Yang, Z. Nutrient reduction magnifies the impact of extreme weather on cyanobacterial bloom formation in large shallow Lake Taihu (China) / Z. Yang, M. Zhang, X. Shi, F. Kong [et al.] // Water Research. – 2016. – Oct. 15. – Vol. 103. – Pp. 302–310.

#### Дополнительные сведения об авторах:

**Маргарита Константиновна Тихонова**, старший научный сотрудник, [vnioz2009@rambler.ru](mailto:vnioz2009@rambler.ru),

**Мария Викторовна Фролова**, старший научный сотрудник, [mikkinfm@gmail.com](mailto:mikkinfm@gmail.com),

**Мария Васильевна Московец**, старший научный сотрудник, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru),

**Алексей Юрьевич Торопов**, научный сотрудник, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru)

#### Additional information about the authors:

**Margarita Konstantinovna Tikhonova**, Senior Researcher, [vnioz2009@rambler.ru](mailto:vnioz2009@rambler.ru),

**Maria Victorovna Frolova**, Senior Researcher, [mikkinfm@gmail.com](mailto:mikkinfm@gmail.com),

**Maria Vasilevna Moskovets**, Senior Researcher, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru)

**Alexei Yurievich Toropov**, Research Associate, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru)

К 631.671.1;626.80

DOI: 10.35809/2618-8279-2022-2-2

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ НИЖНЕЙ КУБАНИ

## THEORETICAL APPROACHES TO WATER USE OPTIMIZATION OF RICE IRRIGATION SYSTEMS OF THE LOWER KUBAN

**Е.Л. Раткович,****Ю.П. Добрачев,** доктор технических наук,**А.А. Бубер,** кандидат технических наук**E.L. Ratkovich,****Yu.P. Dobrachev,** Doctor of Technology,**A.A. Buber,** Ph.D. in Technology*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва**FSBSI All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow*

В статье описана схема анализа водообеспечения рисовых оросительных систем Калининского филиала ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз». Рассмотрены ирригационные системы, объединённые гидравлической связью в масштабный сельскохозяйственный комплекс по производству риса, который в последние годы сталкивается с острым дефицитом водных ресурсов. Для решения задачи эффективного водообеспечения в интересах производителей риса Нижней Кубани выполнен анализ динамики водного баланса орошаемых земель в поливной сезон на базе производственных данных о водозаборе, распределении поливной воды и орошении посевов риса. В составляющие водного баланса вошли инфильтрационные потери в каналах и рисовых чеках, транспирация и испарение с водной поверхности, дренажный сток и боковой отток на не рисовые поля сельскохозяйственных культур. В расчётах, составляющих водный баланс, использовались динамические модели роста растений и гидравлические расчётные схемы для диффузионных водных потоков. Эффективность транспортировки поливной воды от водозабора до рисовых полей по каналам внутрихозяйственного и межхозяйственного назначения была рассчитана с учётом их конструкции, геометрических параметров и КПД. База данных была сформирована на основе отчётных материалов Управления «Кубаньмелиоводхоз» по водоснабжению рисовых и не рисовых полей, по обводнению рек и водохранилищ; ретроспективных, актуальных и прогнозных гидрометеорологических данных бассейна реки Кубань, карт землепользования, почв и УГВ, спутниковых снимков, цифровых моделей рельефа и топографических карт, взятых из открытых источников. На основании выполненного анализа водного баланса были сделаны оценки эффективности мероприятий по снижению потерь воды, при сохранении благоприятного режима орошения. Выполненные исследования показали возможность изучения динамики гидрологических процессов под влиянием природных и агромелиоративных факторов, детально анализировать водопользование, опираясь на модели и расчётные схемы.

The article describes water supply analysis scheme of rice irrigation systems of the Kalininsky branch of the Kubanmeliovodhoz management department. Irrigation systems that have a hydraulic connection with a large-scale agricultural complex for rice production, which in recent years has been facing an acute shortage of water resources, are considered. To solve the problem of effective water supply in the interests of agricultural rice enterprises of the Lower Kuban, water balance dynamics analysis of irrigated lands in irrigation season performed basing on production data on water withdrawal, irrigation water distribution and rice sowing irrigation. The water balance components included infiltration losses in channels and rice paddy fields, transpiration and evaporation from the water surface, drainage runoff and lateral outflow to non-rice fields of agricultural crops. Dynamic models of plant growth and hydraulic calculation schemes for diffusion water flows were used in the water balance components' calculations. The efficiency of irrigation water transportation from the intake to the rice fields through on-farm and inter-farm channels was calculated considering their design, geometric parameters and efficiency. The database was formed on the basis of reporting materials of the Kubanmeliovodkhoz management department on water supply of rice and non-rice fields, watering of rivers and reservoirs; retrospective, actual and forecast hydrometeorological data of the Kuban River basin, maps of land use, soils and groundwater level, satellite images, digital terrain models and topographic maps taken from open sources. Based on the performed water balance analysis, estimates were made for effectiveness of measures to reduce water losses while maintaining a favorable irrigation regime. The performed researches have shown the possibility of studying the dynamics of hydrological processes under the influence of natural and agro-reclamation factors, to analyze water use in detail, relying on models and calculation schemes.

**Ключевые слова:** Нижняя Кубань, рисовые оросительные системы, дефицит водных ресурсов, управление водными ресурсами.

**Key words:** Lower Kuban, rice irrigation systems, water resources deficit, water resources management.

**Введение.** За длительный период функционирования крупнейшего в стране Нижнекубанского водохозяйственного комплекса эксплуатационные характеристики значительной части его гидротехнических сооружений существенно изменились в сравнении с проектными, а некоторые из них утратили свои управленческие функции. Необходимость учёта текущего технического состояния ГТС обусловлена тем, что они являются главными структурными и функциональными элементами целостной системы мелиоративно-водохозяйственного комплекса, спроектированного с целью обеспечения водными ресурсами 215 тыс. га орошаемых земель. Мелиоративный водохозяйственный комплекс Нижней Кубани включает, кроме Краснодарского, ещё Крюковское, Варнавинское и Шапсугское водохранилища, подпорный Фёдоровский и водораспределительный Тиховский гидроузлы, более 100 функционирующих насосных станций и свыше 550 ГТС, более 3 тыс. км оросительных и сбросных каналов, до 156 тыс. га естественных рыбохозяйственных водоёмов [7].

Оросительные системы и гидротехнические сооружения агрокомплекса Нижней Кубани показаны на рисунке 1.

Краснодарское водохранилище является основным источником орошения и выполняет ещё ряд функций: защита от наводнений, пропуск паводка с расходами до 1200 м<sup>3</sup>/с. Основная функция водохранилища – обеспечить водой 12

рисовых оросительных систем, нужды рыбного хозяйства и навигационные условия судоходства. В результате заиливания ёмкость Краснодарского водохранилища уменьшилась, а величина временного НПУ опустилась ниже проектного на 90 см. Нарушения в техническом состоянии отмечаются и на других водохранилищах, гидроузлах и ГТС, включая насосные станции и водоподводящие и дренажные каналы, что негативно сказывается на водообеспечении рисовых систем. Снижение общего объёма запасённых паводковых вод в водохранилищах, который согласно проектным оценкам позволял ранее избегать дефицита поливной воды в наиболее напряжённое по агрометеорологическим параметрам время, низкий КПД каналов, насосных станций и др. из-за неудовлетворительного технического состояния также являются причиной водного дефицита [10].

За последние годы площадь посевов риса Краснодарского края выросла до 130 тыс. га. Среднее значение урожайности по региону составляет около 7 т/га, при общей водоподаче для орошения риса более 2,5 км<sup>3</sup> [6]. Изменение климата в районе выращивания риса на Кубани, а именно повышение температуры воздуха и уменьшение количества осадков во время вегетационного периода, приводит к увеличению безвозвратного водопотребления. Высокие оросительные нормы риса, достигающие в среднем 20 тыс. м<sup>3</sup>/га и более, дополнительно вызывают дефицит поливной воды.

Актуальное состояние трансформации и деградации эксплуатационных характеристик водохозяйственного комплекса, обусловленное в основном процессами износа инженерных систем и разрушения под влиянием природных и производственных факторов, а также меняющиеся климатические условия невозможно вернуть к прежним временам и проектным параметрам. В сложившейся ситуации одним из продуктивных направлений снижения рисков и ущерба от систематически наблюдающихся дефицитов водных ресурсов является не только очевидное прямое противостояние факторам деградации: ремонт и замена ГТС, снижение рисовых посевных площадей, новые устойчивые к дефициту воды сорта риса, малообъёмные способы полива, но и гибкая система управления распределением и водопользованием. Адаптивные свойства рисового агрокомплекса, как интегральный результат эксплуатационно-производственной деятельности ВХК и водопользователей АПК (сельхозтоваропроизводителей) могут быть достигнуты при условии, что система управления органично объединяет стратегические и тактические цели. Прежде всего – это объединённые единый региональный и локальный уровни мониторинга состояния элементов и распределения ресурса, статические долговременные и оперативные динамические режимы функционирования элементов гидромелиоративных систем.

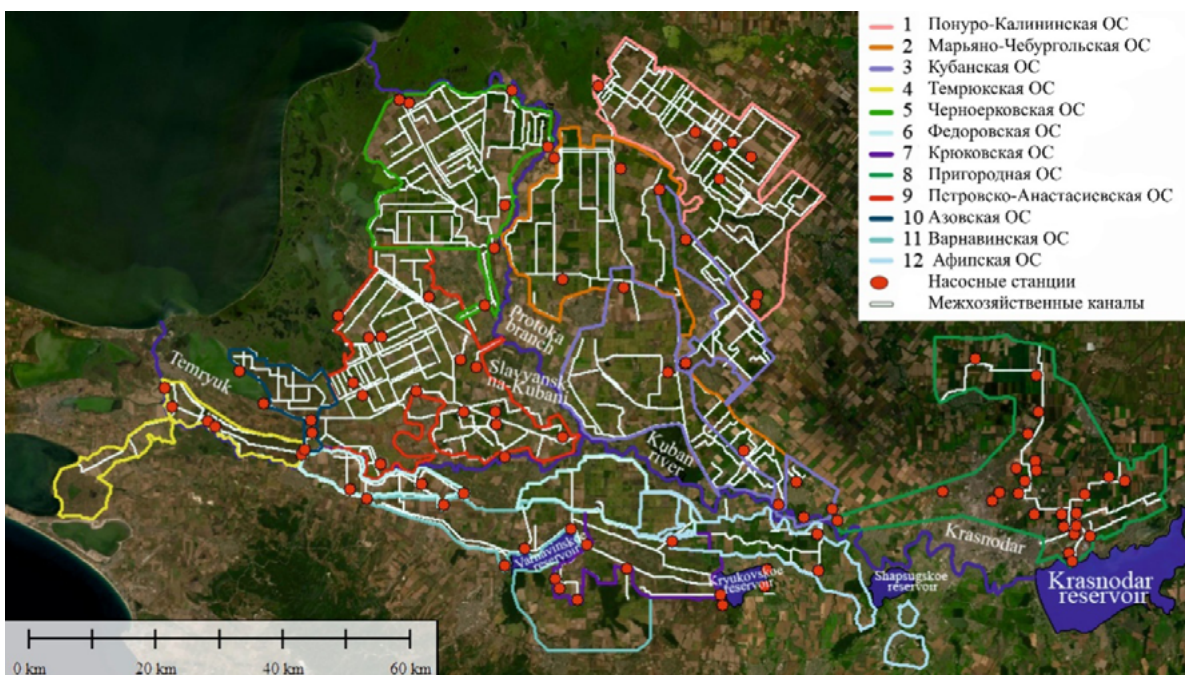


Рисунок 1 – Оросительные системы и гидротехнические сооружения Нижней Кубани

1. Стратегический уровень предполагает осуществление управления водораспределением в оперативном режиме, с использованием гидродинамического моделирования, с учётом требований водопользователей и доступного объёма воды (приток и запас воды) [12].

2. Tактический подход базируется на прогнозных гидрологических и метеорологических моделях с целью достижения оптималь-

ного водопотребления; имитационные модели формирования урожая сельскохозяйственных культур используются для расчёта потребности посевов в поливной воде и прогноза урожайности, с учётом ограничений на водные ресурсы (оперативный режим орошения); модели водного баланса полей оросительной системы служат для составления графиков полива и распределения воды на орошение севооборота внутри хозяйства; многофакторные статистические модели используются для оценки производственных потерь валового урожая в маловодные годы.

Расчёты, периодически выполняемые с использованием этих технологий, позволяют оперативно регулировать снабжение сельскохозяйственных производителей водой для орошения риса в период вегетации путём регионального перераспределения и корректировки водопользования на местах. Анализ результатов, полученных при использовании вышеописанного инструментария для контроля управления водораспределением по завершению вегетационного периода по итогам сбора урожая сельскохозяйственных культур, позволит сформировать на будущий год график водопользования, адаптированный к ожидаемым условиям внешней среды.

Потребность такого анализа возникла в связи с тем, что, с одной стороны, заявки на воду формируются сельскохозяйственными производителями, а их корректировка и реализация осуществляется ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», при этом показателями работы службы эксплуатации являются урожайность риса и валовые сборы со всей территории мелиоративно-водохозяйственного комплекса. С другой стороны, заявки на воду сельхозпроизводителями подаются по принципу «от достигнутого», т. е. чем больше, тем проще осуществлять технологический процесс выращивания, что также создаёт условия увеличения риска дефицита водных ресурсов.

**Материалы и методы.** Для анализа водообеспечения и водопользования рисовых оросительных систем мелиоративного агрокомплекса Кубани на основе водного баланса земель сельхозпроизводителей риса с помощью расчётных схем и компьютерных моделей использовался следующий набор исходных данных:

1. Производственные данные ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» по использованию водных ресурсов (форма 1-ВХ) с информацией по забору воды из бассейна реки Кубань, включая повторное использование, по водоснабжению на орошение рисовых и не рисовых полей, по обводнению рек и водохранилищ, КПД каналов, по посе-

вым площадям риса и других культур, по объёму дренажного стока.

2. Ретроспективные, текущие и прогнозные гидрометеорологические данные бассейна реки Кубань [1].

3. Карты землепользования, почв и УГВ, а также схемы водоснабжения и водоотведения.

4. Снимки со спутников, цифровые модели рельефа и топографические карты.

5. Полевые наблюдения и данные из литературных источников [2, 3, 4, 9].

Кроме того, применялись следующие компьютерные программы и модели:

Модель расчёта гидрометеорологического прогноза приточности реки по стандартным данным Гидрометцентра на расчётный период. Из базы данных выбирается ретроспективный ряд гидрометеоданных со значениями приточности, близкими к текущим значениям и прогнозу Гидрометцентра, которые корректируются нормализующими коэффициентами, а затем используются как модельные для расчёта ежедневных прогнозных значений. Алгоритм формирования метеорологического прогноза аналогичен.

Модели урожайности сельскохозяйственных культур для расчёта точных параметров водного обмена сельскохозяйственных земель [11]. На основе результатов численного моделирования сформированы графики водопотребления для риса, кукурузы, люцерны и пшеницы при орошении и на богарных землях. Испарение с водной поверхности рисовых чеков и водных объектов рассчитывалось по формуле Иванова [5].

Динамика водного баланса структурно неоднородного агроландшафта рассчитывалась с месячным шагом по времени по упрощённой схеме по отдельным элементам и слоям почвогрунтов с использованием традиционных гидрологических методов [8]. Вся рассматриваемая территория сельскохозяйственного ландшафта была разделена на отдельные элементы по категории земель, типу землепользования (орошаемые, богарные) и водным объектам (каналам). Для каждого элемента агроландшафта производились расчёты месячных значений составляющих водного баланса по формуле 1.

$$\Delta S = P + M + \Phi + p - E - D_p - (\bar{\Pi} - \bar{O}) + (\underline{\Pi} - \underline{O}) \quad (1)$$

где  $\Delta S$  – изменение запаса влаги за период ( $S_2 - S_1$ );  $P$  – количество осадков;  $M$  – оросительная норма;  $\Phi$  – фильтрационные потери;  $p$  – водообмен подземных вод;  $E$  – эвапотранспирация;  $D_p$  – дренажный сток;  $(\bar{\Pi} - \bar{O})$  – поверхностная приточность и отток воды;  $(\underline{\Pi} - \underline{O})$  – приточность и отток грунтовых вод.

Метеорологические данные, используемые для расчёта составляющих водного баланса, получены из базы данных и прогнозных расчётов. Водный баланс каждого отдельного элемента агроландшафта корректировался в соответствии с взаимодействием с соседними элементами с использованием оценки боковой приточности грунтовых вод.

Эффективность транспортировки поливной воды от водозабора до рисовых полей по каналам внутрихозяйственного и межхозяйственного назначения была рассчитана с учётом их конструкции, длины и КПД. Кроме того, была проведена оценка КПД каналов с помощью расчёта водного баланса каналов как водного объекта. В водном балансе каналов учитывалось испарение с водной поверхности и растительного покрова откосов, а также фильтрационные потери бокового оттока к соседним элементам ландшафта, примыкающим к каналам. Учитывалось направление движения воды под действием гравитации.

**Результаты и обсуждение.** В качестве тестового участка были выбраны 3 оросительные системы Калининского филиала, общая площадь агроландшафта которого составляет около 150 тыс. га. Рисовые оросительные системы занимают 16 тыс. га, орошаемые земли не рисовых культур имеют площадь более 17 тыс. га, 75 тыс. га приходится на массив богарного земледелия. Общий объём водоподачи на агроландшафт Калининского филиала за 2018 год составил более 500 млн м<sup>3</sup>.

Рисовые чеки филиала, расположенные на территории трёх оросительных систем (Понуро-Калининская, Кубанская и Марьяно-Чебургольская), были разделены на 4 группы, в зависимости от принадлежности к водовыделу. Водоподача из реки Кубань поступает к водовыделу по магистральным каналам. Характеристики водовыделов оросительных систем Калининского филиала по данным 2018 года представлены в таблице 1.

Отвод дренажного стока осуществляется четырьмя насосными станциями в Кирпильский лиман и далее в Азовское море.

Водоёмкость рисовых чеков на начало вегетационного периода оценивалась по рельефу, гидрофизическим параметрам почв разных категорий, уровню грунтовых вод, количеству накопленных за зимний период осадков. Расчётные значения испарения с поверхности рисовых чеков и фильтрация были скорректированы по результатам полевых почасовых наблюдений, проведённых в ходе экспедиции молодых учёных в ООО «Калининское». Осуществлялся мониторинг метеорологических и по-

Таблица 1 – Характеристики водовыделов оросительных систем Калининского филиала

№ п/п	Название ОС	Водовыдел	Площадь посева риса, тыс. га	Объём водоподачи, млн м <sup>3</sup>
1	Понура-Калининская	МПК	7	270
2	Кубанская	А-2	1,5	20
3	Марьяно-Чебургольская	Р-3	2	90
4		Р-4-3	1,3	18

Таблица 2 – Месячные значения основных составляющих водного баланса агроландшафта Калининского филиала, мм

Месяц	P	Qs	Qu	E	N
апрель	360	1022.2	63.4	81.1	391.2
май	2656	737.4	1561.2	133.8	402.5
июнь	2573	740.7	1444.5	178.1	333.3
июль	2386	430.2	1609.0	215.7	356.2
август	2080	129.7	1451.0	145.2	306.7
сентябрь	145	251.4	260.3	27.4	321.7

чвенных параметров с помощью автоматической метеостанции Davis Vantage Pro 2 и станции влажности и температуры почвы Велес-ВП. Карта поверхностных уклонов тестового участка была сформирована по данным SRTM.

Качественная оценка результатов расчётов водного баланса по месяцам вегетации была проведена путём проверки выполнения условий уравнения (2), применённого к агроландшафту, как к замкнутой системе, являющейся частью водосбора. Значения составляющих баланса агроландшафта даны в таблице 2.

$P - Q_s - Q_u - E = N$  (2),  
где P – водозабор + осадки; Q<sub>s</sub> – дренажный сток; Q<sub>u</sub>+E – фильтрация + эвапотранспирация; N – грунтовые воды и почвенный влагозапас.

Высокая корреляция и допустимая вариация невязки выполнения условия равенства свидетельствуют о применимости используемых моделей и расчётных методов, а также корректности отображения гидрологических процессов в границах рассматриваемой территории (рисунок 2). Результаты расчётов водного баланса были использованы для анализа и оценки эффективности управления водными ресурсами в регионе.

Сравнение расчётных и фактических данных по объёму водоподачи за период вегетации приведено в таблице 3.

Невыполнение требований водоподачи отмечается в июле, августе и сентябре, что, согласно нашим расчётам, могло привести к снижению урожайности риса от максимальной на 7 % (5,8 ц/га), а это ниже среднемноголетней величины.

На основании выполненного анализа водного баланса были рассмотрены сценарии мероприятий по снижению потерь воды, при выполнении условий сохранения благоприятного режима орошения. Рассматривались следующие мероприятия: строгое соблюдение уровня воды по фазам вегетации; снижение коэффициента фильтрации

почв; планировка поверхности до величины ±3 см; реконструкция каналов. Наиболее эффективный результат был получен в численных экспериментах при сочетании двух мероприятий: снижение затрат воды на проточность и сброс и реконструкция распределительных каналов межхозяйственной и внутрихозяйственной сетей.

При реализации двух наиболее эффективных мероприятий прогноз сэкономленной филиалами ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» воды за вегетацию может составить около 1 км<sup>3</sup> (около 30 % от общего объёма водозабора из бассейна реки Кубань).

**Заключение.** Водообеспечение рисовых систем в условиях нехватки воды – актуальная крупномасштабная комплексная задача, которая требует совершенствования структуры управления водными ресурсами. Ра-

циональное решение проблемы дефицита воды не может быть получено без использования современных цифровых технологий, методов математического моделирования, мониторинга водных ресурсов и состояния инженерных гидротехнических систем и сельскохозяйственных посевов. Выполненные исследования показали возможность изучения динамики гидрологических процессов под влиянием мелиоративных факторов, детально анализировать водопользование при выращивании риса, опираясь на модели и расчётные схемы. Основные массивы предметной информации, полученные с помощью численных экспериментов, по производственным данным и стандартной гидрометеорологической информации, смогли в первом приближении возместить прямые полевые измерения водных потоков.

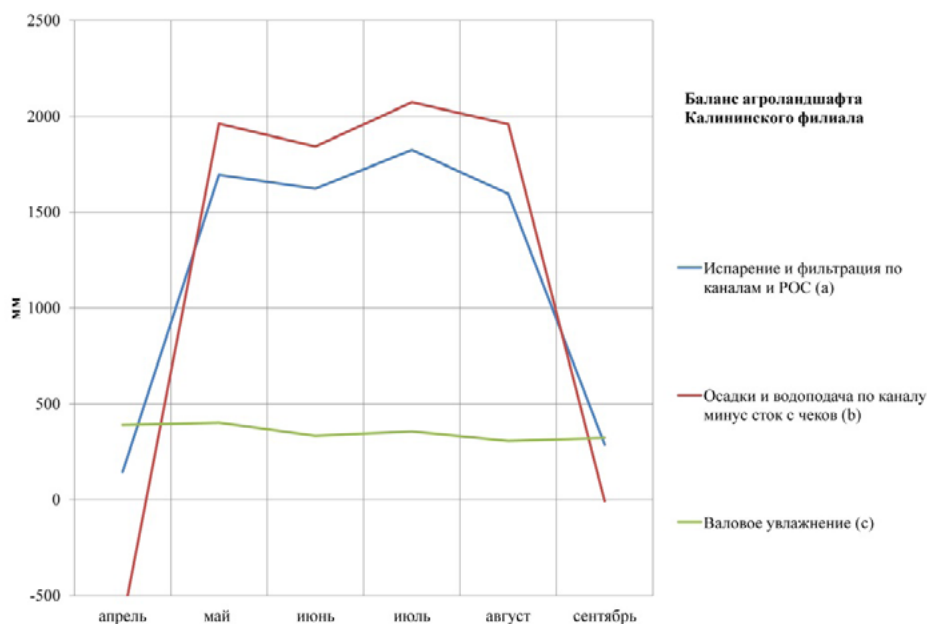


Рисунок 2 – Динамика составляющих водного баланса агроландшафта Калининского филиала за вегетационный период 2018 г.

Таблица 3 – График водоподачи для Калининского филиала на 2018 год

Месяц	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га		Заявка на полив, млн м <sup>3</sup>	Фактическая подача, млн м <sup>3</sup>	Невыполнение заявки по подаче воды
	риса	не рисовых культур			
Май	1200	309	24.6	79.8	
Июнь	4300	444	83.1	101.1	
Июль	5200	457	99.4	72.6	V
Август	5500	841	114.6	112.9	V
Сентябрь	3700	406	65.5	59.1	V
<b>Итого</b>	<b>19900</b>	<b>2457</b>	<b>387.2</b>	<b>425.5</b>	

**Список литературы**

1. Водохозяйственная обстановка в зоне деятельности Кубанского бассейнового водного управления [Электронный ресурс] // URL: [http://www.kbv-fgu.ru/bvu\\_vho](http://www.kbv-fgu.ru/bvu_vho) (дата обращения: 13.06.2022).
2. Дедова, Э.Б. Комплексная мелиорация засоленных почв рисовых полей в Калмыкии / Э.Б. Дедова, Г.Н. Кониева, Б.Г. Пюрбеев, Р.М. Шабанов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – С. 36–38.
3. Дедова, Э.Б. Технология возделывания риса на мелиоративных системах общего назначения при орошении дождеванием / Э.Б. Дедова, В.В. Бородычев, Р.М. Шабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1 (45). – С. 20–29.
4. Зайцев, В.Б. Рисовая оросительная система, 2-е изд., перераб. и доп. // Москва: Колос, 1964, 336 с.
5. Иванов, Н.Н. Об определении величин испаряемости / Известия Всесоюзного Географического общества. – 1954. – № 86 (2). – С. 189–196.
6. Малышева, Н.Н. К вопросу развития мелиорации в степной зоне Краснодарского края / Н.Н. Малышева, С.Н. Якуба, А.Е. Хаджиди // Рисоводство. – 2021. – № 4 (53). – С. 66–73.
7. Малышева, Н.Н. Перспективы развития рисоводства / Н.Н. Малышева, К.Ю. Ковалёва, А.С. Хилько // Заметки учёного. – 2021. – № 9-1. – С. 247–251.
8. Соколова, А.А. Методы расчёта водных балансов. Международное руководство по исследованиям и практике / А.А. Соколова, Т.Г. Чапмена // Гидрометиздат. – 1976. – 117 с.
9. Тулякова, З.Ф. Рекомендации по составлению хозяйственных планов водопользования для рисовых систем / З.Ф. Тулякова, Н.Ф. Чередниченко, Т.И. Шульга // Новочеркасск: ЮЖНИИГиМ, 1981.
10. Удалов, А.А. Оценка воздействия на окружающую среду по теме «Разработка проекта СКОВО бассейна р. Кубань» / А.А. Удалов, В.В. Логинов // Кубаньводпроект. 2010. – С. 80–84.
11. Borodychev V.V., Buber A.A., Dobrachev Yu.P., 2020. Calculation features of evaporation from the agrocoenosis soil surface at drip irrigation and fine dispersion sprinkling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mathematical modeling of technical and economic systems in agriculture II. 012003.
12. Buber, A.L., Bondarik, I.G., Buber, A.A., 2020. Development of approaches to water resources management in the lower Kuban to ensure water user requirements in low-water years. Irrigation and Drainage 69.1: 3–10.

**Bibliographic list**

1. Water management situation in the zone of activity of the Kuban Basin Water Administration [Electronic resource] // URL: [http://www.kbv-fgu.ru/bvu\\_vho](http://www.kbv-fgu.ru/bvu_vho) (date of access: 06/13/2022).
2. Dedova, E.B. Integrated reclamation of saline soils in rice fields in Kalmykia / E.B. Dedova, G.N. Koniev, B.G. Pyurbееv, R.M. Shabanov // Reclamation and water management. – 2015. – Pp. 36–38.
3. Dedova, E.B. Technology of rice cultivation on general purpose reclamation systems with sprinkling irrigation / E.B. Dedova, V.V. Borodychev, R.M. Shabanov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2017. – No. 1 (45). – Pp. 20–29.
4. Zaitsev, V.B. Rice Irrigation System, 2nd ed., rev. and additional // Moscow: Kolos, 1964, 336 p.
5. Ivanov, N.N. On the determination of evaporation values / News of the All-Union Geographical Society. – 1954. – No. 86 (2). – Pp. 189–196.
6. Malysheva, N.N. To the question of the development of melioration in the steppe zone of the Krasnodar Territory / N.N. Malysheva, S.N. Yakub, A.E. Hadjidi // Rice growing. – 2021. – No. 4 (53). – Pp. 66–73.
7. Malysheva, N.N. Prospects for the development of rice growing / N.N. Malysheva, K.Yu. Kovaleva, A.S. Khilko // Notes of a scientist. – 2021. – No. 9-1. – Pp. 247–251.
8. Sokolova, A.A. Methods for calculating water balances. International Guide to Research and Practice / A.A. Sokolova, T.G. Chapman // Gidrometizdat. – 1976. – 117 p.
9. Tulyakova, Z.F. Recommendations for the preparation of economic plans for water use for rice systems / Z.F. Tulyakova, N.F. Cherednichenko, T.I. Shulga // Novocherkassk: YuzhNIIGiM, 1981.
10. Udalov, A.A. Environmental impact assessment on the topic «Scheme for the integrated use and protection of water resources river basin Kuban» / A.A. Udalov, V.V. Loginov // Kubanvodproekt. 2010. – Pp. 80–84.
11. Borodychev V.V., Buber A.A., Dobrachev Yu.P., 2020. Calculation features of evaporation from the agrocoenosis soil surface at drip irrigation and fine dispersion sprinkling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mathematical modeling of technical and economic systems in agriculture II. 012003.
12. Buber, A.L., Bondarik, I.G., Buber, A.A., 2020. Development of approaches to water resources management in the lower Kuban to ensure water user requirements in low-water years. Irrigation and Drainage 69.1: 3–10.

**Дополнительные сведения об авторах:**

**Евгений Львович Раткович**, младший научный сотрудник, [piromantum@gmail.com](mailto:piromantum@gmail.com),

**Юрий Павлович Добрачев**, ведущий научный сотрудник, [dobrachev@yandex.ru](mailto:dobrachev@yandex.ru),

**Алина Александровна Бубер**, старший научный сотрудник, [alina020387@bk.ru](mailto:alina020387@bk.ru)

**Additional information about the authors:**

**Evgeny Lvovich Ratkovich**, junior researcher, [piromantum@gmail.com](mailto:piromantum@gmail.com),

**Yuri Pavlovich Dobrachev**, Leading Researcher, [dobrachev@yandex.ru](mailto:dobrachev@yandex.ru),

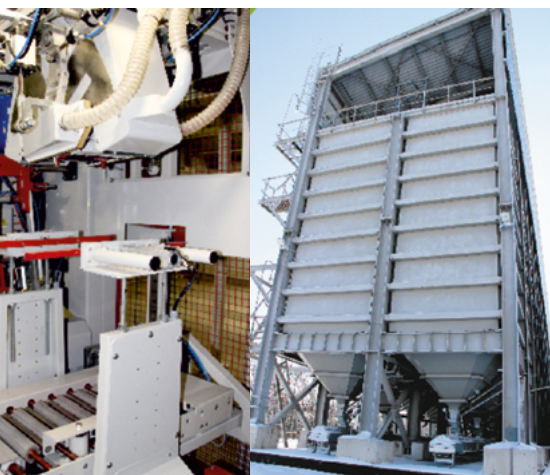
**Alina Alexandrovna Buber**, Senior Researcher, [alina020387@bk.ru](mailto:alina020387@bk.ru)



# отбор

Селекционно-семеноводческий центр

Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, Прохладненский район, с. Комсомольское, Отделение № 1.  
Тел./факс 8(86631) 9-33-16  
www.ssc-otbor.ru  
E-mail: otbor-@mail.ru



ООО ССЦ «Отбор» является лицензиатом сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Семена реализуем напрямую в хозяйства или через региональных представителей и дилеров. И в том и другом случаях цена для конечного потребителя одна и та же.

Доработка семян до посевных качеств производится на современном оборудовании собственного калибровочного завода производительностью 5000 тонн в год.

Семена сопровождаются всеми бухгалтерскими и агрономическими документами, необходимыми для получения федеральных субсидий и субсидий субъекта РФ.

Надеемся на плодотворное сотрудничество с производителями, заинтересованными в получении высокого урожая, и с дилерами, желающими продавать у себя в регионе доброкачественные семена, тем самым поддерживая Отечественного производителя.

Отдел продаж:

+7 967 422-99-52 Андрей

+7 967 424-00-72 Виктория

+7 964 281-09-59 Зухра

8-804-700-44-07



### АЛЕКСЕИЧ

**Зона возделывания:** Центрально-Черноземный и Северо-Кавказский регионы РФ. **Урожайность:** очень высокая, более 130 ц зерна с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** высокие, внесен в реестр «сильных» пшениц. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Год районирования:** 2017. **Главная цель использования:** увеличение валовых сборов зерна за счет высоких урожаев высококачественного зерна.



### ТИМИРЯЗЕВКА 150

**Зона возделывания:** Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский и Нижневолжский регионы РФ. **Урожайность:** высокая, потенциальная урожайность свыше 120 ц зерна с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** высокие, внесен в список сортов «ценных» по качеству зерна. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Год районирования:** 2019. **Главная цель использования:** получение высококачественного зерна для производства хлебопекарных изделий.



### Безостая 100

**Зона возделывания:** Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский и Нижневолжский регионы РФ. **Урожайность:** потенциальная урожайность высокая, выше 100 ц с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** высокие, внесен в реестр «сильных» пшениц. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Год районирования:** 2017. **Главная цель использования:** получение высоких урожаев высококачественного зерна. Имеет стабильно высокую урожайность по колосовому и пропашным предшественникам, включая кукурузу на зерно.



### СОБЕРБАШ

**Зона возделывания:** Центрально-Черноземный и Северо-Кавказский регионы РФ. **Урожайность:** высокая, потенциальная урожайность свыше 110 ц зерна с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** высокие, внесен в список сортов «ценных» по качеству зерна. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Год районирования:** 2019. **Главная цель использования:** получение высококачественного зерна для производства хлебопекарных изделий.



### ГРОМ

**Зона возделывания:** Северо-Кавказский, Центрально-Черноземный и Нижневолжский регионы РФ. **Урожайность:** высокая, потенциал урожайности 120 ц зерна с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** внесен в список сортов «ценных» по качеству зерна. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Главная цель использования:** получение высококачественного зерна для производства хлебопекарных изделий.



### ЮКА

**Зона возделывания:** Северо-Кавказский регион РФ. **Урожайность:** высокая, потенциальная урожайность 110 ц с 1 га. **Мукомольно-хлебопекарные качества:** внесен в список сортов «ценных» по качеству зерна. **Патентообладатель и оригинатор:** ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». **Год районирования:** 2012. **Главная цель использования:** получение высококачественного зерна для производства хлебопекарных изделий.



УДК 631.67:633.853.52

DOI: 10.35809/2618-8279-2022-2-6

# РОСТ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ СОИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

## GROWTH OF YIELD OF SOYBEAN VARIETIES AND THE EFFICIENCY OF FERTILIZER APPLICATION UNDER IRRIGATION

**В.В. Толоконников**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук,  
**Л.В. Вронская**<sup>1,2</sup>, аспирант,  
**С.С. Мухаметханова**<sup>1,2</sup>, магистрант,  
**Г.П. Канцер**<sup>1</sup>

**V.V. Tolokonnikov**<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences,  
**L.V. Vronskaya**<sup>1,2</sup>, postgraduate student,  
**S.S. Mukhametkhanova**<sup>1,2</sup>, undergraduate,  
**G.P. Cancer**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский НИИ орошаемого земледелия»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University

В данной статье представлены результаты многолетних экспериментальных исследований (2019–2021 гг.) по изучению роста урожайности в условиях орошения на применение различных доз удобрений. Цель исследований – выявление отзывчивости сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ с разными сроками созревания на удобренный фон программируемой урожайности: 2,5; 3,5 и 4,5 т/га зерна. Регламент режима орошения составлял 80 % НВ по глубине промачивания почвы, которая достигала 0,4 м в период всходы – ветвление и созревание – полная спелость, в слое 0,6 м при наступлении фаз бутонизации, цветения, роста и налива бобов. Опыты проводили в ФГУП «Орошаемое» ФГБНУ ВНИИОЗ. Изучали сорта разных групп спелости: ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2 (скороспелые) и ВНИИОЗ 31, Волгоградка 3 (среднеспелые), нормы внесения удобрений рассчитывали на уровни урожайности 2,5; 3,5 и 4,5 т/га зерна. Контроль без применения удобрения. Установлена эффективность действия удобрений на программируемую урожайность и выведены отзывчивые на высокоудобренный фон (3,5; 4,5 т/га) сорта. Наибольшую урожайность обеспечивает среднеспелый сорт Волгоградка 3 – 3,89–4,27 т/га и скороспелый Волгоградка 2 – 3,51–3,96 т/га, дающие прирост урожайности на 1 кг внесённых удобрений в действующем веществе 13–18,7 кг/га. Наиболее рентабельно при орошении и удобрении возделывать сорт Волгоградка 3. Стоимость валовой продукции составила 105,6–128,1 тыс. руб./га, производственные затраты – 44,8–51,1 тыс. руб./га, условно-чистый доход – 60,8–77,0 тыс. руб./га, себестоимость зерна – 12,0–12,9 тыс. руб./т, рентабельность производства – 132,5–150,7 %.

This article presents the results of many years of experimental research (2019–2021) on the study of yield growth under irrigation conditions for the use of various doses of fertilizers. The purpose of the research is to identify the responsiveness of soybean varieties bred by the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture with different maturation periods to a fertilized background of programmed yield: 2.5; 3.5 and 4.5 t/ha of grain. Irrigation schedule was 80 % HB according to the depth of soil soaking, which reached 0.4 m in the period of shoots – branching and ripening – full ripeness, in a layer of 0.6 m at the onset of the phases of budding, flowering, growth and filling of beans. The experiments were carried out at the Federal State Unitary Enterprise «Irrigated» of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. Varieties of different ripeness groups were studied: VNIIOZ 86, Volgogradka 2 (early) and VNIIOZ 31, Volgogradka 3 (mid-ripening), fertilizer application rates were calculated for yield levels of 2.5; 3.5 and 4.5 t/ha of grain. Control without the use of fertilizer. The effectiveness of fertilizers on the programmed yield was established and varieties responsive to a highly fertilized background (3.5; 4.5 t/ha) were bred. The highest yield is provided by the mid-ripening variety Volgogradka 3 – 3.89–4.27 t/ha and the early-ripening Volgogradka 2 – 3.51–3.96 t/ha, giving an increase in yield per 1 kg of applied fertilizers in the active substance 13–18.7 kg/ha. It is most profitable to cultivate the Volgogradka 3 variety with irrigation and fertilization. – 60.8–77.0 thousand rubles/ha, the cost of grain – 12.0–12.9 thousand rubles / ton, profitability of production – 132.5–150.7 %.

**Ключевые слова:** соя, орошение, сорта, нормы удобрения, урожайность, структурные элементы продуктивности, показатели фотосинтеза.

**Keywords:** soy, irrigation, varieties, fertilizer rates, yield, structural elements of productivity, photosynthesis indicators.





ФГУП «Орошаемое» ФГБНУ  
ВНИИОЗ, опытный участок сои

**Введение.** Существенное увеличение производства сои в мировом земледелии на площади более 122 млн га и урожайности около 2,8 т/га тесно связано с внедрением более урожайных, чем используемые ранее, сортов и усовершенствованием приёмов агротехники [8, 9, 10]. Российское соепроизводство находится в условиях с менее благоприятными для возделывания этой культуры метеопараметрами, характерными для основных регионов возделывания сои: в Дальневосточном и Центральном – дефицит тепла, в Южном – недостаток природного влагообеспечения. Тем не менее отечественное производство достигает рентабельной урожайности для такой ценной культуры, как соя – 1,6 т/га с уборочной площади 3 млн га [1, 11, 12].

Учитывая, что потребность сои в Российской Федерации для различных отраслей неуклонно возрастает, очень важно, параллельно с увеличением посевных площадей, способствовать ро-

сту средней урожайности. Достижение высокорентабельного производства сои тесно связано с использованием в посевах сортов, селективируемых и внедряемых в регионах с высокой концентрацией товарных посевов.

Особого внимания заслуживает использование сои в посевах с орошением, где получаемые уровни урожая составляют 3,5–5,5 т/га зерна [4, 5, 7]. Сбор высоких урожаев всегда связан с ростом доли затрат на оросительную воду (24,1 %) и агрохимикаты (20,7 %) в сравнении с общими производственными издержками (100 %) [6, 7]. Цель исследований – выявление отзывчивости сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ с различной продолжительностью вегетационного периода на программируемую урожайность от 2,5 до 4,5 т/га, на дозы удобрения в расчёте на выявление высокопродуктивных агрофитоценозов.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводили в ФГУП «Орошаемое» ФГБНУ ВНИИОЗ в 2019–2021 годах с применением орошения. В опытах использовали скороспелые (ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2) и среднеспелые (ВНИИОЗ 31, Волгоградка 3) сорта. Расход удобрений (нитроаммофоска и мочевина) планировали на формирование посевами урожайности: 2,5 т/га, 3,5 т/га и 4,5 т/га. За контроль брали варианты без применения удобрений. Площадь делянок составляла 35 м<sup>2</sup>, в 4-кратной повторности.

Соя, будучи комплексно ценной – высокобелковой и масличной культурой, характеризуется высокой требовательностью к условиям минерального питания [2, 3]. Исследования показали, что в технологии применения удобрения необходимо использовать комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение. С уменьшением показателей естественного плодородия почв должно усиливаться минеральное питание растений. Дозу удобрения необходимо корректировать с учётом отзывчивости используемого сорта на удобренный фон [5, 10].

В Нижнем Поволжье за прошедшие 5–10 лет исследования, связанные с выявлением отзывчивости сортов сои на орошаемый и удобренный фон, практически не выполнялись. Следует отметить, что за этот период времени созданы и внесены в Госсортеестр сорта: ВНИИОЗ 31 (с 2011 года), Волгоградка 2 (с 2020 года) и Волгоградка 3 – перспективный для передачи в Госсортекомиссию в 2022 году сорт. Учитывая это, важно было выявить реакцию новых селекционных достижений на дозы удобрения для ускорения внедрения их в сельскохозяйственное производство.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведения исследований установлено, что эффективность действия удобрения зависит от дозы внесения и продолжительности вегетации сорта. В агрофитоценозах ранних сортов при дозах удобрения, рассчитанного на программируемый урожай 3,4–4,5 т/га зерна, максимальная площадь листовой поверхности составила 64,3–72,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, что выше, чем на контроле – 54,6–62,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Фотосинтетический потенциал достиг 2,3–2,9 млн м<sup>2</sup>\*дней/га, относительно контроля – 2–2,5 млн м<sup>2</sup>\*дней/га. Чистая продуктивность фотосинтеза у растений мало изменялась под действием удобрений. Доля зерна в сухой биомассе увеличивалась у скороспелых сортов до 21,6–22,9 %, значительно превысив контроль (14,7–16,6 %).

Аналогичные показатели фотосинтеза у более поздних сортов также существенно возросли по сравнению с контролем (соответственно 74,7–89,4 тыс. м<sup>2</sup>/га; 2,8–3,4 млн м<sup>2</sup>\*дней/га; 18,2–22,4 %).

Усиление интенсивности фотосинтеза на вариантах улучшенного минерального питания привело к увеличению показателей структуры продуктивности. Ранние сорта характеризовались более высокой массой зёрен растения – 6,5–8,6 г, чем неудобренный агрофитоценоз – 5,4–5,5 г, а также формированием крупных семян с массой 1000 шт. – 170,6–186,5 г,

Таблица 1 – Уровни повышения урожайности при усилении минерального питания и влияния генотипа сорта в условиях орошения

Сорта		ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31			Волгоградка 3						
Скороспелые сорта		Среднеспелые сорта															
Варианты опыта	Программируемый урожай, т/га	-	2,5	3,5	4,5	-	2,5	3,5	4,5	-	2,5	3,5	4,5	-	2,5	3,5	4,5
	НРК, кг д. в./га	б/у	56	88	112	б/у	56	88	112	б/у	56	88	112	б/у	56	88	112
Урожайность, т/га		2,33	2,97	3,25	3,60	2,40	2,92	3,51	3,96	2,49	3,26	3,64	4,05	2,48	3,52	3,89	4,27
Отклонение от контроля	Абсолютный показатель, т/га	-	0,64	0,92	1,27	-	0,52	1,11	1,56	-	0,77	1,15	1,56	-	1,05	1,41	1,8
	%	-	27,5	39,5	54,5	-	21,7	46,3	65,0	-	30,9	46,3	62,8	-	42,5	57,2	72,8

относительно контроля – 156,2–160,6 г), а количество семян составляло 41,3–47,9 шт. в сравнении с неудобренным вариантом – 33,6–35,1 шт.

Увеличение линейного роста на вариантах минерального питания стеблестоя способствовало повышению высоты расположения первых бобов на растениях – до 0,13–0,16 м от поверхности почвы у скороспелых и до 0,14–0,18 м у более поздних сортов по сравнению с контролем. Это сопровождалось снижением потерь зерна при комбайновой уборке, что способствовало росту уборочной урожайности (таблица 1).

Также значительно возрасли аналогичные показатели у среднеспелых сортов. По зерновой продуктивности растений увеличение составило 6,9–9,2 г/р, массе 1000 зерен – 145,8–190,1 г, количество семян – 37,3–64 шт., в сравнении с контролем (соответственно 5,3–5,4 г/р; 126,5–172,9 г/1000 зёрен; 31,3–42,7 шт.)

У ранних сортов самый высокий уровень зерновой продуктивности посева получен у сорта Волгоградка 2 – на варианте внесения высокой дозы удобрения – 112 кг д. в./га – 3,51 т/га. Среди среднеспелых сортов наибольшей отзывчивостью на хорошо удобренный фон отличился перспективный сорт Волгоградка 3 – 4,27 т/га зерна.

Учитывая высокую стоимость минеральных удобрений, важно дать оценку прибавки урожая в расчёте на 1 кг д. в. внесённых удобрений. У сортов сои ранних сроков созревания прибавка менее значительная – 9,2–13,9 кг/га. Среднеспелые сорта характеризуются более высоким приростом урожайности,

рассчитанным на 1 кг внесённых удобрений в действующем веществе – 13–18,7 кг/га.

Анализ показал, что в посевах скороспелых сортов сои лучше назначать повышенные дозы удобрений, обеспечивающие не только значительный рост урожайности (на 39,5–65 %) относительно контроля, но и увеличение прибавки урожая на 1 кг д. в. удобрений – 10,4–13,9 кг/га. Агрофитоценозы среднеспелых сортов в условиях орошения обеспечивают получение существенных приростов урожая при внесении от 56 до 112 кг д. в./га удобрения. Причём наибольшая окупаемость внесения удобрений по действующему веществу характерна для посевов с невысоким удобрительным фоном – (56 кг/га д. в.) – 13,7–18,7 кг/га, что важно учитывать в производстве орошаемой сои.

Для логистических рекомендаций успешного внедрения сортов в сельскохозяйственном производстве и использования усовершенствованных агроприёмов важно провести экономическую оценку для выявления наиболее эффективных сортовариантов в конкретных условиях возделывания.

Экономическая целесообразность использования сорта или агротехнологии выявляется в результате повышения сбора хозяйственно-ценной части урожая с единицы уборочной площади и улучшения её качества в сопоставлении с базовыми или стандартными сортами.

В результате проведения экономического анализа были учтены производственные затраты. Стоимость урожая продовольственного зерна учитывали

по сложившимся на 01.01.2022 года среднерыночным ценам 1 т, равной 30 тыс. руб. Определение экономической эффективности возделывания сортов сои с различными сроками созревания показало, что наиболее существенное влияние на основные экономические показатели оказал уровень урожайности (таблица 2).

Наиболее значительные показатели характеристики высокоурожайного возделывания сои в условиях орошения с удобрением получены по среднеспелому сорту Волгоградка 3. Стоимость валовой продукции составила 105,6–128,1 тыс. руб./га, производственные затраты – 44,8–51,1 тыс. руб./га, условно-чистый доход – 60,8–77,0 тыс. руб./га, себестоимость зерна – 12,0–12,9 тыс. руб./т, рентабельность производства – 132,5–150,7 %. Среди скороспелых сортов наиболее значимые экономические показатели характерны для сорта Волгоградка 2.

**Заключение.** Наиболее рентабельно в условиях орошения возделывать генетически продуктивные среднеспелые сорта сои (Волгоградка 3) с применением высоких норм удобрений, рассчитанных на высокий программируемый урожай 3,5–4,5 т/га зерна с получением 3,89–4,27 т/га зерна и прибавкой урожая на 1 кг удобрения 16 кг/га. Из ранних сортов сои эффективно внедрять потенциально урожайные (Волгоградка 2), способные на высоком удобренном агрофоне обеспечивать высокий для скороспелых сортов сбор 3,51–3,96 т/га зерна и окупать внесённые удобрения достаточно значительной прибавкой урожая на 1 кг д. в. – 13–13,9 кг/га.

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания сортов сои при различных дозах удобрения в условиях орошения, 2019–2021 гг.

Сорта	Программируемый урожай, т/га	Показатели					
		Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условно-чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость зерна, тыс. руб./т	Рентабельность производства, %
ВНИИОЗ 31	-	2,33	69,9	29,2	40,7	12,5	139,4
	2,5	2,97	89,1	38,4	50,7	12,9	132,0
	3,5	3,25	97,5	44,0	53,5	13,5	121,6
	4,5	3,60	108,0	48,4	59,6	13,4	123,1
Волгоградка 2	-	2,40	72,0	29,7	42,3	12,4	123,1
	2,5	2,92	87,6	38,3	49,3	13,1	128,7
	3,5	3,51	105,3	44,3	61,0	12,6	137,7
	4,5	3,96	118,8	49,0	69,8	12,4	142,4
ВНИИОЗ 31	-	2,49	74,7	30,5	44,2	12,2	144,9
	2,5	3,26		44,3	53,5	13,6	120,8
	3,5	3,64		48,9	60,3	13,4	123,3
	4,5	4,05		50,6	70,9	12,5	140,1
Волгоградка 3	-	2,48		31,0	43,4	12,5	140,0
	2,5	3,52		44,8	60,8	12,7	135,7
	3,5	3,89		50,2	66,5	12,9	132,5
	4,5	4,27		51,1	77,0	12	150,7

**Библиографический список**

1. Инновационные технологии возделывания масличных культур / Под общей ред. акад. РАН В.М. Лукомца. – Краснодар: Просвещение – юг. – 2017. – 256 с.
2. Тильба, В.А. Влияние клубеньковых бактерий на формирование вегетативной массы сои и развития симбиотического аппарата на чернозёме выщелоченном / В.А. Тильба, Н.М. Тишков, В.Л. Махонин, М.В. Шкарупа // Масличные культуры. – № 1 (181). – 2020. – С. 79–84.
3. Тишков, А.М. Урожайность и качество урожая сои в зависимости от способов и доз применения удобрений / А.М. Тишков, В.Л. Манохин, В.В. Носов // Масличные культуры. – № 4 (180). – 2019. – С. 53–59.
4. Толоконников, В.В. Влияние орошения, удобрения и фактора сорта на урожайность сои в условиях Нижнего Поволжья / В.В. Толоконников, С.С. Мухаметханова, Г.П. Канцер, Л.В. Вронская // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3 (63). – С. 95–104.
5. Толоконников, В.В. Новый сорт сои Волгоградка 2 / В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2021. – Т. 11. – № 1. – С. 14–23.
6. Толоконников, В.В. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики / В.В. Толоконников, Л.Н. Медведева, Т.С. Кошкарова, Ю.Г. Оноприенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 4 (60). – С. 68–79.
7. Чамурлиев, Г.О. Соя при орошении в Нижнем Поволжье / Г.О. Чамурлиев, В.В. Толоконников, О.Г. Чамурлиев // Волгоград, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – 2018. – 156 с.
8. Rebetzke, G.J. Population extremes for assessing trait value and correlated response of genetically complex traits / G.J. Rebetzke, P.A. Richards, J.B. Holland // Field Crops Research, 2017. – Vol. 201. – Pp. 122–132.
9. Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in south and Southeast Kazakhstan / R. Yelnazarkyzy, S.B. Kenenbayev, S.V. Didorenko, V.V. Borodychev // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – No. 20 (7). – Pp. 39–44. doi:10.12911/22998993/109862
10. Soy in Brazil: Past, present and future / F.W.R. Júnior, C.T. Forte, M.A. Scariot, J. Mulinari [и др.] // Soybeans: Cultivation, nutritional properties and effects on health. – 2017. – С. 153–176. Retrieved from www.scopus.com.
11. Tolokonnikov V.V., Novikov A.A., Vorontsova E.S., Fomin S.D. [и др.] Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production» 2021.C. 012072.
12. Tolokonnikov V.V., Vronskaya L.V., Trunova M.V., Koshkarova T.S. [и др.] The models of Soybean varieties adapted to dry conditions. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex"» 2021.C. 012013.

**Bibliographic list**

1. Innovative technologies for the cultivation of oilseeds / Ed. acad. RAS V.M. Lukomets. – Krasnodar: Enlightenment – the south. – 2017. – 256 p.
2. Tilba, V.A. Influence of nodule bacteria on the formation of the vegetative mass of soybean and the development of the symbiotic apparatus on leached chernozem / V.A. Tilba, N.M. Tishkov, V.L. Makhonin, M.V. Shkarupa // Oilseeds. – No. 1 (181). – 2020. – Pp. 79–84.
3. Tishkov, A.M. Productivity and quality of soybean yield depending on the methods and doses of fertilizer application / A.M. Tishkov, V.L. Manokhin, V.V. Nosov // Oilseeds. – No. 4 (180). – 2019. – Pp. 53–59.
4. Tolokonnikov, V.V. Influence of irrigation, fertilizer and variety factor on soybean productivity in the conditions of the Lower Volga region / V.V. Tolokonnikov, S.S. Mukhametkhanova, G.P. Kantser, L.V. Vronskaya // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2021. – No. 3 (63). – Pp. 95–104.
5. Tolokonnikov, V.V. New soybean variety Volgogradka 2 / V.V. Tolokonnikov, T.S. Koshkarova // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – 2021. – Vol. 11. – No. 1. – Pp. 14–23.
6. Tolokonnikov, V.V. Selection of irrigation-responsive soybean varieties with substantiation of economic significance for the national economy / V.V. Tolokonnikov, L.N. Medvedeva, T.S. Koshkarova, Yu.G. Onoprienko // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2020. – No. 4 (60). – Pp. 68–79.
7. Chamurliiev, G.O. Soybean under irrigation in the Lower Volga region / G.O. Chamurliiev, V.V. Tolokonnikov, O.G. Chamurliiev // Volgograd, Volgograd State Agrarian University. – 2018. – 156 p.
8. Rebetzke, G.J. Population extremes for assessing trait valuation and correlated response of genetically complex traits / G.J. Rebetzke, P.A. Richards, J.B. Holland // Field Crops Research, 2017. – Vol. 201. – Pp. 122–132.
9. Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in south and Southeast Kazakhstan / R. Yelnazarkyzy, S.B. Kenenbayev, S.V. Didorenko, V.V. Borodychev // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – No. 20 (7). – Pp. 39–44. doi:10.12911/22998993/109862.
10. Soy in Brazil: Past, present and future / F.W.R. Junior, C.T. Forte, M.A. Scariot, J. Mulinari [et al.] // Soybeans: Cultivation, nutritional properties and effects on health. – 2017. – Pp. 153–176. Retrieved from www.scopus.com.
11. Tolokonnikov V.V., Novikov A.A., Vorontsova E.S., Fomin S.D. [et al.] Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production». 2021.C. 012072.
12. Tolokonnikov V.V., Vronskaya L.V., Trunova M.V., Koshkarova T.S. [et al.] The models of Soybean varieties adapted to dry conditions. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex"». 2021.C. 012013.

**Дополнительные сведения об авторах:**

**Владимир Васильевич Толоконников**, ведущий научный сотрудник<sup>1</sup>, tolokonnikov@vniioz.ru,

**Любовь Васильевна Вронская**, младший научный сотрудник<sup>1</sup>, Vronskaya-l@mail.ru,

**Сурья Сергеевна Мухаметханова**, лаборант-исследователь<sup>1</sup>, muha2014damir@mail.ru,

**Галина Павловна Канцер**, старший лаборант<sup>1</sup>, vniioz@yandex.ru

**Additional information about the authors:**

**Vladimir Vasilyevich Tolokonnikov**, Leading Researcher<sup>1</sup>, tolokonnikov@vniioz.ru,

**Lyubov Vasilievna Vronskaya**, Junior Researcher<sup>1</sup>, Vronskaya-l@mail.ru,

**Suriya Sergeevna Mukhametkhanova**, research laboratory assistant<sup>1</sup>, muha2014damir@mail.ru,

**Galina Pavlovna Kantser**, senior laboratory assistant<sup>1</sup>, vniioz@yandex.ru

# УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

(восстановления из навоза)

## ПОДСТИЛКИ ДЛЯ КРС

BRU (Германия)

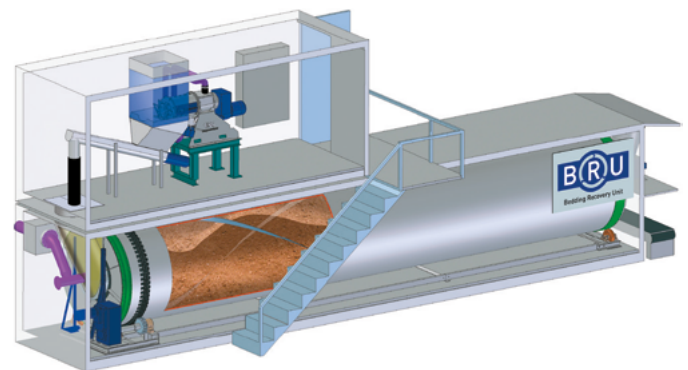


### Преимущества производства подстилочного материала из навоза установками BRU:

- Анаэробный процесс переработки навоза уменьшает содержание возбудителей мастита и способствует сохранению родной микрофлоры
- Увеличение надоев
- Экономия средств на покупку подстилочного материала
- Снижение затрат на переработку/утилизацию навоза
- Простота переработки и утилизации
- Стабильное качество подстилки

Процесс производства подстилочного материала автоматизирован и может осуществляться непрерывно 24 часа в сутки

Возможна поставка установок BRU на 1 000 и 2 000 голов КРС



### ООО «Регионинвестагро»

Волгоград, ул. Тимирязева, 9

Тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-31

[www.riagro.ru](http://www.riagro.ru)

E-mail: [vasilyuk@riagro.ru](mailto:vasilyuk@riagro.ru)



# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ВЫСОПРОДУКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С ОРОШЕНИЕМ И БЕЗ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНО- ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНОВ

## COMPARATIVE TESTS OF NEW HIGHLY PRODUCTIVE SOYBEAN VARIETIES OF DOMESTIC BREEDING WITH AND WITHOUT IRRIGATION IN THE CONDITIONS OF THE WEST SIBERIAN AND CENTRAL BLACK EARTH REGIONS

**Д.С. Мерзликина**, соискатель учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук,  
**М.А. Мерзликин**, соискатель учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук

**D.S. Merzlikina**, applicant for the degree of candidate of agricultural sciences,  
**M.A. Merzlikin**, applicant for the degree of candidate of agricultural sciences

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov

Соя является одной из важнейших продовольственных культур нашего времени. Соя значительно отличается от других бобовых культур. Она уникальна тем, что в своём зерне содержит полный комплекс незаменимых аминокислот, и благодаря этому является отличным источником питания для животных и человека. В последние два десятилетия мировой рынок сои уверенно растёт на фоне увеличения спроса животноводства на соевый шрот, использования соевого масла для производства биодизеля и продуктов питания. В данной статье приведены результаты выращивания семян новых высокопродуктивных сортов сои отечественной селекции на орошении и без орошения. Орошение было важным элементом испытания. Данный опыт дал нам возможность выяснить, какую прибавку дают новые сорта в условиях оптимального увлажнения почвы. А также как сорта проявляют устойчивость к полеганию. Заведомо зная, что сорта достаточно высокорослые, и в условиях возделывания на орошении, скорее всего, перерастут, мы заложили этот опыт, чтобы убедиться, что полегания посевов не произойдёт. Выращивание опытных посевов производилось в условиях одной локации Западно-Сибирского и нескольких локациях Центрально-Чернозёмного регионов. Изначально у всех трёх испытываемых сортов были заявлены достаточно высокие показатели качества продукции, урожайность, а также другие не менее важные для возделывания культуры селекционные показатели. Целью исследования было проверить, так ли это и сравнить поведение сортов при различных условиях выращивания. Поэтому опыты были заложены в условиях различных по размеру и подходу к выращиванию культур агропредприятий: крупного агрохолдинга со структурными подразделениями, расположенными в разных регионах, семеноводческого хозяйства с многолетним опытом выращивания семенного материала и в нескольких крестьянско-фермерских хозяйствах.

Soy is one of the most important food crops of our time. Soy is very different from other legumes. It is unique in that it contains a full range of essential amino acids in its grain, and due to this it is an excellent source of nutrition for both animals and humans. In the past two decades, the global soybean market has been growing steadily against the background of an increase in animal husbandry demand for soybean meal, the use of soybean oil for the production of biodiesel and food products. This article presents the results of growing seeds of new highly productive soybean varieties of domestic breeding on irrigation and without irrigation. Irrigation was an important element of the test. This experience gave us the opportunity to find out what kind of increase new varieties give in conditions of optimal soil moisture. And also how varieties show resistance to lodging. Knowing in advance that the varieties are quite tall, and under irrigation conditions, they are likely to outgrow, we set up this experiment to make sure that crop lodging does not occur. The cultivation of experimental crops was carried out in the conditions of one location of the West Siberian and several locations of the Central Black Earth regions. Initially, all three tested varieties had rather high indicators of product quality, yield, as well as other breeding indicators that are no less important for the cultivation of crops. The purpose of the study was to test whether this is true and to compare the behavior of varieties under different growing conditions. Therefore, the experiments were laid in the conditions of various agricultural enterprises in terms of size and approach to growing crops: a large agricultural holding with structural divisions located in different regions, a seed farm with many years of experience in growing seed material, and in several peasant farms.

**Ключевые слова:** орошение, соя, климат, вегетационный период, качественные показатели, сорта.

**Key words:** irrigation, soybean, climate, growing season, quality indicators, varieties.

Таблица 1 – Качественные показатели различных сортов сои

Наименование сорта	Вегетационный период, дней	Урожайность, ц/га	Массовая доля белка на сухое вещество, %	Массовая доля масла на сухое вещество, %
ЮКОН	87	21,3	40,41	18,4
АЛЬБЕРТА	90	15,3	40,12	18
ФУЛФОРД	95	18,6	39,82	18,5

**Введение.** На сегодняшний день ни для кого не секрет, что многие сельхозтоваропроизводители находятся в поиске хороших сортов сои, обладающих высокими качественными показателями, оптимальным по продолжительности периодом вегетации, устойчивостью к влиянию фитопатогенов и погодных условий [11].

Мы видим, как рынок заполняется иностранными сортами сои, которые для фермеров являются предпочтительнее, чем сорта отечественной селекции [7, 9]. Наша компания «КАНСИДС» знает об этом не понаслышке. В 2021 году во время заключения договоров на испытательные посевы наших сортов сои мы столкнулись с недоверием, которое проявляют к отечественным семенам фермеры. И это недоверие – большая проблема для рынка отечественных сортов, учитывая то, какие обороты сейчас набирает возделывание сои в России [3, 5, 10, 14].

Нашей целью стало создание отечественных сортов сои, которые могли бы быть не хуже, а даже превосходить сорта импортной селекции. Главной отличительной чертой наших сортов стал баланс между продолжительностью вегетационного периода и уровнем качественных показателей, таких как содержание масла и протеина. При небольшом вегетационном периоде до 100 дней нам удалось удержать качественные показатели на уровне с сортами, у которых вегетационный период

достаточно продолжительный. Помимо этого мы акцентировали свое внимание на устойчивости сортов к полеганию, а также к фитопатогенам, вызывающим такие болезни сои, как фузариоз, аскохитоз, ложную мучнистую росу. Создание таких сортов и их предрегистрационные испытания – долгий и кропотливый процесс [5, 9, 14]. Именно поэтому мы не регистрируем огромные количества сортов сразу, на регистрацию уходят самые лучшие и доказавшие стабильность своих качеств.

**Материалы и методы.** В 2021 году, подав на регистрацию свои первые три сорта, мы решили расширить географию своих испытаний и сделать дублирующие демонстрационные посеы сортов. Всего было заложено 6 демопосевов в 5 хозяйствах. Первый был заложен в ООО «Бугров и Ананьев», расположенном в Первомайском районе Алтайского края. Два опыта было заложено в ООО «АПК Александровское» Панинского района Воронежской области. Один опыт на орошении и второй в обычных условиях. Третий опыт был заложен на землях хозяйства ИП Глава КФХ Рожнов А.И. Терновского района Воронежской области. Еще два демопосева с нашими семенами были заложены в подразделениях Агрохолдинга Мираторг в Белгородской и Курской области (ОП Короча и ООО «Пристенская зерновая компания»).

Испытания проводились с тремя нашими сортами, находящимися на

государственных регистрационных испытаниях: Юкон с вегетационным периодом 85–87 дней, Альберта – 88–90 дней и Фулфорд – 93–95 дней.

Нашей целью было самостоятельно подтвердить закрепление в сортах нужных нам показателей и проверить, как они покажут себя в различных ус-



Высота крепления нижнего боба на растении сои сорта Юкон, выращенного в ИП ГКФХ Рожнов А. И. Воронежской области Терновского района

Таблица 2 – Качественные показатели сортов сои в различных условиях возделывания

Наименование сорта	Вегетационный период, дней		Урожайность, ц/га		Массовая доля белка на сухое вещество, %		Массовая доля масла на сухое вещество, %	
	О*	Б/О*	О*	Б/О*	О*	Б/О*	О*	Б/О*
ЮКОН	86	100	26,5	19,7	47,2	48,9	26,3	16,51
АЛЬБЕРТА	89	103	29,8	23,8	42,9	47	29,3	16,2
ФУЛФОРД	94	108	31,2	23,6	41,3	46,7	28,1	17,52

\*О – на орошении; \*Б/О – без орошения

Таблица 3 – Результаты выращивания сортов сои в Агрохолдинге «Мираторг»

Наименование сорта	Вегетационный период, дней	Урожайность, ц/га	Массовая доля белка на сухое вещество, %	Массовая доля масла на сухое вещество, %
ЮКОН	87	22,1	43,67	19,99
АЛЬБЕРТА	90	19,48	37,15	19,84
ФУЛФОРД	95	20,8	45,09	19,63

ловиях климата и возделывания. Мы не старались создавать идеальные условия для возделывания наших сортов, а напротив, хотели максимально приблизить их к тем, что присущи выращиванию сои в обычном среднестатистическом хозяйстве [8, 10, 12, 13].

**Результаты и обсуждение.** Рассматривать результаты наших испытаний начнём с Западно-Сибирского округа. Здесь семена попали в условия континентального климата с довольно жарким дождливым летом [4]. Опытные делянки были заложены 28 мая, и наши сорта попали в условия позднего сева. Сорт Альберта был размещён на краю поля, что добавило ему трудностей на начальных этапах развития [7]. При осмотре поля 26 июля было видно, что сорт существенно отстаёт в развитии по сравнению с растениями двух других сортов. По мнению агронома хозяйства, высоких результатов ждать от него не приходилось. Но в итоге сорт Альберта хорошо разветвился и показал отличную высоту закладки нижнего боба на уровне 15 см. И, несмотря на воздействие краевого эффекта, догнал в развитии Юкон и Фулфорд. Климатические условия практически не повлияли на закреплённые признаки сортов [5, 9, 12]. И в результате мы получили следующие качественные показатели, представленные в таблице 1.

При этом наше вмешательство в выращивание этих демоучастков было минимальным, мы лишь наблюдали со стороны, как наши сорта реагируют на агротехнику и схему защиты, применяемую в хозяйстве.

Следующими рассмотрим два опыта в ООО «АПК Александровское» Панинского района Воронежской области. Опыт на орошении тщательно курировался нашим агрономом, потому как предрегистрационных испытаний на орошении не проводилось. Чтобы сравнить эффект от орошения с обычными условиями, в этом же хозяйстве был заложен демоопыт без орошения. На протяжении всего вегетационного периода мы сравнивали то, как развиваются посевы на орошении и без [1, 2, 7]. В середине вегетационного периода

посевы на орошении обогнали в росте обычные посевы на 15–20 см, это дало нам прекрасную возможность проверить устойчивость сортов к полеганию, которую они хорошо проявляли в условиях без орошения [1, 2]. Ливень с сильными порывами ветра, обрушившийся на Воронежскую область 3 июля 2021 года, помог нам выяснить, что сорта достаточно устойчивы к полеганию. Ни на обычном, ни на опыте с орошением, несмотря на то, что на втором растения были достаточно высокими, полегания посевов не произошло. Единственное изменение, которое нам принесло выращивание наших сортов с применением орошения, было увеличение вегетационного периода в среднем на 14 дней по каждому сорту. Но помимо этого орошение принесло приятный бонус в виде увеличения урожайности по каждому сорту в среднем на 6,8 ц/га. В результате мы получили следующие качественные показатели, представленные в таблице 2.

На демоопыте, заложенном в условиях ИП Глава Рожнов А.И. Терновского района Воронежской области, мы получили результаты, приближенные к результатам, полученным на делянках без орошения в ООО «АПК Алек-

сандровское», поэтому акцентировать внимание на этом опыте мы не будем.

Опыт, который нас интересовал не меньше, это опыт, заложенный в условиях подразделений Агрохолдинга «Мираторг». Здесь наше участие также было больше наблюдательным, а перед нашими сортами стояла задача показать себя в условиях крупного холдинга. Мы знаем, что возделывание культур в агрохолдингах – это потоковое производство. Из-за больших площадей и спектра возделываемых культур здесь нет индивидуального подхода к посевам, есть разработанный график сева, подкормок и обработок, которого необходимо придерживаться [6, 7]. Наши сорта проявили себя и в этих условиях. В двух подразделениях мы получили примерно одинаковые данные, поэтому в таблице 3 мы приводим средние значения результатов по двум подразделениям.

**Заключение.** Таким образом, на основании всех приведённых данных можно сказать, что наши сорта показывают себя ничуть не хуже, чем импортные. Они вполне могут конкурировать с сортами зарубежной селекции, удовлетворяя необходимые требования сельхозтоваропроизводителей.



Посевы сорта Альберта на орошении в семеноводческом хозяйстве ООО «АПК Александровское» Воронежской области Панинского района

**Библиографический список**

1. Бородычев, В.В. Соя при дождевании и капельном орошении / В.В. Бородычев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 48–49.
2. Васильев, С.М. Технические средства капельного орошения: учебн. пособие / С.М. Васильев, Т.В. Коржова, В.Н. Шура // Новочеркасск: Рос НИИПМ. – 2017. – 200 с.
3. Гуреев, И.И. Методологические основы оптимизации ресурсов в производстве продукции земледелия / И.И. Гуреев // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 30–32.
4. Кобышева, Н.В. Климат России: моногр. / Н.В. Кобышева. – СПб.: Гидрометиздат, 2001. – 654 с.
5. Кочегура, А.В. Основные результаты селекционно-генетического улучшения сои на юге России / А.В. Кочегура // Форпост научной отрасли России. – 2012. – С.147–173.
6. Лукомец, В.М. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сои: метод. рекомендации / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарёв, В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура [и др.] – М.: ФГНУ «Росинформатех». – 2008. – 56 с.
7. Нагорный, В.Д. Соя: биология и агротехника: моногр. / В.Д. Нагорный, М.У. Ляшко. – М.: Библио-Глобус, 2018. – 418 с.
8. Никульчев, К.А. Влияние культур севооборота на микробиологическую активность, агрофизические свойства почвы и урожайность сои / К.А. Никульчев, Е.В. Банецкая // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 11–14.
9. Синеговский, М.О. Роль сорта и сортовых технологий в инновационном развитии сельского хозяйства / М.О. Синеговский, А.А. Малашонок // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы. Сборник научных статей по материалам международной научн.-практ. конф... 18 апреля 2018 г., г. Благовещенск. – Благовещенск: ФГБНУ ВНИИ сои, 2018. – С. 109–117.
10. Торопова, Е.Ю. Предпосевная подготовка семян сои в лесостепи Западной Сибири / Е.Ю. Торопова, И.А. Каменев // Защита и карантин растений. – 2022. – № 2. – С. 10–16.
11. Тюрина, Л.Е. Использование и переработка сои / Л.Е. Тюрина, Н.А. Табаков // Научное пособие. Красноярский ГАУ. – 2008. – 90 с.
12. Посыпанов, Г.С. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов [и др.] Под редакцией Посыпанова Г.С. // М.: Колосс, 2006. – 612 с.
13. Фирсов, И.П. Технология растениеводства / И.П. Фирсов, А.М. Соловьёв, М.Ф. Трифонова. – М.: Колосс, 2005. – 472 с.
14. Щегорец, О.В. Соеводство России, перспективы внедрения наилучших доступных технологий / О.В. Щегорец // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы. Сборник научных статей по материалам международной научн.-практ. конф... 18 апреля 2018 г., г. Благовещенск. – Благовещенск: ФГБНУ ВНИИ сои, 2018. – С. 103–109.

**Дополнительные сведения об авторах:**

**Диана Сергеевна Мерзликina**, руководитель отдела регистрации семян ООО «КАНСИДС», [registant@canseeds.ru](mailto:registant@canseeds.ru),  
**Максим Александрович Мерзликin**, руководитель отдела семеноводства ООО «КАНСИДС», [registant@canseeds.ru](mailto:registant@canseeds.ru)

**Bibliographic list**

1. Borodychev, V.V. Soybean under sprinkling and drip irrigation / V.V. Borodychev [et al.] // Melioration and water management. – 2008. – No. 2. – Pp. 48–49.
2. Vasiliev, S.M. Technical means of drip irrigation: textbook. Allowance / S.M. Vasiliev, T.V. Korzhova, V.N. Shkura // Novocheerkassk: Ros NIIPM. – 2017. – 200 p.
3. Gureev, I.I. Methodological bases for optimizing resources in the production of agricultural products / I.I. Gureev // Agriculture. – 2020. – No. 1. – Pp. 30–32.
4. Kobysheva, N.V. Climate of Russia: monograph / N.V. Kobysheva // St. Petersburg: Gidrometizdat, 2001. – 654 p.
5. Kochegura, A.V. The main results of the selection and genetic improvement of soybeans in the south of Russia / A.V. Kochegura // Outpost of the scientific industry of Russia. – 2012. – Pp. 147–173.
6. Lukomets, V.M. Perspective resource-saving technology of soybean production: method. recommendations / V.M. Lukomets, N.I. Bochkarev, V.F. Baranov, A.V. Kochegura, S.V. Zelentsov [et al.] // M.: Federal State Scientific Institution «Rosinformatekh». – 2008. – 56 p.
7. Nagorny V.D. Soya: biology and agricultural technology: monograph / V.D. Nagorny, M.U. Lyashko // M.: Biblio-Globus, 2018. – 418 p.
8. Nikulchev, K.A. Influence of crop rotation crops on microbiological activity, agrophysical properties of soil and soybean productivity / K.A. Nikulchev, E.V. Banetskaya // Agriculture. – 2020. – No. 1. – Pp. 11–14.
9. Sinegovsky, M.O. The role of variety and variety technologies in the innovative development of agriculture / M.O. Sinegovsky, A.A. Malashonok // Scientific support of soybean production: problems and prospects. Collection of scientific articles based on the materials of the international scientific-practical. conf... April 18, 2018, Blagoveshchensk. – Blagoveshchensk: All-Russian Research Institute of Soy, 2018. – Pp. 109–117.
10. Toropova, E.Yu. Pre-sowing preparation of soybean seeds in the forest-steppe of Western Siberia / E.Yu. Toropova, I.A. Kamenev // Protection and quarantine of plants. – 2022. – No. 2. – Pp. 10–16.
11. Tyurina, L.E. The use and processing of soybeans / L.E. Tyurina, N.A. Tabakov // Scientific manual Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2008. – 90 p.
12. Posypanov, G.S. Crop production / G.S. Posypanov, V.E. Dolgodvorov [et al.] Edited by Posypanova G.S. – M.: Colossus, 2006. – 612 p.
13. Firsov, I.P. Technology of crop production / I.P. Firsov, A.M. Soloviev, M.F. Trifonova // M.: Colossus, 2005. – 472 p.
14. Schegorets, O.V. Soy farming in Russia, prospects for the introduction of the best available technologies / O.V. Schegorets // Scientific support of soybean production: problems and prospects. Collected scientific articles based on international scientific-practical materials. conf... April 18, 2018, Blagoveshchensk. – Blagoveshchensk: All-Russian Research Institute of Soy, 2018. – Pp. 103–109.

**Additional information about the authors:**

**Diana Sergeevna Merzlikina**, Head of the Seed Registration Department, LLC «CANSEEDS», [registant@canseeds.ru](mailto:registant@canseeds.ru),  
**Maksim Alexandrovich Merzlikin**, Head of the Seed Department, LLC «CANSEEDS», [registant@canseeds.ru](mailto:registant@canseeds.ru)



# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

## EVALUATION OF THE EFFECT OF SEED INOCULATION ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN RYAZAN REGION

**Е.В. Гуреева**, кандидат сельскохозяйственных наук

**E.V. Gureeva**, candidate of agricultural sciences

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»*

*Institute of Seed Production and Agrotechnology-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»*

Проблема дефицита пищевого и кормового белка является актуальной в мировой экономике. Решение данной проблемы возможно за счёт увеличения валового сбора высокобелковых культур, среди которых важное место принадлежит сое. Соя способна покрывать потребности в азоте благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями. Изучение биологической азотфиксации при обработке семян эффективными штаммами ризобий как базового элемента сортовой технологии возделывания сои является актуальным направлением исследований. Цель исследования – определить агрономическую эффективность сортоспецифичного инокулянта для сои в условиях Рязанской области. Объект исследований: раннеспелый сорт сои Мегева и скороспелый сорт сои Касатка селекции ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, инокулянт Нитрагин, КМ производства ООО «НТЦ БИО». Полевые опыты проведены в Институте семеноводства и агротехнологий – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область) на тёмно-серой лесной, тяжёло-суглинистой по гранулометрическому составу почве среднего уровня плодородия, содержание гумуса 5,8 %. В результате исследований установлено, что максимальное количество и масса клубеньков сформировались в фазу налива семян на всех вариантах опыта. На варианте опыта с применением Нитрагина, КМ, по результатам дисперсионного анализа, отмечено достоверное увеличение урожайности семян. Превышение по урожайности над контролем у сорта Мегева составило 0,24 т/га или 14,5 %. Превышение по урожайности над контролем у сорта Касатка составило 0,27 т/га или 18,2 %. Применение инокулянта не оказало значительного влияния на содержание белка и жира в семенах культуры.

The problem of food and feed protein deficiency is relevant in the global economy. The solution to this problem is possible by increasing the gross harvest of high-protein crops, among which soy occupies an important place. Soy is able to cover nitrogen needs due to symbiosis with nodule bacteria. The study of biological nitrogen fixation during seed treatment with effective strains of rhizobia as a basic element of varietal technology of soybean cultivation is an urgent area of research. The aim of the study is to determine the agronomic effectiveness of a variety –specific inoculant for soybeans in the conditions of the Ryazan region. The object of research: early-maturing soybean variety Mageva and early-maturing soybean variety Kasatka selection Federal Scientific Agroengineering Center VIM, inoculant Nitragin, KM produced by LLC «STC BIO». Field experiments were conducted at the Institute of Seed Production and Agrotechnologies – a branch of the Federal State Budgetary Research University Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Ryazan region) on dark gray forest, heavy-loamy soil with an average level of fertility in granulometric composition, humus content of 5.8 %. As a result of the research, it was found that the maximum number and mass of nodules were formed during the seed filling phase in all variants of the experiment. On the variant of the experiment with the use of Nitragine, KM, according to the results of the dispersion analysis, a significant increase in seed yield was noted. The excess in yield over the control of the Mageva variety was 0.24 t/ha or 14.5 %. The excess in yield over the control in the Kasatka variety was 0.27 t /ha or 18.2 %. The use of inoculant did not significantly affect the protein and fat content in the seeds of the crop.

**Ключевые слова:** соя, инокулянт, урожайность, качество семян, Рязанская область.

**Key words:** soy, inoculant, yield, seed quality, Ryazan region.

**Введение.** Проблема дефицита пищевого и кормового белка является актуальной в мировой экономике. Решение проблемы возможно за счёт увеличения валового сбора высокобелковых культур, среди которых первостепенное положение занимает соя.

Соя является ценнейшей белково-масличной культурой, её зерно и продукты его переработки широко используются в пищевой промышленности, являясь важнейшим белковым компонентом сбалансированной кормовой базы, без которой невозможно развитие интенсивного животноводства [7]. В сырьевых ресурсах мирового производства растительных масел на долю сои приходится 61 % валового сбора масличных в мире, и она занимает первое место среди всех культур этой группы, а по сборам белка лидирует среди зерновых и зернобобовых культур. В соевых семенах содержится 40–45 % белка, 20–23 % масла, до 30 % углеводов, витамины и минеральные вещества. Белок сои содержит незаменимые аминокислоты, необходимые для человека и животных, легко усваивается и по биологической ценности приближается к белку молока и яиц [5, 12].

За последние 10 лет среднегодовой рост посевной площади сои в России составил 13,4 %. По размерам посевной площади и валового сбора она уверенно занимает второе место среди масличных культур, уступая только традиционной для нашей страны культуре – подсолнечнику [11]. Ценность сои, помимо пищевых и кормовых досто-

инств, определяется тем, что она способна покрывать потребности в азоте благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями [2,14].

Альтернативой минеральному азоту в современных условиях является азот биологический. Соя, как бобовая культура, способна к образованию двух типов симбиоза: арбускулярно-микоризный (АМ) и бобово-ризобийный (БРС). Эффективность симбиоза зависит от почвенно-климатических и сортовых особенностей и в значительной степени контролируется самим растением. Доказано, что бобовые фиксируют азот воздуха только в симбиозе с бактериями рода *Rhizobium*, образующими клубеньки на корнях растений [6].

В почве после сои остаётся большая часть фиксированного ризобиями азота, что помогает получить высокие урожаи последующих культур в севообороте [8]. Способность к симбиотической азотфиксации атмосферного азота делает сою идеальной для возделывания сельскохозяйственной культурой ввиду уменьшения потребности в синтетических азотных удобрениях, стоимость которых возрастает, а также снижается отрицательное воздействие на окружающую среду [1].

В Центральном районе Нечернозёмной зоны одним из главных факторов, ограничивающих активность симбиоза, является повышенная кислотность почвы. Клубеньковые бактерии активно развиваются при нейтральной реакции почвы (рН=7,0) или при очень небольшом сдвиге в сторону подкис-

ления [10]. Важным фактором, определяющим величину и активность симбиотической азотфиксации, является влажность почвы. В условиях дефицита влаги в почве бобовые растения не образуют клубеньков, несмотря на проводимую инокуляцию, что приводит к снижению симбиотической фиксации азота и в конечном итоге к снижению урожайности [13].

В почвах Нечернозёмной зоны нет специфических для сои клубеньковых бактерий, поэтому перед посевом необходимо проводить инокуляцию семян заводскими штаммами ризобий [9]. Следовательно, изучение биологической азотфиксации при обработке семян эффективными штаммами ризобий как базового элемента сортовой технологии возделывания сои является актуальным направлением исследований.

Цель исследования – определить агрономическую эффективность сортоспецифичного инокулянта для сои в условиях Рязанской области.

**Материалы и методы.** Полевые опыты проведены в Институте семеноводства и агротехнологий – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область). Объект исследований: раннеспелый сорт сои Магева и скороспелый сорт Касатка селекции ФГБНУ ФНАЦ ВИМ [3], инокулянт Нитрагин, КМ производства ООО «НТЦ БИО». При проведении исследований руководствовались методиками: методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, вып. 3, 1983; методика полевого опыта (Б.А. Доспехов), 1985.

Таблица 1 – Морфологические и биометрические признаки растений сои (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Высота растения, см	Количество клубеньков на 1 растении, шт.	Вес клубеньков с 1 растения, г	Продуктивность, г/раст.
<b>Сорт Магева</b>				
<i>Фаза – цветение</i>				
Контроль (без обработки)	38	1,7	0,15	
Нитрагин, КМ	42	3,0	0,28	
<i>Фаза – налив семян</i>				
Контроль (без обработки)	51	2,6	0,29	
Нитрагин, КМ	52	2,7	0,60	
<i>Фаза – созревание</i>				
Контроль (без обработки)	50	2,8	0,29	4,8
Нитрагин, КМ	65	1,3	0,25	6,7
<b>Сорт Касатка</b>				
<i>Фаза – цветение</i>				
Контроль (без обработки)	36	1,9	0,29	
Нитрагин, КМ	36	1,4	0,10	
<i>Фаза – налив семян</i>				
Контроль (без обработки)	41	4,1	0,99	
Нитрагин, КМ	46	4,3	0,91	
<i>Фаза – созревание</i>				
Контроль (без обработки)	38	1,4	0,34	4,1
Нитрагин, КМ	43	1,2	0,37	7,0

Таблица 2 – Структура урожая сортов сои в зависимости от применения инокулянта (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Высота, см		Количество, шт.			Масса, г		Урожайность, т/га
	растения	прикр. нижнего боба	ветвей	продуктивных узлов	бобов	семян с 1 растения	1000 семян	
<b>Соя Магева</b>								
Контроль	51	11,6	0,3	7,1	14,9	3,5	115	1,65
Нитрагин, КМ	66	12,8	0,2	7,8	16,9	4,1	117	1,89
НСР <sub>05</sub>								0,14
<b>Соя Касатка</b>								
Контроль	40	8,3	0,5	7,8	16,4	3,7	114	1,48
Нитрагин, КМ	44	9,5	1,1	8,9	19,3	4,3	116	1,75
НСР <sub>05</sub>								0,18

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Сорт Магева – контроль (без обработки)
2. Сорт Магева + Нитрагин, КМ
3. Сорт Касатка – контроль (без обработки)
4. Сорт Касатка + Нитрагин, КМ

Повторность в опыте – 3-кратная, площадь делянки – 126 м<sup>2</sup>. Учётная площадь делянки – 75,6 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка тёмно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу среднего уровня плодородия. Предшественник – чёрный пар. Агротехника – общепринятая для возделывания сои в Центральном регионе РФ [4].

Для характеристики уровня влагообеспеченности рассчитывали гидротермический коэффициент (ГТК). Период вегетации 2021 года характеризуется как «очень засушливый», ГТК=0,65. 2019 год характеризуется как «засушливый», ГТК=0,71. Вегетационный период 2020 года характеризуется как «достаточно увлажнённый», ГТК=1,35.

**Результаты и обсуждение.** Продолжительность вегетационного периода в условиях Нечернозёмной зоны является лимитирующим показателем для возделывания того или иного сорта сои. Основное влияние на продолжительность периода вегетации оказали погодные условия. В среднем за годы испытаний вегетационный период сои сорта Магева составил 104 дня, сорта

Касатка – 97 дней. В течение вегетации (в основные фазы развития растений сои) были проведены измерения растений (таблица 1).

Наблюдение за динамикой формирования клубеньков показало, что максимальное количество и масса клубеньков отмечены в фазу налива семян на всех вариантах опыта.

На варианте опыта с применением Нитрагина, КМ, по результатам дисперсионного анализа, отмечено достоверное увеличение урожайности семян (таблица 2): превышение по урожайности над контролем у сорта Магева составило 0,24 т/га или 14,5 %. Превышение по урожайности над контролем у сорта Касатка – 0,27 т/га или 18,2 %.

Анализ содержания подвижного фосфора и аммонийного азота в почве на момент уборки показал, что данные показатели за вегетацию сои сорта Магева увеличились только на контрольном варианте, у сорта Касатка наблюдается увеличение содержания подвижного фосфора и аммонийного азота осенью при применении инокулянта (таблица

3). Содержание подвижного калия и нитратного азота в почве осенью увеличилось на всех вариантах опыта в сравнении с исходным значением (весна).

В среднем за три года исследований у сорта Магева наибольшее содержание белка отмечено на варианте 1 (контроль без обработки) – 39,2 %. У сорта Касатка содержание белка на вариантах опыта различалось незначительно (рисунок 1).

**Заключение.** Исследования показали, что максимальное количество и масса клубеньков сформировались в фазу налива семян на всех вариантах опыта. На варианте опыта с применением Нитрагина, КМ, по результатам дисперсионного анализа, отмечено увеличение урожайности семян. Превышение по урожайности над контролем у сорта Магева составило 0,24 т/га или 14,5 %. Превышение по урожайности над контролем у сорта Касатка составило 0,27 т/га или 18,2 %. Применение инокулянта не оказало значительного влияния на содержание белка и жира в семенах культуры.

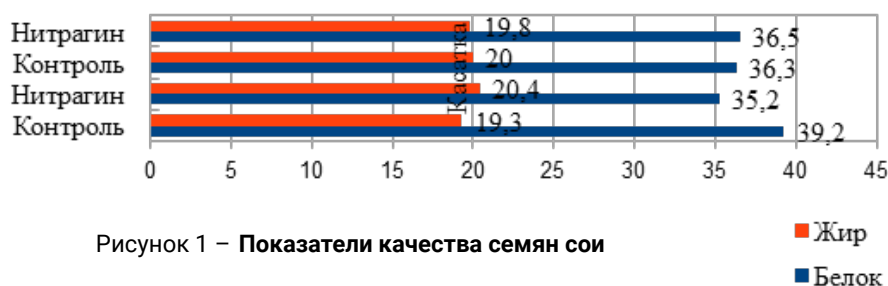


Рисунок 1 – Показатели качества семян сои

Таблица 3 – Результаты анализируемых показателей почвы за вегетацию растений сои, 2019

Вариант	Результат измерений анализируемого показателя									
	подвижный фосфор, мг/кг		подвижный калий, мг/кг		органическое вещество, %		нитратный азот, мг/кг		аммонийный азот, мг/кг	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
<b>Сорт Магева</b>										
1	191,4	217,3	108,5	187	5,8	5,3	8,4	11,7	1,57	2,0
2		179,8		140		5,7		14,8		1,3
<b>Сорт Касатка</b>										
3	191,4	188,6	108,5	134	5,8	5,6	8,4	8,5	1,57	1,6
4		201,9		221		5,3		17,5		2,5

**Библиографический список**

1. Бутовец, Е.С. Взаимодействие ризобияльных бактерий с растениями сои сортов приморской селекции / Е.С. Бутовец, Л.М. Лукьянчук, Е.А. Васина // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019. – № 3 (205). – С. 48–54.
2. Васильчиков, А.Г. Изучение эффективности различных форм микробных препаратов для инокуляции сои / А.Г. Васильчиков, Г.П. Гурьев // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 3–4.
3. Гуреева, Е.В. Соя для Центрального Нечерноземья / Е.В. Гуреева, Т.А. Фомина // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 45–46.
4. Гуреева, Е.В. Усовершенствованная технология возделывания раннеспелого сорта Касатка в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны / Е.В. Гуреева, Т.А. Фомина, В.З. Веневцев // Методическое пособие. – Рязань, 2013. – 57 с.
5. Ибрагимов, А.Д. Соя – уникальная белково-масличная культура / А.Д. Ибрагимов // Инновационный подход в стратегии развития АПК России. – 2018. – С. 40–44.
6. Кашукоев, М.В. Урожайность сои в условиях Кабардино-Балкарской республики в зависимости от сорта, удобрений и средств защиты / М.В. Кашукоев, З.В. Хаваяшхова, О.Х. Иванова // Плодородие. – 2008. – № 3. – С. 16–17.
7. Левкина, О.В. Современные тенденции развития мирового соевого рынка / О.В. Левкина, В.В. Васильев // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 12–18.
8. Мишустин, Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 149 с.
9. Поздняков, В.Г. Экономические и технологические аспекты производства сои / В.Г. Поздняков // М.: ВНИИТЭИагропром, 1990. – С. 30–31.
10. Посыпанов, Г.С. Формирование урожая сои в зависимости от инокуляции семян, орошения и режима минерального питания / Г.С. Посыпанов, Б.М. Князев, Б.Х. Жеруков // Известия ТСХА. – 1990. – № 3. – С. 39–44.
11. Прогноз развития рынка сои в сезоне 2020/21: Россия и мир. [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir> (дата обращения 18.04.2021).
12. Фадеева, А. Н. Урожайность и качество семян сортов сои различного географического происхождения / А.Н. Фадеева, Т.Н. Абросимова // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 37–40.
13. Kibido, T. Improvement of rhizobium-soybean symbiosis and nitrogen fixation under drought / T. Kibido [et al.] // Food and Energy Security. – 2020. – Т. 9. – № 1. – С. 177.
14. Saranraj, P. Diversity and evolution of Bradyrhizobium communities relating to Soybean cultivation: A review / P. Saranraj [и др.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 788. – № 1. – С. 012208.

**Дополнительные сведения об авторе:**

**Елена Васильевна Гуреева**, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, [elenagureeva@bk.ru](mailto:elenagureeva@bk.ru)

**Bibliographic list**

1. Butovets, E.S. Interaction of rhizobial bacteria with soybean plants of varieties of Primorsky selection / E.S. Butovets, L.M. Lukyanchuk, E.A. Vasina // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2019. – No. 3 (205). – Pp. 48–54.
2. Vasilchikov, A.G. The study of the effectiveness of various forms of microbial preparations for soybean inoculation / A.G. Vasilchikov, G.P. Guryev // Agriculture. – 2017. – No. 3. – Pp. 3–4.
3. Gureeva, E.V. Soy for the Central Non-Chernozem region / E.V. Gureeva, T.A. Fomina // Agriculture. – 2010. – No. 3. – Pp. 45–46.
4. Gureeva, E.V. Improved technology of cultivation of the early-maturing Kasatka variety in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone / E.V. Gureeva, T.A. Fomina, V.Z. Venetsev // Methodical manual. – Ryazan, 2013. – 57 p.
5. Ibragimov, A.D. Soy – a unique protein-oilseed culture / A.D. Ibragimov // Innovative approach in the development strategy of the agro-industrial complex of Russia. – 2018. – Pp. 40–44.
6. Kashukoev, M.V. Soybean yield in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic depending on the variety, fertilizers and means of protection / M.V. Kashukoev, Z.V. Khavayashkhova, O.H. Ivanova // Fertility. – 2008. – No. 3. – Pp. 16–17.
7. Levkina, O. V. Modern trends in the development of the world soybean market / O.V. Levkina, V.V. Vasiliev // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2017. – No. 3. – Pp. 12–18.
8. Mishustin, E.N. Nodule bacteria and inoculation process / E.N. Mishustin, V.K. Shilnikova // M.: Nauka, 1973. – 149 p.
9. Pozdnyakov, V.G. Economic and technological aspects of soybean production / V.G. Pozdnyakov // Moscow: VNIITELagroprom, 1990. – Pp. 30–31.
10. Posypanov, G.S. Formation of soybean yield depending on seed inoculation, irrigation and mineral nutrition regime / G.S. Posypanov, B.M. Knyazev, B.H. Zherukov // Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy. – 1990. – No. 3. – Pp. 39–44.
11. Forecast of soybean market development in the 2020/21 season: Russia and the world. [electronic resource]. – 2021. – Access mode: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir> (accessed 18.04.2021).
12. Fadeeva, A. N. Yield and seed quality of soybean varieties of various geographical origin / A.N. Fadeeva, T.N. Abrosimova // Agriculture. – 2019. – No. 3. – Pp. 37–40.
13. Kibido, T. Improvement of rhizobium-soybean symbiosis and nitrogen fixation under drought / T. Kibido [et al.] // Food and Energy Security. – 2020. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 177.
14. Saranraj, P. Diversity and evolution of Bradyrhizobium communities relating to Soybean cultivation: A review / P. Saranraj [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 788. – No. 1. – P. 012208.

**Additional information about the author:**

**Elena Vasilyevna Gureeva**, Leading Researcher of the Department of Breeding and Primary Seed Production of ISA – branch of the FSBI FNAC VIM, [elenagureeva@bk.ru](mailto:elenagureeva@bk.ru)

# К ИЗУЧЕНИЮ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ TO THE STUDY OF PESTS OF GRAIN CROPS IN THE VOLGOGRAD REGION

Д.А. Комаров, младший научный сотрудник

D.A. Komarov, junior researcher

Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»)

The Federal State Budgetary Institution All-Russian Plant  
Quarantine Center

Расширение рынка сбыта российского зерна и увеличение объёмов его экспорта обязывает Российскую Федерацию выполнять фитосанитарные требования стран-импортёров в отношении контроля партий экспортируемой продукции. В фитосанитарных требованиях и карантинных перечнях ряда стран, устанавливающих нормативы по отсутствию определённых видов в зерне, присутствуют виды, встречающиеся на территории региона. Практически эти виды в подкарантинной продукции в жизнеспособном состоянии не обнаруживаются. Международные документы, в частности, МСФМ 4, регламентируют также установление зон производства, свободных от определённых организмов. Достижение этой цели невозможно без накопления и поддержания в актуальном состоянии соответствующей информации. Объём мониторинговых мероприятий, проводимых в регионе (в том числе силами ФГБУ «Россельхозцентр»), следует признать совершенно недостаточным. Несмотря на достаточно широкий географический охват, они нацелены на сбор данных о небольшом числе видов. Кроме того, полученная информация носит обобщённый характер, а устаревший интерфейс средств отображения делает её использование неэффективным. Выращивание зерновых культур исторически является приоритетным направлением сельскохозяйственного производства Волгоградской области, с ним связано более 2/3 посевных площадей. В связи с изменением экономической ситуации и развитием новых технологий происходит непрерывное совершенствование агротехнических приемов, изменение сортового набора и т. д., которые могут повлиять на состав и распространение энтомофауны агроценозов. Вследствие этого хозяйственное значение различных групп вредителей может меняться в течение сравнительно короткого периода, практически в течение нескольких лет. Кроме того, многие виды вредителей являются полифагами и могут питаться различными видами растений, как культурных, так и дикорастущих. Поэтому мониторинговые мероприятия не должны ограничиваться определёнными видами и культурами. В статье приводятся результаты мониторинговых исследований вредителей зерновых культур на территории Волгоградской области. Проанализирован таксономический состав фауны, распространение в регионе. На основе оценки численности и распространения установлены доминирующие систематические группы вредителей. Выделено «ядро» фауны вредителей, которое составили 7 видов из 7 семейств. Выявлены виды, не отмеченные как региональные вредители в литературных источниках. Показана необходимость проведения регулярных полномасштабных мониторинговых мероприятий для установления актуального состояния присутствия вредителей в регионе.

The expansion of the market for Russian grain and the increase in the volume of its export obliges the Russian Federation to comply with the phytosanitary requirements of importing countries regarding the control of batches of exported products. In the phytosanitary requirements and quarantine lists of a number of countries that establish standards for the absence of certain species in grain, there are species found in the region. In practice, these species are not found in regulated products in a viable state. International documents, in particular ISPM 4, also regulate the establishment of production areas free from certain organisms. Achieving this goal is impossible without the accumulation and maintenance of relevant information. The volume of monitoring activities carried out in the region (including by the Federal State Budgetary Institution «Rosselkhoztsentr») should be recognized as completely insufficient. Despite their fairly wide geographic coverage, they aim to collect data on a small number of species. In addition, the information received is of a generalized nature, and the outdated display interface makes its use inefficient. Cultivation of grain crops has historically been a priority direction of agricultural production in the Volgograd region, more than 2/3 of the sown area is associated with it. In connection with the change in the economic situation and the development of new technologies, there is a continuous improvement of agricultural practices, a change in the variety set, etc., which can affect the composition and distribution of the entomofauna of agroecosystems. As a result, the economic importance of various groups of pests can change over a relatively short period, practically within a few years.

In addition, many types of pests are polyphages and can feed on various types of plants, both cultivated and wild. Therefore, monitoring activities should not be limited to certain species and crops. The article presents the results of monitoring studies of pests of grain crops in the territory of the Volgograd region. The taxonomic composition of the fauna and distribution in the region are analyzed. Based on the assessment of abundance and distribution, the dominant systematic groups of pests were established. The «core» of the pest fauna was identified, which consisted of 7 species from 7 families. Identified species that are not marked as regional pests in the literature. The need for regular full-scale monitoring activities to establish the current state of the presence of pests in the region is shown.

**Ключевые слова:** вредители зерновых, чешуекрылые, сова, луговой мотылёк, массовые и обычные виды.

**Key words:** cereal pests, Lepidoptera, scoop, meadow moth, mass and common species.

**Введение.** Многолетняя история изучения вредителей зерновых региона в разные периоды носила различный характер. Проводились как полномасштабные исследования, охватывающие практически всех членистоногих [12, 3], так и узкоспециализированные, затрагивающие отдельные систематические группы, например, двукрылых и жесткокрылых [8, 11], или даже отдельные виды [2, 7]. Небольшое число работ о вредителях региона ограничивается сравнительно узким набором видов [5]. Регулярные мониторинговые мероприятия, проводимые в регионе в течение последних лет, по охвату систематических групп были существенно ограничены и затрагивали лишь несколько видов [6], что привело к снижению актуальности информации о фаунистическом составе, численности и распространении вредителей в регионе.

В результате анализа всех доступных данных был сформирован перечень указаний региональных вредителей зерновых, насчитывающий 70 видов. Пять из этих видов относятся к нематодам, шесть – к клещам, остальные представлены различными отрядами насекомых. Среди насекомых в наибольшей степени представлены три отряда: полужесткокрылые (тли, цикады и клопы) – 18 видов, жесткокрылые – 17 видов, двукрылые – 12 видов.

Многие из этих видов, а также близкие к ним, хорошо адаптированы к местным условиям и встречаются

в естественных биоценозах во многих районах на территории региона. Эти организмы имеют широкий спектр морфологических и экологических адаптаций, среди них мало олигофагов, а их кормовые базы, как правило, не ограничиваются культурными растениями. Вполне логично предположить, что даже при влиянии неблагоприятных факторов, по крайней мере, часть представителей этого перечня не нанесут ощутимого ущерба. В то же время разнообразие форм обуславливает широкий спектр негативного влияния, от прямого повреждения до переноса заболеваний. Присутствие указанных в литературном обзоре групп может приводить к высоким рискам при возникновении условий, благоприятных для массового размножения вредителей.

**Материалы и методы.** Материалами исследования стали полевые сборы вредителей зерновых культур, собранные в 2020–2021 гг. на территории 21 муниципального района г. Волгограда и Волгоградской области, а также другие источники данных (коллекционные сборы, сообщения специалистов и т. д.) Сборы проводились в основном на полях озимой пшеницы (23 точки), а также на посевах яровой пшеницы, кукурузы, проса, овса и сорго (всего 29 точек). Для сравнения ещё в двух точках были проведены сборы на посевах льна и горчицы. В связи с недостаточным количеством материала из зон производства остальных культур, кроме озимой

пшеницы, данные по ним нельзя считать достаточными, однако они вносят свой вклад в формирование общей картины.

Для получения более полных данных о составе фауны исследования проводились в различные периоды развития культурных растений: от фазы выхода в трубку до полной зрелости в предуборочный период.

При сборе материала использовался метод пробных площадок как наиболее репрезентативный [9]. Поскольку большинство видов сформированного перечня являются хортобионтами, для сбора материала был выбран метод «кошения» энтомологическим сачком. Передвижение производилось по перпендикулярной линии от края поля вглубь его. С целью получения сравнимых результатов и приблизительной оценки численности вредителей на каждой площадке производилось 50 взмахов сачком, охватываемая площадь составляла около 25 м<sup>2</sup>. Для сбора материала использовался модифицированный энтомологический сачок со сменными мешочками мелкоячеистой ткани на вершине конуса. Широко распространенный метод с использованием эксгаустера был признан непригодным для подобных исследований, так как не обеспечивал полноту сборов и требовал слишком больших временных затрат. По завершении сбора снятые мешочки помещались в ёмкость с 70 % спиртом и в дальнейшем хранились так до разбора материала.

На основе сочетания почвенных ресурсов и других факторов, оказывающих влияние на производство сельскохозяйственных культур, районы Волгоградской области традиционно объединяют в 5 групп (рисунок 1):

1. степная зона чернозёмных почв;
2. сухостепная зона тёмно-каштановых почв;
3. сухостепная зона каштановых почв;
4. Волго-Ахтубинская пойма;
5. левобережная часть сухостепной зоны каштановых почв и полупустынная зона светло-каштановых почв.

Выбор точек обследования учитывал их расположение в той или иной зоне. Расположение точек приведено на рисунке 1.

- |                  |            |
|------------------|------------|
| ● озимая пшеница | ● кукуруза |
| ● яровая пшеница | ▲ сорго    |
| ▲ овес           | ● лен      |
| ▲ просо          | ● горчица  |

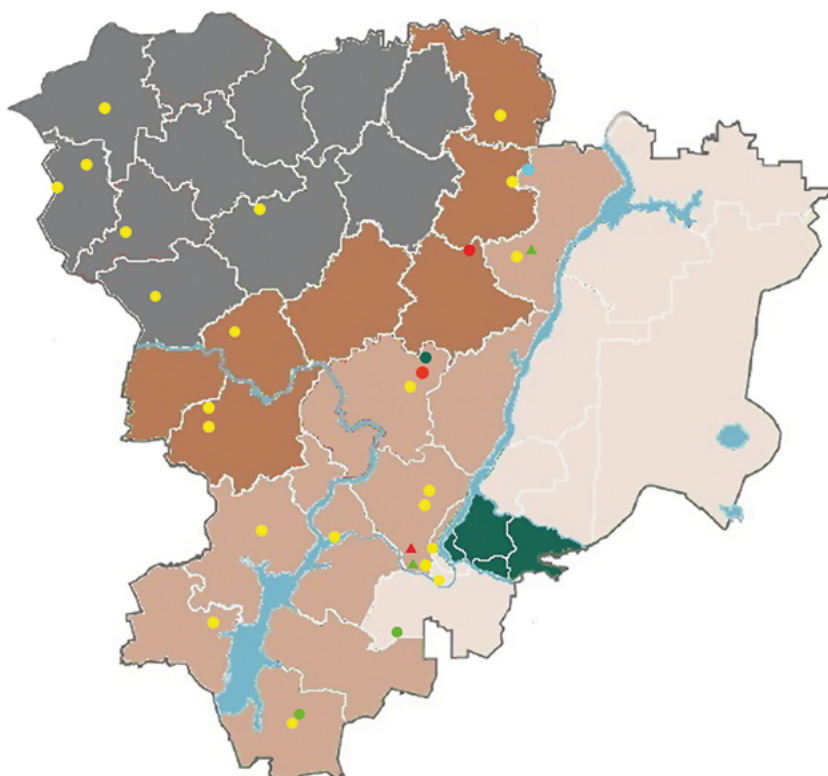


Рисунок 1 – Точки сбора материала в регионе исследований

Таблица 1 – Выявленные вредители зерновых в регионе исследования

№ п/п	Русское название	Латинское название	Численность	Распространение
1	2	3	4	5
<b>отр. Трипсы Thysanoptera</b>				
сем. Phlaeothripidae				
1	Пшеничный трипс	<i>Haplothrips tritici</i> Kurd.	М	П
<b>отр. Полужесткокрылые Hemiptera</b>				
сем. Настоящие тли Aphididae				
2	Большая злаковая тля	<i>Sitobion avenae</i> F.	О	Ш
3	Обыкновенная злаковая тля	<i>Shizaphis graminum</i> Rond.	Мч	Ш
4	Обыкновенная черёмуховая тля	<i>Rhopalosiphum padi</i> L.	О	Ш
5	Ячменная тля	<i>Diuraphis (Brachycolus) noxia</i> Mord.	Мч	Ш
6	Гороховая тля	<i>Acyrthosiphon pisum</i> Harr.	Мч	У
сем. Цикады Cicadellidae				
7		<i>Pentastiridius Leporinus</i> (L.)	Мч	О
8	Вьюнковая цикада	<i>Hyalesthes Obsoletus</i> Sign.	О	У
сем. Цикадовые Cicadellidae				
9	Темная цикадка	<i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen)	Мч	Ш
10	Полосатая цикадка	<i>Psammotetrix striatus</i> (L.)	М	П
сем. Щитники-черепашки Scutelleridae				
11	Вредная черепашка	<i>Eurygaster integriceps</i> Puton	О	Ш
сем. Щитники Pentatomidae				
12	Носатая элия	<i>Aelarostrata</i> Boh.	Мч	Ш
сем. Слепняки Miridae				
13	Хлебный клопик	<i>Trigonotyluscaelestialium</i> Kirk.	М	П
<b>отр. Чешуекрылые Lepidoptera</b>				
сем. Совки Noctuidae				
14	Обыкновенная зерновая совка	<i>Apamea sordens</i> Hfn.	О	П
15	Серая зерновая совка	<i>Apamea anceps</i> Den. et Schiff.	О	П
16	Озимая совка	<i>Agrotis segetum</i> Den. et Schiff.	О	П
сем. Настоящие огневки Pyralidae				
17	Акациевая огневка	<i>Etiellazinckenella</i> Tr.	О	П
сем. Ширококрылые огневки Pyraustidae				
18	Луговой мотылек	<i>Loxostege sticticalis</i> (L.)	М	П
<b>отр. Прямокрылые Orthoptera</b>				
сем. Саранчовые Acrididae				
19	Итальянский прус	<i>Calliptamus italicus</i> L.	Мч	П
<b>отр. Жесткокрылые Coleoptera</b>				
сем. Жужелицы Carabidae				
20	Обыкновенная хлебная жужелица	<i>Zabrus tenebrioides</i> Goeze	М	П
сем. Листоеды Chrysomelidae				
21	Полосатая хлебная блошка	<i>Phyllotreta vittula</i> Redt.	О	О
22	Чёрная блошка	<i>Phyllotreta atra</i>	М	Ш
23		<i>Chaetocnema breviscula</i>	Мч	У
24	Коричневая льняная блошка	<i>Aphthona flaviceps</i>	О	О

Определение собранного материала проводилось по определителям насекомых Европейской части СССР и Дальнего Востока СССР, а также другим источникам. Определение материала по некоторым группам проведено при помощи специалистов: жесткокрылые – Брехов О.Г. (Волгоград, ВГСПУ), двукрылые – Нарчук Э.П. (С.-Петербург, ЗИН РАН).

**Результаты и обсуждение.** По итогам полевых исследований в агроценозах выявлено 23 вида вредителей. Этот список был увеличен за счёт видов, которые не всегда выявляются применённым методом сбора. К ним относятся в первую очередь гео- и герпетобионты, а также виды с ночной активностью. С учётом собственных многолетних сборов автора к этому списку добавлены все приведённые в перечне виды чешуекрылых, кроме листовёрток. Указанные в перечне три вида совки (обыкновенная зерновая совка *Apamea sordens* Hfn., серая зерновая совка *Apamea anceps* Den. et Schiff., озимая совка *Agrotis segetum* Den. et Schiff.) и два вида огневки (акациевая огневка *Etiella zinckenella* Tr. и луговой мотылек *Loxostege sticticalis* (L.)) распространены практически по всей территории области и регулярно отмечались при сборах на свет, проведённых в последние десятилетия. Луговой мотылёк, кроме того, является одним из самых массовых видов чешуекрылых Волгоградской области. Приведённые в перечне виды хлебная жужелица *Zabrus tenebrioides* Goeze и жук-кузья *Anisoplia austriaca* Hrbst, по личному сообщению Комарова Е.В. (Волгоград, ВНИИОЗ), также являются многочисленными и повсеместно распространёнными. Представители рода *Bruchus* sp. не были определены до вида и были учтены как один вид. Таким образом, итоговый список насчитывает 29 видов (таблица 1).

Несколько видов из этого списка не имели литературных указаний о вредности в регионе, но были включены в него по ряду причин. Два вида цикад указывались как переносчики вирусных заболеваний, в частности, вьюнковая цикада *Hyalesthes obsoletus* Sign. известна как переносчик столбура пасленовых [4]. Свекловичная южная блошка *Chaetocnema breviscula* Fald. входит в один род с двумя другими видами, отмеченными как вредители зерновых в регионе. Широко распространённая в регионе коричневая льняная блошка *Aphthona flaviceps* All., несмотря на преимущественное питание на посевах льна, отмечена на различных культурах и относится к тому же роду, что и подлежащая мониторингу льняная блошка *Aphthona euphorbiae* (Schrank),

сем. Пластинчатоусые Scarabaeidae				
25	Хлебный жук-кузька	<i>Anisoplia austriaca</i> Hrbst.	М	П
сем. Зерновки Bruchidae				
26		<i>Bruchus</i> sp.	Мч	Ш
отр. Двукрылые Diptera				
сем. Злаковые мухи Chloropidae				
27	Хлебная меромиза	<i>Meromyza nigriventris</i> Mcq.	Мч	У
28	Ячменная шведская муха	<i>Oscinella pusilla</i> Mg.	М	Ш
29	Овсяная шведская муха	<i>Oscinella frit</i> L.	О	Ш

<sup>1</sup> Примечание – в графе «Численность» использованы следующие сокращения: М – массовый, О – обычный, Мч – малочисленный

<sup>2</sup> Примечание – в графе «Распространение» использованы следующие сокращения: П – повсеместный, Ш – широко распространённый, О – обычный, У – узко распространенный

внесённая в «Перечень культур и организмов для отбора образцов (проб) в соответствии с Протоколами между Министерством сельского хозяйства РФ и Главным государственным управлением по контролю качества, инспекции и карантину КНР» (Приложение № 2 к приказу ФГБУ «ВНИИКР» от 12.04.2021 г. № 259).

Систематический состав итогового списка вредителей представлен шестью отрядами:

- 1) Трипсы Thysanoptera – 1 вид;
- 2) Полуужесткокрылые Hemiptera (Aphididae, Cixiidae, Delphacidae, Cicadellidae, Scutelleridae, Pentatomidae, Miridae) – 12 видов;
- 3) Чешуекрылые Lepidoptera (Noctuidae, Pyralidae, Pyraustidae) – 5 видов;
- 4) Прямокрылые Orthoptera (Acrididae) – 1 вид;
- 5) Жесткокрылые Coleoptera (Carabidae, Chrysomelidae, Scarabaeidae, Bruchidae) – 7 видов;
- 6) Двукрылые Diptera (Chloropidae) – 3 вида.

Отсутствие в сборах вредителей из отряда Перепончатокрылые и подкласса Клещи с учётом указаний на их находки, по-видимому, не является константной характеристикой агроценозов региона и объясняется, скорее всего, временным воздействием неблагоприятных факторов.

Несмотря на то, что проведённые исследования не ставили целью получение точных данных о численности вредителей, оказалось возможным дать приблизительную сравнительную оценку этого параметра. Варьирование количества экземпляров в пробе для разных видов составило от единиц до сотен. По этому параметру были выделены группы массовых (сотни) – 8 видов, обычных (десятки) – 11 видов и малочисленных (единично) – 10 видов вредителей.

Большую часть (66 %) составляли массовые и обычные виды. Такое распределение отражает общее свойство агроценозов, где при снижении фаунистического разнообразия наблюдается увеличение численности вида. Многие виды являются эврибионтами и могут успешно переносить воздействие агротехнических приёмов, находясь в рефугиумах вблизи агроценозов, например, луговой мотылек. В частности, при проведении сборов в 2020–2021 гг. этот вид не был выявлен в агроценозах, однако постоянно отмечался в близлежащих локалитетах, нередко в очень большом количестве.

Заметная доля (34 %) малочисленных видов также обусловлена рядом причин. В первую очередь, это достаточно жёсткие климатические условия (высокие летние температуры и низкая влажность), связанные с географическим положением региона. При таких условиях некоторые виды находятся в экстремальных условиях и численность их невысока. Виды с невысокой резистентностью могут плохо переносить и воздействие антропогенных факторов.

В целом можно отметить, что абсолютная численность вредителей в агроценозах зерновых культур в период проведения исследований была сравнительно невысока (за исключением нескольких видов), заметного воздействия на продукцию не наблюдалось. По-видимому, это связано с несколькими причинами. Для изучаемой группы характерны так называемые «волны жизни», депрессии в которых зачастую совпадают с засушливыми годами. Кроме того, в современной агротехнике для минимизации факторов риска широко применяются устойчивые быстро созревающие сорта и регулярные обработки пестицидами, а также иные агротехнические приёмы. В связи с этим нередко наблюдалось заметное присутствие вредителей в непосредственной близости от агроценоза, при этом в самом агроценозе эти виды могли не выявляться совсем.

По количеству особей практически во всех точках сбора доминировали пшеничный трипс *Haplothrips tritici* Kurd. и цикадка полосатая *Psammotettix striatus* (L.). Численность особей цикадки полосатой, отмеченной в 28 точках, составляла от единичных до нескольких сотен, а в двух точках была свыше тысячи экземпляров в пробе. В сборах, проведённых в 2020–2021 гг., это был самый широко распространённый и массовый вид. Пшеничный трипс был обнаружен в 15 точках, его численность составляла от единичных экземпляров до нескольких десятков. Однако отмечалось, что методом кошения выявляется всего несколько процентов от действительного их числа. Принимая во внимание данный факт, можно также считать пшеничного трипса массовым видом.

Ещё два вида были представлены гораздо меньшим числом экземпляров, однако заметно превосходили остальных. Это хлебный клопик *Trigonotylus*

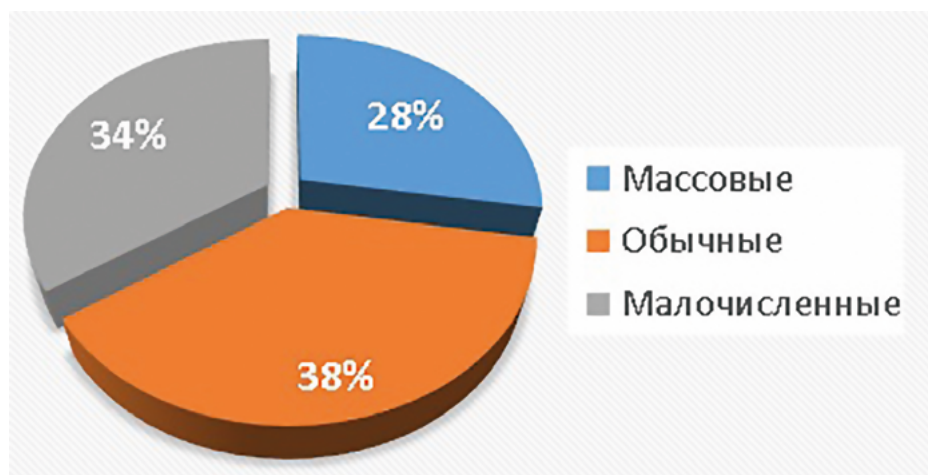


Рисунок 2 – Распределение видов вредителей по признаку количественной представленности



Таблица 2 – Распределение точек сбора и видов по сельскохозяйственным зонам

№ п/п	Наименование зоны	Число точек сбора	Число видов
1	Чернозёмных почв	6	14
2	Тёмно-каштановых почв	6	15
3	Каштановых почв	15	20
4	Светло-каштановых почв	3	3

Примечание: приведены сокращённые названия сельскохозяйственных зон



Рисунок 3 – Распределение видов вредителей по степени распространения на территории региона

*caelestialium* Kirk. и ячменная шведская муха *Oscinella pusilla* Mg.

Для анализа распространения все точки сбора были сгруппированы по их принадлежности к сельскохозяйственным зонам (таблица 2).

По вхождению точек обнаружения вредителей в различные сельскохозяйственные зоны выявленные в регионе виды были отнесены к четырём группам. Виды, обнаруженные в четырёх зонах, составили группу повсеместных, в трёх – широко распространённых, в двух – ограниченно распространённых, в одной – узко распространённых. В случаях обнаружения вида в несмежных зонах расположенная между ними также считалась входящей в ареал. В таких случаях виды были отнесены в вышестоящую группу.

Распределение видов вредителей по степени распространения на территории региона приведено на рисунке 3.

Основную часть (76 %) составили повсеместные и широко распространённые виды. Группа видов с узким распространением составила 14 %. При анализе её видового состава явных факторов, объясняющих их узкое распространение, выявить не удалось. Один вид из этой группы – вьюнковая цикада – обнаружен лишь в двух точках на севере региона, преимущественно на посевах льна. На посевах зерновых был найден один экземпляр. Возможно, зерновые не являются для этого вида преимущественным объектом питания. Остальные виды этой группы (свекловичная южная блошка, гороховая тля *Acyrtosiphon pisum* Harr.

и хлебная меромиза *Meromyza nigriventris* Мсқ.) отмечены как малочисленные и, скорее всего, не были обнаружены в других местах вследствие этой причины.

В рамках проведённой работы не удалось выявить виды, повреждающие какие-либо культуры, но не отмеченные на зерновых. Однако в некоторых случаях можно говорить о возможном выявлении предпочтительных пищевых связей, например, в случае с чёрной блошкой *Phyllotreta atra* F., обнаруженной практически на всех обследованных культурах зерновых (всего 35 экземпляров в 8 точках), но в заметно преобладающем количестве на горчице (136 экземпляров). Коричневая льняная блошка, отмеченная на посевах пшеницы и овса (всего 3 экземпляра), предпочитает лён (23 экземпляра). По-видимому, некоторые виды изученной группы в случае нехватки или отсутствия предпочитаемых пищевых ресурсов могут повреждать другие культуры.

Набор большого числа факторов, влияющих на выявление видов, затрудняет задачу составления полного фаунистического списка вредителей в течение 2–3 лет. Тем не менее можно предположить, что основная их часть, потенциально представляющая наибольшую угрозу, выявлена. В связи с этим был определён набор наиболее массовых и повсеместно встречающихся в агроценозах видов, составляющий так называемое «ядро»: цикадка полосатая, пшеничный трипс, хлебный клопик, хлебная жужелица, чёрная

блошка, ячменная шведская муха, жук-кузька. При этом указанный список может быть расширен за счёт видов, которые не были включены в него на данном этапе, однако вполне могут пополнить его впоследствии. В качестве примера можно отметить такие виды, как луговой мотылек, овсяная шведская муха *Oscinella frit* L. и другие.

Трипсы и цикады известны как переносчики вирусных заболеваний зерновых культур, в частности, полосатая цикадка отмечалась как специализированный переносчик мозаики озимой пшеницы, обычной и бледно-зелёной карликовости пшеницы [1]. При проведении всевозможных мониторингов необходимо учитывать наличие на территории области этих широко распространённых массовых видов. В то время как пшеничный трипс является объектом постоянного мониторинга, полосатая цикадка практически не упоминается ни в каких литературных источниках по вредителям зерновых в регионе.

**Заключение.** Таким образом, нахождение не указанных в региональных источниках вредителей и выявление их в биоценозах, соседствующих с местами выращивания культурных растений, а также постоянные изменения численности вредных организмов делают необходимым постоянный мониторинг всех групп по всей территории региона. При таком подходе существенно детализируется картина их распространения и численности, а также появляется возможность прогнозирования ситуации по этим аспектам.

**Библиографический список**

1. Ануфриев, Г.А. Подотряд Cicadinea (Auchenorrhyncha) – Цикадовые / Г.А. Ануфриев, А.Ф. Емельянов // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. II. – Л.: Наука, 1988. – С. 12–495.
2. Гриванов, К.П. Пшеничный трипс // Тр. научно-произв. конф. по защите раст. от вредит. и болезн. на Юго-Востоке. – Саратов, 1958. – С. 50–57.
3. Гричанов, И.Я. Карты распространения и зон вредоносности вредителей зерновых культур / И.Я. Гричанов, Е.И. Овсянникова, М.И. Саулич // Санкт-Петербург: ВИЗР, 2018. – 85 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 27).
4. Емельянов, А.Ф. Подотряд Cicadinea – Цикадовые // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. I. – Л.: Наука, 1964. – С. 337–437.
5. Иванцова, Е.А. Многолетняя динамика численности вредных насекомых в зерновых агроценозах Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2014. – № 2 (34). – С. 27–32.
6. Информация о вредных организмах, имеющих карантинное значение для основных стран импортеров российского зерна в Волгоградской области на 08.10.2021 г. [Электронный ресурс] – 2021. – URL: <https://rosselhocenter.com/index.php/monitoring-karantinnykh-ob-ektov-dlya-stran-importerov/30711-informatsiya-o-vrednykh-organizmakh-imeyushchikh-karantinnoe-znachenie-dlya-osnovnykh-stran-importerov-rossijskogo-zerna-v-volgogradskoj-oblasti-na-08-10-2021g> (дата обращения 11.11.2021).
7. Комаров, Е.В. Борьба со стеблевым хлебным пилильщиком без применения ядохимикатов // Тезисы докладов научно-практической конф. молодых учёных и специалистов по охране окружающей среды. – Волгоград, 1977. – С. 75–76.
8. Комаров, Е.В. Комплексы жулици (Coleoptera, Carabidae) орошаемых и богарных пшеничных агроценозов и пути их формирования в полупустынной зоне Волгоградской области: автореф. дис... канд. биол. наук. МГУ, Москва, 1983.
9. Кузьмин, А.А. Анализ эффективности методов мониторинга энтомофауны в соевых агроценозах Амурской области // А.А. Кузьмин, Н.С. Анисимов / Вестник ДВО РАН. – 2018. – № 3. – С. 108–113.
10. МСФМ № 4. Требования по установлению свободных зон. Международные стандарты по фитосанитарным мерам. Подготовлено Секретариатом Международной конвенции по карантину и защите растений. – ФАО. 2017. – 10 с.
11. Нарчук, Э.П. Злаковые мухи (Diptera: Chloropidae) южно-Поволжья // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 3. – С. 218–226.
12. Сахаров, Н.Л. Вредные насекомые Нижнего Поволжья. – Саратов: ОГИЗ. Саратовское областное издательство. – 1947. – 424 с.

**Bibliographic list**

1. Anufriev, G.A. Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha) – Cicadas / G.A. Anufriev, A.F. Emelyanov // Key to insects of the Far East of the USSR. Vol. II. – L.: Nauka, 1988. – Pp. 12–495.
2. Grivanov, K.P. Wheat thrips // Proceedings of the Scientific and Production Conference on Plant Protection from Pests and Diseases in the South-East. – Saratov, 1958. – Pp. 50–57.
3. Grichanov, I.Ya. Maps of distribution and zones of harmfulness of pests of grain crops / I.Ya. Grichanov, E.I. Ovsyannikova, M.I. Saulich // St. Petersburg: VIZR, 2018. – 85 p. (Appendices to the journal «Plant Protection Bulletin», No. 27).
4. Emelyanov, A.F. Suborder Cicadinea – Cicadas // Key to insects of the European part of the USSR. Vol. I. – L.: Nauka, 1964. – Pp. 337–437.
5. Ivantsova, E.A. Long-term dynamics of the number of harmful insects in grain agrocenoses of the Lower Volga region // News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex. – 2014. – No. 2 (34). – Pp. 27–32.
6. Information on pests of quarantine importance for the main countries importing Russian grain in the Volgograd region as of 08.10.2021 [Electronic resource] – 2021. – URL: <https://rosselhocenter.com/index.php/monitoring-karantinnykh-ob-ektov-dlya-stran-importerov/30711-informatsiya-o-vrednykh-organizmakh-imeyushchikh-karantinnoe-znachenie-dlya-osnovnykh-stran-importerov-rossijskogo-zerna-v-volgogradskoj-oblasti-na-08-10-2021g> (accessed 11/11/2021).
7. Komarov, E.V. The fight against the stem sawfly without the use of pesticides // Abstracts of the scientific-practical conference young scientists and environmentalists. – Volgograd, 1977. – Pp. 75–76.
8. Komarov, E.V. Complexes of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of irrigated and rain-fed wheat agrocenoses and ways of their formation in the semi-desert zone of the Volgograd region: Abstract of the thesis. dis... cand. biol. Sciences. Moscow State University, Moscow, 1983.
9. Kuzmin, A.A. Analysis of the effectiveness of methods for monitoring the entomofauna in soybean agrocenoses of the Amur Region // A.A. Kuzmin, N.S. Anisimov / Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2018. – No. 3. – Pp. 108–113.
10. ISPM No. 4. Requirements for the establishment of pest free areas. International Standards for Phytosanitary Measures. Prepared by the Secretariat of the International Plant Protection Convention. – FAO. 2017. – 10 p.
11. Narchuk, E.P. Cereal flies (Diptera: Chloropidae) of the southern Volga region // Povolzhsky ecological journal. – 2005. – No. 3. – Pp. 218–226.
12. Sakharov, N.L. Harmful insects of the Lower Volga region. – Saratov: OGIz. Saratov regional publishing house. – 1947. – 424 p.

**Дополнительные сведения об авторе:**

**Комаров Дмитрий Анатольевич**, младший научный сотрудник, komarov\_da1974@mail.ru

**Additional information about the author:**

**Komarov Dmitriy Anatolievich**, junior researcher, komarov\_da1974@mail.ru

# ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО СЕМЕННОГО ТРАВСТОЯ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

## FORMATION OF HIGHLY PRODUCTIVE SEED ALFALFA HERBAGE UNDER IRRIGATION CONDITIONS

**Н.И. Бурцева**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**Т.Н. Дронова**, доктор сельскохозяйственных наук,  
**Е.И. Молоканцева**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**И.П. Ивина**

**N.I. Burtseva**, Candidate of Agricultural Sciences,  
**T.N. Dronova**, Doctor of Agricultural Sciences,  
**E.I. Molokantseva**, Candidate of Agricultural Sciences,  
**I.P. Ivina**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии возделывания семенной люцерны в условиях орошения. Эксперименты осуществлялись на светло-каштановых почвах опытного поля ФГБНУ ВНИИОЗ. Проводилась закладка двух многофакторных опытов. В первом опыте изучалось влияние режимов орошения, способов посева, видов и доз удобрений на продуктивность семенных травостоев люцерны; во втором – влияние норм высева, эффективности применения сидератов на симбиотическую деятельность и семенную продуктивность люцерны. Известно, что в росте и развитии люцерны важнейшая роль принадлежит корневой системе, обеспечивающей растения водой и минеральными веществами. В наших опытах на развитие корневой системы существенное влияние оказывал режим орошения. Масса корней во все годы жизни люцерны была большей в варианте опыта с увлажнением почвы на глубину 0,7 м: на посевах первого года пользования 5,64–6,10 т/га, второго – 6,78–7,51. При промачивании почвы на глубину 0,5 м эти показатели были соответственно равны 4,91–5,40 и 6,35–7,16 т/га. В результате исследований установлено, что при соблюдении оптимального водного и пищевого режимов почвы максимальная урожайность люцерны по всем вариантам была получена на летних посевах первого года пользования – 0,73–0,82 т/га, во второй год пользования 0,54–0,64 т/га. На весенних посевах этот показатель составлял 0,53–0,62 и 0,70–0,76 т/га – соответственно в первый и второй год пользования. На урожайность семенной люцерны значительное влияние оказывала густота стояния растений и сроки посева. В первый год пользования на вариантах с густотой 40 и 80 тысяч растений на 1 га урожай семян достигал 0,57–0,66 т/га при весеннем сроке посева и 0,76–0,86 т/га – летнем, при густоте травостоя 400 тысяч – 0,46–0,72 т/га.

The article presents the results of research on improving the technology of cultivation of seed alfalfa in irrigation conditions. The experiments were carried out on light chestnut soils of the experimental field of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. The bookmark of two multifactorial experiments was carried out. In the first experiment, the influence of irrigation regimes, sowing methods, types and doses of fertilizers on the productivity of alfalfa seed stands was studied; in the second, the influence of seeding rates, the effectiveness of the use of siderates on the symbiotic activity and seed productivity of alfalfa. It is known that the root system plays an important role in the growth and development of alfalfa, providing plants with water and minerals. In our experiments, the irrigation regime had a significant impact on the development of the root system. The mass of roots in all years of alfalfa's life was greater in the variant of the experiment with soil moistening to a depth of 0.7 m: on crops of the first year of use, 5.64–6.10 t/ha, the second – 6.78–7.51. When the soil was soaked to a depth of 0.5 m, these indicators were respectively equal to 4.91–5.40 and 6.35–7.16 t/ha. As a result of the research, it was found that with the observance of optimal water and food regimes of the soil, the maximum yield of alfalfa in all variants was obtained on summer crops of the first year of use – 0.73–0.82 t/ha, in the second year of use 0.54–0.64 t/ha. In spring crops, this indicator was 0.53–0.62 and 0.70–0.76 t/ha, respectively, in the first and second year of use. The yield of seed alfalfa was significantly influenced by the density of standing plants and the timing of sowing. In the first year of use on variants with a density of 40 and 80 thousand plants per 1 hectare, the seed yield reached 0.57–0.66 t/ha at the spring sowing period and 0.76–0.86 t/ha in summer, with a density of 400 thousand – 0.46–0.72 t/ha.

**Ключевые слова:** люцерна на семена, орошение, сидераты, накопление органики, урожайность.

**Key words:** alfalfa for seeds, irrigation, siderates, organic matter accumulation, yield.

**Введение.** Благодаря большому разнообразию видов и экологических типов люцерны по сравнению с другими многолетними травами имеет самый широкий ареал возделывания как в России, так и в других странах [1, 5, 11, 12]. С развитием орошения южные районы Поволжья стали базой для производства семян этой ценнейшей кормовой культуры [3, 6, 7, 9]. Потенциальная продуктивность люцерны здесь достигает 2,2–2,4 т/га семян, однако в производственных условиях урожай семян люцерны в среднем по региону не превышает 0,1–0,3 т/га, что свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования технологии возделывания этой культуры на семена [2, 4, 10].

Основные предпосылки формирования высокопродуктивных травостоев семенной люцерны на орошаемых землях следующие: оптимизация способа посева и густоты стояния растений, при которых создаются условия для более полного использования приходящей солнечной радиации в течение вегетации, определение потребности в тепле, воде, удобрениях с учётом биологических особенностей сортов люцерны, управление плотностью травостоя, орошением и удобрением, симбиотической деятельностью растений с целью формирования таких агрофитоценозов, в которых наиболее полно реализуется генетический потенциал продуктивности люцерны.

**Материалы и методы.** Сотрудниками отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур изучались вопросы совершенствования технологии возделывания семенной люцерны. Экспериментальная часть исследований включала:

– изучение влияния режимов орошения, способов посева, видов и доз удобрений на продуктивность семенных травостоев люцерны;

– изучение влияния точных норм высева, эффективности применения сидератов на симбиотическую деятельность и семенную продуктивность люцерны.

Кроме того, определяли оптимальные сроки посева новых районированных и перспективных сортов.

В соответствии с этим в схему первого многофакторного опыта по фактору А были включены варианты по поддержанию дифференцированного уровня увлажнения почвы 70–75 % НВ до цветения люцерны и 60–65 % НВ в фазу цветения и созревания при промачивании почвы на глубину 0,5 м (1 вариант), 0,7 м (2 вариант) и 0,9 м (3 вариант); по фактору В – внесение минеральных (NPK) и органических (навоза и сидерата) удобрений дозами, рассчитанными на получение 0,7–0,8 т/га семян. Исследования проводили на двух способах посева – широкорядном и рядовом. Высевали люцерну сорта Ленинская местная.

Во втором опыте в схему экспериментальных работ были включены 3 варианта по питательному режиму почвы (посев по зяби без внесения удобрений (контроль) и по двум сидеральным смесям: подсолнечника с викией и овса с редькой), 3 варианта по густоте травостоя (40, 80, 400 тыс. раст./га в посевах с шириной междурядий 0,7 м). Опыты по всем вариантам проводили на разных сроках посева люцерны – весеннем и летнем.

Исследования осуществлялись на опытном поле ФГБНУ ВНИИОЗ на типичных светло-каштановых почвах.



Агротехника возделывания сидератов складывалась из внесения удобрений дозами, рассчитанными на получение 30 т зеленой массы подсолнечника с викией и 35 т – овса с редькой, покровного боронования, посева подсолнечника нормой 22 кг, викии – 40, овса – 100 и редьки – 5 кг всхожих семян на гектар, послепосевого прикатывания. За период вегетации культур проводили два-три полива оросительной нормой 600–1200 м<sup>3</sup>/га.

Опытные участки после уборки предшествующих культур, сидератов, в третьей декаде июня – первой декаде июля обрабатывали дисковыми луцильниками с последующей отвальной вспашкой на глубину 0,25–0,27 м. Предпосевная обработка включала две культивации и прикатывание кольчатыми катками. Люцерну высевали сеялками точного высева СН-16ПМ на глубину 0,03–0,04 м с обязательным послепосевным прикатыванием. Весенний посев в годы исследования проводили в сроки от 30 апреля до 6 мая, летний – с 1 до 10 августа. Уборку семян начинали после обработки посевов люцерны реглоном нормой 5–6 кг/га при побурении 75–80 % бобов

Таблица 1 – Режим орошения и продолжительность межполивных периодов на посевах люцерны в зависимости от глубины увлажнения почвы и влагообеспеченности года исследований

Расчётная глубина увлажнения почвы поливами, м	Год исследований по влагообеспеченности атмосферными осадками	Число поливов	Дата проведения поливов (первый, последний)	Продолжительность межполивных периодов, сут.		Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
				min	max	
0,5	Засушливый	5	3.05, 11.07	9	24	2900
	Среднезасушливый	4	22.05, 13.07	9	26	2600
	Влажный	2	3.05, 7.06	-	33	1200
0,7	Засушливый	4	8.05, 11.07	16	25	3000
	Среднезасушливый	3	28.05, 10.07	13	28	2300
	Влажный	1	15.05	-	-	700
0,9	Засушливый	3	14.05, 11.07	26	27	2600
	Среднезасушливый	2	3.06, 8.07	-	33	2100
	Влажный	1	27.05	-	-	900

Таблица 2 – Накопление массы сухих корней по годам использования люцерны в зависимости от водного и пищевого режимов, способов посева, т/га (летний посев)

Глубина увлажнения почвы, м	Удобрение	Масса корней по годам использования люцерны	
		первый	второй
0,5	$N_{60}P_{180}K_{30}$	5,24 4,91	7,01 6,35
	Навоз-60 т/га	5,40 5,02	7,16 6,45
	Сидерат – 16 т/га	5,21 4,98	7,13 6,41
0,7	$N_{60}P_{180}K_{30}$	5,90 5,64	7,41 6,78
	Навоз – 60 т/га	6,10 5,75	7,51 6,89
	Сидерат – 16 т/га	6,00 5,70	7,47 6,85
0,9	$N_{60}P_{180}K_{30}$	5,80 5,31	6,90 6,57
	Навоз – 60 т/га	5,95 5,42	7,00 6,64
	Сидерат – 16 т/га	5,78 5,37	6,95 6,59

прямым комбайнированием («Сампо-500») Поливная норма в варианте опыта с промачиванием почвы на глубину 0,5 м составляла 500, 0,7 м – 700, 0,9 м – 900 м<sup>3</sup>/га.

**Результаты и обсуждение.** Режим орошения семенной люцерны был различным в зависимости от влагообеспеченности года атмосферными осадками и количества поливов (таблица 1).

Суммарное водопотребление люцерны во все годы исследований было самым высоким в варианте опыта с глубиной промачивания почвы 0,5 м. В рядовом посеве в среднем за годы исследований оно составляло 4626, широкорядном – 4476 м<sup>3</sup>/га. При глубине промачивания почвы 0,7 м – соответственно 4436 и 4296, 0,9 м – 4276 и 4156 м<sup>3</sup>/га.

В создании органического вещества растительных организмов основное значение имеет фотосинтез [8]. Во все годы исследований ассимиляционная поверхность у люцерны более интенсивно развивалась на посевах варианта опыта с поддержанием дифференцированного режима влажности почвы не ниже 70–75 и 60–65 % НВ в слое 0,5 м и в обычном рядовом посеве достигала 57,9–62,2, широкорядном – 45,8–54,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. Однако усиленное развитие вегетативной массы было нецелесообразным, так как ухудшало плодоношение семенной люцерны. В варианте опыта с промачиванием почвы на глубину 0,9 м площадь листьев была минимальной: в рядовом посеве 41,9–50,1, широкорядном – 31,8–41,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наиболее благоприятные условия для создания высокопродуктивного травостоя семенной люцерны

сложились в варианте с предполивной влажностью почвы 70–75 % НВ до цветения и 60–65 % НВ в фазу цветения и плодообразования при расчётной глубине увлажнения почвы поливами на 0,7 м. Максимальная листовая поверхность в этом варианте опыта составила 52,6–61,3 тыс. м<sup>2</sup>/га на люцерне обычного рядового и 38,0–47,2 тыс. – широкорядного посева. Здесь же во все годы исследований были получены самые высокие урожаи семян.

В росте и развитии люцерны важная роль принадлежит корневой системе, обеспечивающей растения водой и минеральными веществами. Положительное значение корневой системы оценивается также количеством накапливаемых корневых остатков, которые, оставаясь в почве, улучшают её плодородие и водно-физические свойства. В посевах люцерны первого года пользования к концу вегетации накапливалось 4,91–6,10 т/га сухих корней. На развитие корневой системы существенное влияние оказывал режим орошения (таблица 2).

Масса корней во все годы жизни люцерны была большей в варианте опыта с увлажнением почвы на глубину 0,7 м: на посевах первого года пользования 5,64–6,10, второго – 6,78–7,51 т/га. При промачивании почвы на глубину 0,5 м эти показатели были соответственно равны 4,91–5,40 и 6,35–7,16 т/га.

Следует отметить, что масса сухих корней в широкорядном посеве в разные годы и независимо от глубины увлажнения почвы была выше, чем в рядовом. Внесение навоза, особенно в широкорядных посевах, способствовало некоторому увеличению количе-

ства корневых остатков по сравнению с вариантами внесения минеральных удобрений и сидерата (таблица 2).

В первом опыте формирование бобово-ризобиального симбиоза изучалось у люцерны летнего срока посева при внесении  $N_{60}P_{180}K_{30}$ , 60 т/га навоза, 16 т/га сидератов, во втором – определялось влияние разных сидератов на образование клубеньков. В первом опыте было установлено, что органические удобрения создают наиболее благоприятную среду для активного симбиоза. Вследствие минерализации органической массы азот сидерата переходит в минеральную форму и используется растениями более продолжительное время. Благодаря запашке сидератов число клубеньков на корнях одного растения увеличивалось с 20–35 до 35–60 шт., причём на варианте опыта со смесью подсолнечника с викией их количество как на летних, так и на весенних посевах достигало 35–54, со смесью овса с редькой – 29–40 шт.

При соблюдении оптимального водного и пищевого режимов почвы в наших опытах максимальная урожайность по всем сортам люцерны была получена на летних посевах первого года пользования – 0,73–0,82 т/га (для сравнения: во второй год пользования 0,54–0,64 т/га). На весенних посевах этот показатель во второй год пользования составлял 0,70–0,76, а в первый – 0,53–0,62 т/га. Люцерны сорта Унитро в первый и второй годы пользования формировала более высокие урожаи в сравнении с посевами сортов Вега 87 и Ленинская местная.

Важным показателем продуктивности семенного травостоя люцерны является структура урожая. Растения сорта Ленинская местная весеннего посева образовывали от 1,9 до 3,0 генеративных стеблей, а летнего – 2,0–3,4, кистей – соответственно 26–220 и 34–272, бобов в кисти – 5,0–7,5 и 5,2–8,1 шт. При этом посеvy люцерны сортов Вега 87 и Унитро на всех вариантах опыта имели более высокие показатели по элементам структуры урожая (таблица 3).

На урожайность семенной люцерны существенное влияние оказывают густота стояния растений и способ посева. В опытах все структурные показатели растений в широкорядных посевах были выше, чем рядовых.

Формируя ту или иную плотность травостоя, мы пытались создать оптимальные условия для роста и развития растений и обосновать возможность снижения норм высевы люцерны в широкорядном посевах (междурядья 0,7 м). Как показали исследования, в вариантах опыта с густотой стояния растений на 1 га 40 и 80 тыс. по сравнению с 400 тыс. была лучше структура

Таблица 3 – Структура плодоносящих растений люцерны первого года пользования весеннего/летнего сроков посева (средние данные за 3 года)

Сорт люцерны	Густота стояния растений, тыс./га	На 1 растении продуктивных, штук			Бобов в кисти, шт.	Семян в бобе, шт.	Урожайность, т/га
		стеблей	ветвей 1 и 2 порядка	кистей			
<i>Запашка подсолнечника с викой</i>							
Ленинская местная	40	3,0/3,4	17,2/20,5	207/245	7,5/8,0	4,5/4,6	0,51/0,70
	80	2,8/3,2	16,5/21,3	112/140	7,4/8,1	4,5/4,5	0,55/0,78
	400	2,2/2,4	12,0/13,6	28/40	5,3/5,2	3,8/4,0	0,40/0,62
Вега 87	40	3,1/3,6	17,7/21,8	225/243	7,8/8,2	4,6/4,8	0,59/0,74
	80	3,0/3,3	17,0/22,5	118/143	7,6/8,1	4,5/4,7	0,59/0,80
	400	2,2/2,5	12,0/15,2	30/38	5,3/5,7	4,1/4,2	0,48/0,66
Унитро	40	3,1/3,8	17,9/27,6	228/230	7,8/8,8	4,6/5,3	0,60/0,82
	80	3,0/3,6	17,0/26,7	132/138	7,6/8,3	4,5/5,0	0,66/0,86
	400	2,1/2,7	12,1/21,2	30/38	5,5/5,9	4,0/4,5	0,49/0,72
<i>Запашка овса с редькой</i>							
Ленинская местная	40	2,8/2,7	16,8/19,4	220/272	7,3/7,3	4,1/4,4	0,50/0,65
	80	2,6/2,6	16,3/18,9	119/132	7,5/7,9	3,9/4,5	0,51/0,69
	400	1,9/2,0	11,8/15,4	26/34	5,0/5,6	3,7/4,0	0,35/0,56
Вега 87	40	2,9/3,2	18,4/20,6	245/262	7,3/8,0	4,2/4,6	0,55/0,71
	80	2,9/2,8	17,9/19,1	122/144	7,3/8,2	4,3/4,4	0,56/0,77
	400	1,8/2,3	12,0/15,6	30/34	5,2/5,7	3,9/4,2	0,43/0,60
Унитро	40	3,0/3,0	19,1/24,8	230/235	7,5/8,5	4,5/5,1	0,57/0,76
	80	3,1/3,0	17,8/23,9	118/123	7,4/8,3	4,5/5,2	0,58/0,78
	400	2,0/2,6	12,2/19,3	32/36	5,0/5,8	3,9/4,5	0,46/0,66

урожа и выше урожайность. Особенно заметной эта разница была во влажные годы, когда в условиях избыточного увлажнения на ветвях растений в более густых посевах отмечалось значительное количество незрелых кистей.

За годы исследований более урожайным был сорт Унитро. В первый год пользования на вариантах с густотой 40 и 80 тыс. раст./га урожай семян достигал 0,57–0,66 т/га при весеннем сроке посева и 0,76–0,86 т/га – летнем. При густоте травостоя 400 тыс. раст./

га – 0,46–0,72 т/га. Сорта Вега 87 и Ленинская местная по этому показателю на всех вариантах опыта несколько уступали сорту Унитро (таблица 4).

**Заключение.** Таким образом, для создания высокопродуктивного семенного травостоя люцерны и получения 0,7–0,8 т/га семян необходимо сочетание следующих основных урожаеобразующих факторов:

- поддержание дифференцированной влажности почвы в слое 0,7 м: не ниже 70–75 % НВ до цветения и 60–65 % НВ – после цветения;

- создание густоты стояния растений 80 тыс./га при ширине междурядий в посевах 0,7 м;
- улучшение плодородия почвы за счёт запашки сидератов;
- использование в посевах на орошаемых землях перспективного сорта люцерны Унитро и районированного – Вега 87, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков и повышенной активностью симбиотической азотфиксации.

Таблица 4 – Урожайность семенной люцерны первого года пользования, т/га

Срок посева (А)	Сидеральная смесь (В)	Густота стояния растений, тыс./га (С)	Сорт люцерны (D)		
			Ленинская местная	Вега 87	Унитро
Весенний	Без удобрений (контроль)	40	0,24	0,32	0,34
		80	0,23	0,32	0,33
		400	0,16	0,21	0,22
	Подсолнечник с викой	40	0,51	0,59	0,60
		80	0,55	0,59	0,66
		400	0,40	0,48	0,49
	Овёс с редькой	40	0,50	0,55	0,57
		80	0,51	0,56	0,58
		400	0,35	0,43	0,46
Летний	Подсолнечник с викой	400	0,70	0,74	0,82
		80	0,78	0,80	0,86
		400	0,62	0,66	0,72
	Овёс с редькой	40	0,65	0,71	0,76
		80	0,69	0,77	0,78
		400	0,56	0,60	0,66

**Библиографический список**

1. Ахметзянова, Р.Р. Приём повышения семенной продуктивности, посевных качеств и урожайных свойств пёстрогибридной люцерны / Р.Р. Ахметзянова, Х.З. Каримов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (25). – С. 5–10.
2. Гущина, В.А. Семенная продуктивность люцерны изменчивой при различных способах выращивания / В.А. Гущина, О.А. Тимошкин, Г.Н. Володькина, Ф.П. Четвериков // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 9. – С. 23–26.
3. Дронова, Т.Н. Научные результаты исследований по многолетним травам / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2017. – № 3 (47). – С. 46–56.
4. Дронова, Т.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания семенной люцерны / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, А.Т. Барабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – № 4 (24). – С. 27–31.
5. Золотарёв, В.Н. Биологические основы агроэкологического семеноводства люцерны в России / В.Н. Золотарёв, Н.И. Переправо, Г.В. Степанова // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 44–47.
6. Иванов, А.Ф. Возделывание люцерны в условиях орошения / А.Ф. Иванов, Г.А. Медведев. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 112 с.
7. Игнатъев, С.А. Урожайность различных сортов люцерны на юге Ростовской области / С.А. Игнатъев, Т.В. Грязева, Н.Г. Игнатъева // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 6. – С. 19–23.
8. Козырева, М.Ю. Фотосинтетические показатели посевов люцерны в зависимости от типа азотного питания / М.Ю. Козырева, Л.Ж. Басиева // Вестник НГАУ. – 2020. – № 2 (55). – С. 27–33.
9. Ломов, М.В. Люцерна высокобелковая кормовая культура / М.В. Ломов, Ю.М. Писковацкий // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 6–15.
10. Таскаева, А.Г. Технология возделывания люцерны на семена в условиях лесостепи Челябинской области / А.Г. Таскаева, В.В. Рыболов, Л.М. Медведева // Актуальные вопросы агроинженерных и агрономических наук: материалы Национальной (Всероссийской) научной конференции института агроинженерии, института агроэкологии. – Челябинск. – 2021. – С. 227–232.
11. Darapuneni, M.K. Influence of irrigation regimes on alfalfa dry matter yield and water productivity in a semiarid subtropical environment / M.K. Darapuneni, L.M. Lauriault, D.M. Vanleeuwen, S.V. Angadi // Irrigation and Drainage. – 2020. – Vol. 69. – Pp. 1063–1071.
12. Kamran, M. Irrigation and nitrogen fertilization influence on alfalfa yield, nutritive value, and resource use efficiency in an arid environment / M. Kamran, Z. Yan, Q. Jia [et al.] // Field Crops Research. – 1 August 2022. – Vol. 284. – P. 108587.

**Дополнительные сведения об авторах:**

**Наталья Ивановна Бурцева**, ведущий научный сотрудник, burtseva.ni58@yandex.ru,  
**Тамара Николаевна Дронова**, главный научный сотрудник, tam.dronowa@yandex.ru,  
**Елена Ивановна Молоканцева**, старший научный сотрудник, elena-molok@yandex.ru,  
**Ирина Павловна Ивина**, младший научный сотрудник, ivinai@bk.ru

**Bibliographic list**

1. Akhmetzyanova, R.R. Method for increasing seed productivity, sowing qualities and yield properties of variegated alfalfa / R.R. Akhmetzyanova, Kh.Z. Karimov // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. – 2017. – No. 1 (25). – Pp. 5–102.
2. Gushchina, V.A. Seed productivity of variable alfalfa under different growing methods / V.A. Gushchina, O.A. Timoshkin, G.N. Volodkina, F.P. Chetverikov // Agrarian Scientific Journal. – 2021. – No. 9. – Pp. 23–26.
3. Dronova, T.N. Scientific results of research on perennial grasses / T.N. Dronova, N.I. Burtseva, E.I. Molokantseva // Proceedings of the Nizhnevolzhsky AgroUniversity Complex. – 2017. – No. 3 (47). – Pp. 46–56.
4. Dronova, T.N. Resource-saving technology of cultivation of seed alfalfa / T.N. Dronova, N.I. Burtseva, A.T. Barabanov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky AgroUniversity Complex. – 2011. – No. 4 (24). – Pp. 27–31.
5. Zolotarev, V.N. Biological bases of agroecological alfalfa seed production in Russia / V.N. Zolotarev, N.I. Crossing, G.V. Stepanova // Bulletin of the Russian Agricultural Science. – 2016. – No. 4. – Pp. 44–47.
6. Ivanov, A.F. Cultivation of alfalfa under irrigation / A.F. Ivanov, G.A. Medvedev. – M.: Rosselkhozizdat, 1977. – 112 p.
7. Ignatiev, S.A., Gryazeva T.V., Ignatieva N.G. Productivity of various varieties of alfalfa in the south of the Rostov region / S.A. Ignatiev, T.V. Gryazeva, N.G. Ignatieva // Grain economy of Russia. – 2016. – No. 6. – Pp. 19–23.
8. Kozyreva, M.Yu. Photosynthetic indicators of alfalfa crops depending on the type of nitrogen nutrition / M.Yu.Kozyreva, L.Zh. Basieva // Bulletin of NSAU. – 2020. – No. 2 (55). – Pp. 27–33.
9. Lomov, M.V. Alfalfa is a high-protein fodder crop / M.V.Lomov, Yu.M.Piskovatsky // Adaptive feed production. – 2021. – No. 3. – Pp. 6–15.
10. Taskaeva, A.G. Technology of cultivation of alfalfa for seeds in the conditions of the forest-steppe of the Chelyabinsk region / A.G. Taskaeva, V.V. Rybolov, L.M. Medvedev // In the collection: Topical issues of agroengineering and agronomic sciences. Materials of the National (All-Russian) Scientific Conference of the Institute of Agroengineering, Institute of Agroecology. – Chelyabinsk. – 2021. – Pp. 227–232.
11. Darapuneni, M.K. Influence of irrigation regimes on alfalfa dry matter yield and water productivity in a semiarid subtropical environment / M.K. Darapuneni, L.M. Lauriault, D.M. Vanleeuwen, S.V. Angadi // Irrigation and Drainage. – 2020. – Vol. 69. – Pp. 1063–1071.
12. Kamran, M. Irrigation and nitrogen fertilization influence on alfalfa yield, nutritive value, and resource use efficiency in an arid environment / M. Kamran, Z. Yan, Q. Jia [et al.] // Field Crops Research. – 1 August 2022. – Vol. 284. – P. 108587.

**Additional information about the authors:**

**Natalia Ivanovna Burtseva**, Leading Researcher, burtseva.ni58@yandex.ru,  
**Tamara Nikolaevna Dronova**, Chief Researcher, tam.dronowa@yandex.ru,  
**Elena Ivanovna Molokantseva**, Senior Researcher, elena-molok@yandex.ru,  
**Irina Pavlovna Ivina**, Junior Researcher, ivinai@bk.ru

# АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ МАЛЫХ ГОРОДОВ

## AGRO-INDUSTRIAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF SMALL TOWNS

А.Л. Фёдоров,  
Л.Н. Медведева<sup>1</sup>, доктор экономических наук

A.L. Fedorov,  
L.N. Medvedeva<sup>1</sup>, Doctor of Economics Sciences

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture Volgograd

Мировой тренд – концентрация населения в крупных городах и агломерациях в обозримом будущем может привести к дисбалансу пространственного развития, станет одной из проблем цивилизации. Целью работы стало изучение агропромышленного подхода в развитии малых городов, формирование, с учётом экономического потенциала, моделей городов будущего. На основе анализа научно-публицистической литературы и практики управления малыми городами были выделены факторы, в наибольшей мере влияющие на состояние экономики, определены области, обеспечивающие поступательное или регрессивное развитие территорий. С помощью инструментария экономико-математического моделирования определены векторы развития малых городов, дана оценка менталитета населения и традиций, в наибольшей мере влияющих на выбор моделей городской жизни. Показано, что для малых городов, как локальных центров сельских или прилегающих к агломерациям территорий, агропромышленный подход в развитии экономики является весьма перспективным и востребованным. На основе построенного ландшафтно-антропогенного профиля малого города определены основные функциональные зоны, креативные пространства, обозначены приоритеты в продвижении «умных» технологий. В работе показана деятельность администрации Котельниковского городского поселения Волгоградской области по развитию территории, укреплению доходной базы бюджета, формированию благоприятной среды для труда и отдыха. Практическая значимость исследования направлена на распространение опыта малых городов Волгоградской области в части развития агропромышленного потенциала, инфраструктуры, благоустройства и улучшения среды обитания человека. Делается вывод о том, что малые города могут быть экономически и социально эффективными поселениями, достаточно конкурентоспособной единицей пространственного развития Российской Федерации.

The global trend – the concentration of the population in large cities and agglomerations, in the foreseeable future can lead to an imbalance in spatial development, will become one of the problems of civilization. The aim of the work was to study the agro-industrial approach in the development of small towns, the formation, taking into account the economic potential, models of cities of the future. Based on the analysis of scientific and journalistic literature and the practice of managing small towns, the factors that have the greatest impact on the state of the economy were identified, areas that ensure the progressive or regressive development of territories were identified. With the help of tools of economic and mathematical modeling, the vectors of development of small towns are determined, the mentality of the population and traditions, which have the greatest influence on the choice of models of urban life, are assessed. It is shown that for small towns, as local centers of rural areas or territories adjacent to agglomerations, the agro-industrial approach to the development of the economy is very promising and in demand. On the basis of the built landscape-anthropogenic profiles of a small town, the main functional zones, creative spaces were determined, priorities in the promotion of «smart» technologies were identified. The work shows the activities of the Administration of the Kotelnikovskiy urban settlement of the Volgograd region in developing the territory, strengthening the revenue base of the budget, creating a favorable environment for work and recreation. The practical significance of the study is aimed at disseminating the experience of small towns of the Volgograd region in terms of the development of agro-industrial potential, infrastructure, improvement and improvement of the human environment. It is concluded that small towns can be economically and socially efficient settlements, a fairly competitive unit of the spatial development of the Russian Federation.

**Ключевые слова:** малые города, менталитет населения, инвестиции, агропромышленный потенциал, модели малых городов.

**Key words:** small towns, mentality of the population, investments, agro-industrial potential, models of small towns.

**Ведение.** Рыночные реформы 90-х годов XX века изменили административные и экономические основы развития российских городов, поставив в приоритет развитие крупных городов и агломераций. Исторический экскурс показывает, что подавляющее боль-

шинство российских малых городов было образовано в период плановой индустриализации страны, являясь одними из звеньев государственных производственных цепочек [12]. Изменившиеся условия хозяйствования, развивающиеся рыночные отношения

поставили перед местными властями малых городов задачу: обеспечить развитие экономики на основе имеющихся ресурсов с ограниченным трансфером финансовых ресурсов из федерального и регионального центров [5]. По своей специализации малые города



Таблица 1 – Численность населения Российской Федерации по местам проживания, 01.01.2021 г.

Наименование	Всё население	Городское население	Сельское население
Российская Федерация	146 171 015	109 251 646	36 919 369
Центральный федеральный округ	39250960	32346663	6904297
Северо-Западный федеральный округ	13941959	11848191	2093768
Южный федеральный округ	16482488	10378229	6104259
Северо-Кавказский федеральный округ	9967301	5026905	4940396
Приволжский федеральный округ	29070827	21016816	8054011

могут быть: промышленными, сельскохозяйственными, историческими, культурными или туристическими центрами. Несмотря на небольшое количество жителей, они являются важными элементами пространственной организации, выступают транзитными центрами между сельскими территориями и агломерациями. Институт экономики РАН считает, что количество малых городов в пространственной структуре страны – 789. На 1 января 2021 года в Российской Федерации насчитывалось 119 муниципальных округов, а из 1115 городов 85 % относятся к малым и средним (таблица 1) [1, 2].

Анализ развития малых городов свидетельствует, что в них повсеместно проявляются многочисленные экономические и социальные проблемы, низкая конкурентоспособность, высокий износ основных фондов, что ведёт к ежегодному сокращению численности населения, оттоку молодёжи и людей трудоспособного возраста в крупные города [7].

В принятой в 2019 году Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года проблема депопуляции городов с численностью населения менее 100 тыс. человек не прошла незамеченной [9]. В документе сделан акцент на повышение устойчивости системы расселения населения за счёт укрепления экономической базы малых городов, имеющих статус монопрофильных муниципальных образований, исторических поселений и наукоградов. В качестве одного из направлений было предложено дальнейшее развитие малых и средних городов «как межмуниципальных обслуживающих центров сельских территорий, обеспечивающих население социальными, информационно-консультационными и иными услугами». Важность и значимость реализации мер государственной поддержки малых и средних городов неоднократно поднималась в трудах российских учёных-исследователей: Е.М. Бухвальда, Г.Ю. Ветрова, Н.В. Зубаревича, В.В. Ивантера, Л.Н. Медведевой, В.Н. Лексина, Л.С. Шаховской, Б.С. Хорева и др. Разработки моделей городов будущего ведутся во многих научных учреждениях

и организациях, в том числе: МГУ, ВШЭ, ВЭО, ВолгГТУ, а также в Союзе малых городов. В настоящее время активно обсуждается проект закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти», где основной идеей проходит необходимость включения органов местного самоуправления в единую с органами государственной власти систему управления. Признавая значимость и правомерность данной постановки вопроса, нельзя согласиться с предложенной схемой – заменой четырёхуровневой модели административного устройства страны: поселение – район – регион – федерация на трёхуровневую: район – регион – федерация с одновременной ликвидацией самоуправления на поселенческом уровне. Союз малых городов обращает внимание, что предложенный на обсуждение законопроект удаляет из правового пространства сельские и городские поселения, т. е. убирает такой тип поселений, как малые города. Требуется поиск новых подходов к определению места и роли малых городов, которые тесно связаны с сельскими поселениями, являют собой агропромышленное предпринимательство.

**Материалы и методы.** Методологическую основу исследования составили научные труды российских и зарубежных учёных в области управления, планирования и формирования механизмов и инструментов городской политики. В ходе исследования применялись методы синтеза, обобщения, экспертных оценок и наблюдения. Источниками информации послужили официальные данные Росстата, материалы Минэкономразвития РФ, адми-

нистрации городского поселения Котельниково Волгоградской области и ФГБНУ ВНИИОЗ.

**Результаты и обсуждение.** Базисом развития малых городов выступает система местного самоуправления, которая представляет нижний уровень власти и является формой самоорганизации граждан страны. С 1 января 2009 года в стране действует 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», который сформировал двухуровневую систему муниципального управления с разграничением финансовых и экономических полномочий между муниципальными районами и входящими в их состав городскими и сельскими поселениями [14]. С законодательной точки зрения, подавляющее большинство малых городов относится к городским поселениям с высоким уровнем дотаций из федерального центра. В 1996 году была принята «Федеральная комплексная программа развития малых и средних городов Российской Федерации в условиях экономической реформы» (постановление Правительства РФ от 28 июня 1996 г. № 762), которая, к сожалению, так и не была реализована. Сейчас внимание руководителей малых городов сосредоточено на выполнении национальных проектов. Формирование комфортной городской среды является естественным процессом развития территорий и охватывает экономическую и социальную сферы. Городской ландшафт должен гармонично сочетаться с окружающей экосистемой сельских территорий, обеспечивать развитие бизнеса, сохранять физический и эмоциональный настрой социума. Ландшафтно-антропогенный

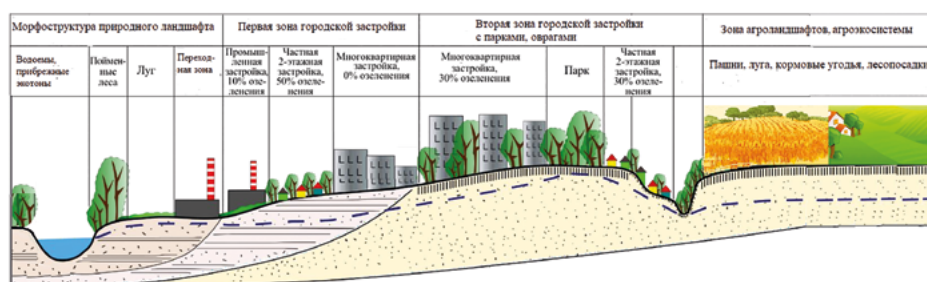


Рисунок 1 – Условный ландшафтно-антропогенный профиль малого города, расположенного на сельской территории

профиль малого города на начальной стадии повторяют контуры природных линий рельефа, подстилающих пород, водных объектов. С развитием города выделяются новые функциональные зоны, появляется высотная застройка, формируются креативные зоны отдыха (рисунок 1) [6].

В Волгоградской области на 1 января 2022 года насчитывается 466 муниципальных образований, в том числе 32 муниципальных района, 399 сельских поселений [3, 15]. Система городских поселений области представлена 19 городами, шесть из которых (Волгоград, Волжский, Камышин, Михайловка, Урюпинск, Фролово) относятся к городам областного подчинения, а 13 (Дубовка, Жирновск, Калач-на-Дону, Котельниково, Краснослободск, Котово, Ленинск, Николаевск, Новоаннинский, Палласовка, Петров Вал, Серафимович, Сувоикино) – районного подчинения. Города региона отличаются друг от друга численностью населения, экономическим потенциалом, степенью участия в территориальном разделении труда. Малых городов – 15, их доля в общей численности населения составляет 11,4 %. Большая часть малых городов расположена в транспортных узлах – Новоаннинский, Фролово, Петров Вал, Котельниково, Сувоикино, другая – в местах интенсивного сельского хозяйства – Новоаннинский, Николаевск, Сувоикино, Серафимович, Урюпинск, Жирновск, Котово. Перспективы развития малых городов Волгоградской области целесообразно увязывать с развитием агропромышленного комплекса, переработкой и хранением сельскохозяйственного сырья. Основными приоритетами научно-технического развития сельских территорий являются: повышение продуктивности орошаемых земель, формирование устойчивых экосистем в кормопроизводстве, растениеводстве, земледелии, животноводстве [4].

Малые города, в силу исторической привязанности к сельским территориям, впитали в себя обычаи и традиции сельскохозяйственного уклада жизни, стали базовыми центрами межпоселкового обслуживания населения. Агропромышленный потенциал малых городов и прилегающих сельских территорий представлен земельными, трудовыми, материально-техническими и инвестиционными ресурсами. К числу методов оценки агропромышленного потенциала малых городов можно отнести: оценку сельскохозяйственных угодий, позволяющую определить степень влияния земельного ресурса на результаты материального производства (ресурсоёмкость, трудообеспеченность и фондооснащённость); стоимостную оценку ресурсов, привлекательности инвестиций [4, 16]. Большие возможности в повышении агропромышленного потенциала заложены в специализации и кооперации предпринимательских организаций. Проведённые расчёты показывают, что наибольшую отдачу предприниматели могут получить при использовании земельных, трудовых и материально-технических ресурсов в соотношении: 0,5 – 0,25 – 0,25.

Малые города требуют комплексного подхода при формировании стратегии, так как площадь их значительно меньше крупных городов, а функциональная зональность повторяет профиль крупных городов, и это: производственные площадки, жилая и общественно-деловая застройка, инженерная инфраструктура, транспортные коридоры, центры общественно-деловых коммуникаций. Для оценки качества городской среды и комфортности проживания населения используются несколько показателей, в числе которых – индекс CDI, который отражает уровень благосостояния населения, состояние инфраструктуры (оборудование жилых помещений водопроводом,

канализацией, электричеством, телефоном и т. п.) [8]. Впервые расчёт CDI был применён на Конференции ООН по развитию городов<sup>1</sup>, производился по формуле:

$$CDI = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n I_{ij}, \quad (1)$$

где:  $I_{ij}$  – субиндекс  $i$ -го города  $j$ -го показателя,  $n$  – число показателей.

Пространственный анализ статистических данных позволяет рассчитать индекс CDI для некоторых малых городов Волгоградской области. Лидерские позиции занимают Урюпинск (индекс CDI – 0,61), Фролово (0,43), Жирновск (0,42), Котельниково (0,40), Калач-на-Дону (0,37), Сувоикино (0,34). Достаточно весомым в индексе CDI остаётся показатель аварийного и ветхого жилья, по которому сильно отстают малые города: Дубовка (35,3 тыс. кв. м аварийного и ветхого жилья), Михайловка (14,3 тыс. кв. м), Серафимович (14,1 тыс. кв. м), Калач-на-Дону (13,7 тыс. кв. м), в остальных малых городах общая площадь аварийного и ветхого жилья составляет менее 10 тыс. кв. м. Оценка перспектив развития малых городов с помощью индекса CDI позволяет определить области выработки стратегических приоритетов (таблица 2).

В научных публикациях живой интерес вызывают модели «умных» городов для разного типа поселений. Как отмечается в одной из работ, интерес к умным технологиям обусловлен «распространившейся управленческой модой на определенные инновационные технологии, проекты с опорой на сложившуюся в регионах отраслевую структуру». При выборе модели важным остаётся определение драйверов, например, развитие агропромышленного потенциала. Причины, препятствующие внедрению умных малых городов, можно свести к дефициту финансирования, консервативности населения (рисунок 2) [10, 11].

К малым городам относится Котельниковское городское поселение, имеющее богатую историю и объединённое под брендом «Котельниково – Земля Героев». В Котельниково проживают более 20 тыс. человек, площадь района – 347,1 тыс. га, функционируют 4 муниципальных унитарных предприятия, оказывающих услуги в сфере жилищно-коммунального хозяйства, получающих ежегодное субсидирование из бюджета на приобретение техники, усовершенствование инженерных коммуникаций, ремонт внутригородских дорог, благоустройство территорий. Приоритетным в налоговой политике администрации города является формирование устойчивой базы, создание

<sup>1</sup>The City Development Index (CDI) / The State of the World's Cities. UNCHS (Habitat), 2001. P. 116–119

Таблица 2 – Стратегические векторы развития малых городов [8]

Вектор	Область стратегических приоритетов
1-й вектор	Формирование благоприятного хозяйственного климата. Задачи: – развитие существующего экономического потенциала малого бизнеса, новых отраслей – формирование потребительского рынка, системы межбюджетных отношений, государственно-частного партнерства
2-й вектор	Создание высококвалифицированного кадрового потенциала. Задачи: – развитие системы подготовки кадров – создание системы сохранения высококвалифицированных специалистов
3-й вектор	Развитие городской инфраструктуры. Задачи: – развитие ЖКХ и повышение эффективности использования муниципального имущества – улучшение состояние окружающей среды
4-й вектор	Создание благоприятной среды проживания. Задачи: – развитие образовательной, медицинской и досуговой сферы – предупреждение преступности

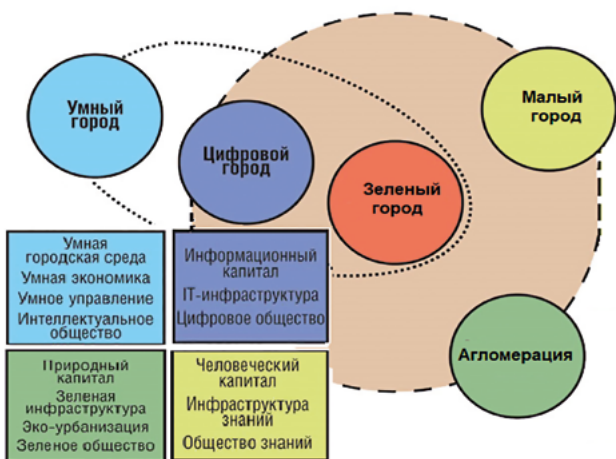


Рисунок 2 – Типы моделей городов применительно к отраслевой специализации и уровню конкурентоспособности

стимулов для развития предпринимательства, в том числе – малого. Общее количество хозяйствующих субъектов – 1217, из них: 15 % действует в торговой сфере, 10 % в промышленной, 49% в строительной. В 2020 г. реализовано продукции и оказано услуг на 67 млн руб. Совместно с сельскими поселениями района произведено скота и птицы – 5 тыс. тонн, молока – 23 тыс. тонн. Аграрный потенциал Котельниковского района включает: поголовье КРС – 11,5 тыс. голов, уборочную площадь – 103,8 тыс. га, здесь собирают 274 тыс. тонн зерна. В 2020 году на реализацию муниципальных программ было затрачено около 90 млн руб. Совместно с общественными организациями: «Советом ветеранов», «Союзом Женщин», «Боевым братством», Военно-патриотическим клубом «Дон», Молодёжным Парламентом, Станичным казачьим обществом «Котельниково», «Союзом комсомольских поколений», «Союзом Чернобыль» активно реализуются национальные и региональные проекты: «Жильё и городская среда», «Формирование комфортной городской среды Волгоградской области», «Формирование современной городской среды в Котельниковском городском поселении Котельниковского муниципального района Волгоградской области». Согласно Генеральному плану, в восточной части города появились два жилых района: «Дубовая роща» и «Восточный», активно ведётся создание Парка Героев (рисунки 3, 4).

Стратегическим инвестором для города стала корпорация «Евро-Хим-Волга Калий»,

которая занимается добычей калийных солей и производством минеральных удобрений. В рамках государственно-частного партнёрства с ООО «ЕвроХим-Волга Калий» был построен питьевой водовод из Гремячинского месторождения подземных вод (стоимость работ – 453,7 млн руб.).

Главная цель бюджетной политики администрации Котельниковского городского поселения – формирование финансово-

бюджетных условий для социально-экономического развития, создание комфортных условий для труда и жизни населения. При формировании бюджета особое внимание уделяется программно-целевому планированию: реализуются 15 целевых программ (55 % бюджета города). Формирование бюджета – наиболее важный и сложный вопрос в рамках реализации полномочий. Бюджет Котельниковского городского поселения бездефицитный и планомерно увеличивается из года в год (рисунок 5).

Постоянно реализуется комплекс мер по мобилизации дополнительных доходов, снижению задолженности по налогам и убыточных организаций. Достижимый прирост доходов обеспечивается за счёт более полного охвата всех потенциальных объектов налогообложения (рисунок 6).

**Заключение.** В пространственном развитии страны малые города имеют явно недооцененное значение. Реформа местного самоуправления, прошедшая в 2006 году, должна была способствовать решению накопившихся проблем, однако, по сути, мало что изменила. Высокий уровень дотационности бюджетов, зависимость от принимаемых на федеральном и региональном уровнях решений определили вектор развития на ближайшую перспективу. Однако в



Рисунок 3 – Новый микрорайон городского поселения Котельниково



Рисунок 4 – Проект создания Парка Героев

контексте дискуссий по проекту закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти» важным становится определение роли малых городов в развитии регионов. Признавая значимость малых городов, необходимо обратить внимание на развитие его агропромышленного потенциала, механизма государственно-частного партнёрства для привлечения инвестиций. Исследование позволяет определить статус малого города на сельских территориях как территориального образования в пространственном развитии страны с численностью жителей не более 100 тыс. чел., с агропромышленным потенциалом, обеспечивающим устойчивое развитие, интеграцию с окружающими сельскими поселениями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 6 от 20 декабря 2021 года «Концептуально-методологические основы формирования экологического экотона на водохозяйственных системах с построением агент-ориентированных моделей биосферного мониторинга и биоремедиации».

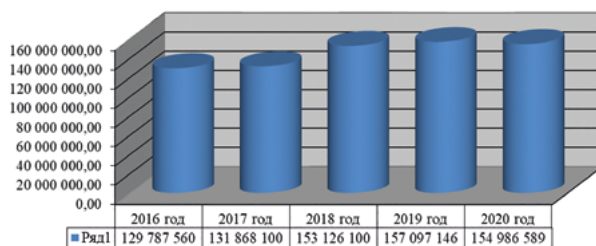


Рисунок 5 – Доходная часть бюджета Котельниковского городского поселения, по годам

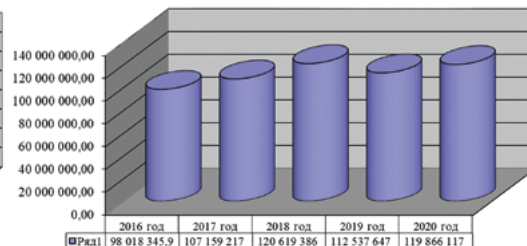


Рисунок 6 – Собственные доходы Котельниковского городского поселения, по годам

**Библиографический список**

1. База данных показателей муниципальных образований. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения: 17.06.2022).
2. Бухвальд, Е.М. Малые города в системе пространственного регулирования российской экономики / Е.М. Бухвальд, О.Н. Валентик // Региональная экономика. Юг России. – 2018. – № 1. – С. 169–180.
3. Волгоградская область в цифрах. 2020: краткий стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области. Волгоград. – 2021. – 205 с.
4. Галикеев, Р.Н. Оценка аграрного потенциала как фактора структуризации территорий / Р.Н. Галикеев, Р.Ф. Гатауллин // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6. – С. 366–371.
5. Зубаревич, Н.В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты / Вопросы экономики. – 2019. – № 1. – С. 135–145.
6. Леднева, О.В. Адаптированная система показателей оценивания устойчивости развития малых и средних городов целям устойчивого развития ООН / Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 12. – С. 521–526.
7. Малые города в социальном пространстве России / А.Ю. Ардальянова [и др.] // М.: ФНИСЦ РАН. – 2019. – 545 с.
8. Медведева, Л.Н. Стратегический консорциум: «зелёные» и «умные» города – будущее России / Тенденции и перспективы развития. Под. ред. В.И. Герасимова. – 2019. – С. 847–853.
9. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463> (дата обращения: 17.06.2022).
10. Сизов, Ю.И. Развитие среднего города на основе концепта: от «умного дома к умному городу» / Ю.И. Сизов, Л.Н. Медведева // Научные труды ВЭО России. – 2019. – Т. 218. – С. 573–580.
11. Смирнов, О.О. Потенциал развития секторов экономики малых городов России: современные тенденции / О.О. Смирнов, В.А. Безвербный // Социум и власть. – 2022. – № 1. – С. 62–64.
12. Социально-экономическое развитие малых городов России / под ред. Г.Ю. Ветрова. М.: Фонд «Институт экономики города». – 2002. – 102 с.
13. Ускова, Т.В. Стратегические приоритеты развития малых и средних городов / Т.В. Ускова, И.А. Секушина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2021. – Т. 14. – С. 56–70.
14. Федеральный закон от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420388415> (дата обращения: 17.06.2022).
15. Численность населения РФ по муниципальным образованиям / Росстат. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 08.06.2022).
16. Шерешева, М.Ю. Разработка направлений диверсификации сельской экономики в регионах России с учётом потенциала малых городов / М.Ю. Шерешева, М.С. Оборин, О.В. Шимук // Вестник Пермского университета. – 2017. – Т. 12. – С. 632–648.

**Дополнительные сведения об авторах:**

**Андрей Леонтьевич Фёдоров**, глава администрации Котельниковского городского поселения Волгоградской области, [kgp.volganet@mail.ru](mailto:kgp.volganet@mail.ru),

**Людмила Николаевна Медведева**, ведущий научный сотрудник<sup>1</sup>, [milena.medvedeva2012@yandex.ru](mailto:milena.medvedeva2012@yandex.ru)

**Bibliographic list**

1. Database of indicators of municipalities. [Electronic resource]. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (date of access: 06/17/2022).
2. Buchwald, E.M. Small towns in the system of spatial regulation of the Russian economy / E.M. Buchwald, O.N. Valentik // Regional Economics. South of Russia. – 2018. – No. 1. – Pp. 169–180.
3. Volgograd region in numbers. 2020: short stat. Sat. / Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Volgograd region. Volgograd. – 2021. – 205 p.
4. Galikeev, R.N. Assessment of agrarian potential as a factor in the structuring of territories / R.N. Galikeev, R.F. Gataullin // Fundamental research. – 2016. – No. 6. – Pp. 366–371.
5. Zubarevich, N.V. Spatial Development Strategy: Priorities and Tools / Economic Issues. – 2019. – No. 1. – Pp. 135–145.
6. Ledneva O.V. Adapted system of indicators for assessing the sustainability of the development of small and medium-sized cities to the UN sustainable development goals / Economy and entrepreneurship. – 2019. – No. 12. – Pp. 521–526.
7. Small towns in the social space of Russia / A.Yu. Ardalyanova [et al.] // M.: Federal Research Sociological Center RAS. – 2019. – 545 p.
8. Medvedeva, L.N. Strategic consortium: «green» and «smart» cities – the future of Russia / Trends and development prospects. Edited by V.I. Gerasimov. – 2019. – Pp. 847–853.
9. Decree of the Government of the Russian Federation of February 13, 2019 No. 207-r «On Approval of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2025». [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463> (date of access: 06/17/2022).
10. Sizov, Yu.I. Development of a medium city based on the concept: from «smart home to smart city» / Yu.I. Sizov, L.N. Medvedeva // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. – 2019. – Vol. 218. – Pp. 573–580.
11. Smirnov, O.O. Potential for the development of sectors of the economy of small towns in Russia: current trends / O.O. Smirnov, V.A. Bezverbny // Society and power. – 2022. – No. 1. – Pp. 62–64.
12. Socio-economic development of small towns in Russia / ed. G.Yu. Vetrov. M.: Foundation «Institute of Urban Economics». – 2002. – 102 p.
13. Uskova, T.V. Strategic priorities for the development of small and medium cities / T.V. Uskova, I.A. Sekushina // Economic and social changes: facts, trends, forecast. – 2021. – Vol. 14. – Pp. 56–70.
14. Federal Law of October 6, 2003 No. 131 «On the General Principles of Organization of Local Self-Government in the Russian Federation». [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420388415> (date of access: 06/17/2022).
15. Population of the Russian Federation by municipalities / Rosstat. URL: <http://www.gks.ru> (date of access: 06/08/2022).
16. Sheresheva, M.Yu. Development of directions for the diversification of the rural economy in the regions of Russia, taking into account the potential of small towns / M.Yu. Sheresheva, M.S. Oborin, O.V. Shimuk // Bulletin of the Perm University. – 2017. – Vol. 12. – Pp. 632–648.

**Additional information about the authors:**

**Andrey Leontievich Fedorov**, head of the administration of the Kotelnikovsky urban settlement of the Volgograd region, [kgp.volganet@mail.ru](mailto:kgp.volganet@mail.ru),

**Lyudmila Nikolaevna Medvedeva**, Leading Researcher<sup>1</sup>, [milena.medvedeva2012@yandex.ru](mailto:milena.medvedeva2012@yandex.ru)



**РЕГИОНИНВЕСТАГРО**



# Энергосберегающие ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ



на правах рекламы

Волгоград, ул. Тимирязева, 9, тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30  
www.riagro.ru, e-mail: vasilyuk@riagro.ru

УДК:574.55

DOI: 10.35809/2618-8279-2022-2-5

# ВЛИЯНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛЫ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ТОЛСТОЛОБИКА

## INFLUENCE OF CHLORELLA MICROALGAE ON PRODUCTIVE QUALITIES OF THE BIG CARP

**М.К. Тихонова**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**М.В. Фролова**, кандидат биологических наук,  
**М. В. Московец**, старший научный сотрудник  
**А.Ю. Торопов**, научный сотрудник

**M.V. Frolova**, Candidate of Biological Sciences,  
**M.K. Tikhonova**, Candidate of Agricultural Sciences,  
**M. V. Moskovets**,  
**A.Y. Toropov**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd

В статье рассматриваются вопросы развития прудового рыбоводства и возможные перспективы увеличения рыбопродуктивности на примере влияния микроводоросли хлореллы при выращивании толстолобика. Основным фактором сдерживания развития рыбоводства в хозяйствах являются качество воды в прудах и кормовая база. Особенно в южных регионах Российской Федерации, где на качество воды в водоёмах оказывают негативное влияние синезелёные водоросли в разгар их «цветения», которые поглощают кислород и выделяют углекислый газ. Так как кислородный режим прудов является основным показателем результата жизнедеятельности населяющих водоёмы гидробионтов, то основным источником поступления кислорода в воду является процесс фотосинтеза водорослей. Для увеличения состава кислорода в пруду в нашей работе использовалась микроводоросль – *Chlorella vulgaris* штамм ИФР № С-111. Этот штамм хлореллы ещё характеризуется содержанием больших наборов всех незаменимых аминокислот и питательных веществ, таких как белок, углеводы, липиды, минеральные вещества, микро- и макроэлементы. При вселении в водоём хлореллы улучшается гидрохимический состав воды, увеличиваются содержание растворённого кислорода и кормовая база гидробионтов. Толстолобик растёт очень быстро, особенно в водоёмах южных регионов. Он является хорошим биологическим мелиоратором прудов и может выращиваться в поликультуре, что повышает выход товарной продукции и прибыльность рыбоводного пруда. Пёстрый толстолобик не только относится к растительноядным рыбам, но он использует в пищу как фитопланктон, так и зоопланктон. Авторами указываются результаты проведённого эксперимента по вселению в опытный пруд хлореллы в сравнении с контрольным, где не было вселения. Особое внимание уделено влиянию хлореллы на гидрохимический состав воды и рыбопродуктивные качества пёстрого толстолобика.

The article discusses the development of pond fish farming and possible prospects for increasing fish productivity, using the example of the influence of chlorella microalgae in the cultivation of silver carp. The main factor constraining the development of fish farming in farms is the quality of water in ponds and the food supply. Especially in the Southern regions of the Russian Federation, the quality of water in reservoirs is negatively affected by blue-green algae in the midst of their «flowering», which absorb oxygen and emit carbon dioxide. Since the oxygen regime of ponds is the main indicator of the result of the vital activity of hydrobionts inhabiting reservoirs, the main source of oxygen supply to the water is the process of photosynthesis of algae. To increase the oxygen composition in the pond, a microalgae was used in our work - *Chlorella vulgaris* strain IGF No. C-111. This strain of chlorella is also characterized by the content of large sets of all essential amino acids and nutrients, such as protein, carbohydrates, lipids, minerals, micro and macroelements. When chlorella enters the reservoir, the hydrochemical composition of water improves, the content of dissolved oxygen and the feed base of hydrobionts increases. The silver carp grows very fast, especially in the reservoirs of the southern regions. Silver carp is a good biological meliorator of ponds and can be grown in the field of culture, which increases the yield of marketable products and the profitability of a fish pond. The variegated silver carp not only refers to herbivorous fish, but it uses both phytoplankton and zooplankton for food. The authors indicate the results of the experiment on the introduction of chlorella into the experimental pond in comparison with the control one, where there was no introduction. Special attention is paid to the influence of chlorella on the hydrochemical composition of water in the reservoir and the fish-producing qualities of the mottled silver carp.

**Ключевые слова:** аквакультура, микроводоросль, пестрый толстолобик, рыбопродуктивность, гидрохимические показатели, качество воды, пруды.

**Key words:** aquaculture, microalgae, variegated silver carp, fish productivity, hydrochemical indicators, water quality, ponds.

**Введение.** На современном этапе из-за введенных санкций назрела острая необходимость быстрого развития сельского хозяйства и повышения производимых объёмов продовольствия. Этого можно добиться при интенсивном развитии животноводства, птицеводства, рыбоводства. К основному развитию в сельском хозяйстве можно отнести аквакультуру [1]. К 2050 году планируется обеспечить пищей 9,8 млрд жителей Земли, то есть увеличить её производство на 60 % по сравнению с настоящим временем [10]. Аквакультура как технологический процесс может гарантировать прозрачность и контролируемость производства, что служит основой для повышения безопасности и экологичности [2]. По литературным источникам выясняется, что вклад российской аквакультуры в общий объём рыбной продукции, производимой в стране, остаётся небольшим – чуть более 4 %. В мире, напротив, начиная с 2014 года именно аквакультура производит больше рыбной продукции, чем рыболовство [12].

Развитие прудового рыбоводства в Российской Федерации основано в большей степени на том, чтобы как можно больше обеспечить население живой рыбой, ведь это высокопродуктивная отрасль, способная развиваться при выращивании рыб в управляемых человеком условиях [4]. Характеризуется рыбоводство высокой степенью использования всех компонентов кормовой базы водоёмов – фитопланктона, зоопланктона и водной растительности [8]. В последние годы научные разработки по внедрению биотехнологий оказывают значительную помощь в увеличении продуктивности прудовых хозяйств [13]. Исследования по акклиматизации растительноядных рыб при выращивании их в поликультуре оказали положительное влияние на повышение продуктивности водоёмов [14]. За рубежом наиболее развитые прудовые рыбопроизводные хозяйства имеются в Японии, Дании, Норвегии, Израиле [11]. В Российской Федерации в условиях рыночной экономики перед рыбной промышленностью ставятся задачи увеличить объёмы производства экологически чистой рыбной продукции на основании расширения ассортимента, повышения её качества с высокой пищевой ценностью и снижения стоимости для населения [6]. К таким продуктам относится толстолобик, как наиболее неприхотливая при выращивании и хорошо приспособленная к условиям южного региона рыба [15].

Толстолобик – пресноводная растительноядная рыба, которая принадлежит к семейству карповых. Для



Рисунок 1 – Пёстрый толстолобик

нереста толстолобика считается комфортной температура воды 18–20 °С, поэтому он хорошо размножается в климатических условиях южной части Астраханской области. Опыты по влиянию хлореллы на продуктивность толстолобика проводились на базе ООО «Наш огород» Астраханской области. Толстолобики живут большими стаями. Средняя продолжительность жизни этих рыб – 5–7 лет. В размерах достигают 1 м в длину (рисунок 1).

Вес может достигать 35 кг. Чешуя имеет блестящий серебристый оттенок, а голова кажется непропорционально большой, откуда и пошло название [3].

Пёстрый толстолобик является частично растительноядной рыбой, которая вместе с потреблением фитопланктона и детрита может питаться зоопланктоном [12]. В южных районах Астраханской области при хорошей обеспеченности кормовой базой толстолобик растёт значительно быстрее карпа. Из литературных источников известно, что мясо толстолобика относится к продуктам диетического питания для человека. По энергетической ценности 100 г мяса сырого толстолобика составляет 86 ккал, а в возрасте от 5 лет

считается более жирным и имеет более высокую энергетическую ценность. Кроме того, мясо толстолобика содержит много полезных для пищеварения белков и углеводов, которые могут легко усваиваться организмом человека. Также в мясе толстолобика содержатся кислоты омега-3 и омега-6, витамины групп В, Е и D, провитамины А, фосфор, железо, натрий, калий, кальций, цинк и сера [3].



Рисунок 2 – Культивирование хлореллы в ООО «Волна» Астраханской области

Таблица 1 – Гидрохимические показатели прудов (мг/дм<sup>3</sup>) в 2021 г.

Показатели	Контрольный пруд № 2				Опытный пруд № 3				ПДК для водоёмов
	июнь	июль	август	сентябрь	июнь	июль	август	сентябрь	
Кислород растворённый мг О <sub>2</sub> /л	7,7	6,0	5,3	5,4	8,5	8,7	9,2	9,2	не менее 6,0
Реакция среды pH	8,5	8,7	8,6	8,5	8,0	7,6	7,8	7,9	6,5–8,5
БПК <sub>5</sub>	3,9	4,2	4,9	5,07	3,18	3,0	2,94	2,36	3,0
ХПК	24,5	24,0	23,8	20,6	15,6	15,0	14,8	15,0	15,0

Таблица 2 – Качество воды (по ИЗВ) в опытном и контрольном прудах

Наименование пруда	Величина ИЗВ	Класс качества воды	Описание класса
Контрольный пруд № 2	1,330	третий	умеренно загрязнённая
Опытный № 3	0,910	второй	чистая

Кислородный режим прудов является основным показателем результата жизнедеятельности населяющих водоёмов гидробионтов, а источником поступления кислорода в воду служит процесс фотосинтеза водорослей [9]. К таким водорослям, которые способствуют насыщению водоёма кислородом, относится хлорелла [7]. Среди растений она превосходит многие наземные по содержанию химического состава клетки, в которой содержатся белки, незаменимые аминокислоты, витамины, набор микроэлементов и пр. [5, 8]. Имея такое богатое содержание биологически активных веществ, хлорелла может быть незаменимым кормом для гидробионтов, зоопланктона, мальков рыб. Многие рыбозаводные хозяйства и предприятия используют хлореллу в качестве кормового ресурса.

**Материалы и методы.** Выполнение исследований проводилось по общепринятым методикам на базе ООО «Наш огород» Камызякского района Астраханской области в течение двух лет, с 2020 по 2021 год. Отбор проб воды из опытного и контрольного прудов брали для анализа на гидрохимический состав и для проведения адаптации штамма *Chlorella vulgaris*, который проводили в лабораторных условиях к прудовой воде. Исследуемые водоёмы по объёму и площади иден-

тичны: площадь водного зеркала пруда контрольного № 2 – 110 га, опытного № 3 – 120 га. Гидрохимические анализы воды проводились в лаборатории ФГБНУ ВНИИОЗ и аккредитованной лаборатории Нижневолжского филиала ФГБУ «Главрыбвод».

В ходе проведения исследований вначале производилась адаптация штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 к воде вселяемого водоёма – опытного пруда № 3 в лаборатории ФГБНУ ВНИИОЗ. В течение исследуемого периода наблюдали за влиянием хлореллы на состояние природного планктона в стадии «цветения» воды, за изменением гидрохимических показателей качества воды, количества растворённого кислорода в воде, интенсивностью развития зелёных водорослей и зоопланктона, за показателями продуктивных качеств и сохранностью толстолобика. Пробы воды для гидрохимических и гидробиологических анализов отбирались в опытном пруду № 3, где вселялась хлорелла, а также в контрольном пруду, период отбора – с июня по сентябрь. Для проведения экспериментов были взяты толстолобики годовики средним живым весом 128 гр. и 130 гр. Взвешивание посадочного материала проводилось до вселения хлореллы в опытный и контрольный пруды, а также по окончании исследуемого периода с помощью электронных весов.

В ходе эксперимента использовался основной корм – это естественная кормовая база водоёмов: планктон (фитопланктон, зоопланктон), средняя масса зоопланктона находилась в пределах 3-5 г/куб. м. В опытный пруд вселяли суспензию хлореллы ежемесячно с июня по сентябрь в 2020 и 2021 годах в количестве 30 литров на 1 га площади зеркала.

**Результаты и обсуждение.** Как видно из таблицы 1, в контрольном пруду отмечено снижение растворённого кислорода в воде с 7,7 до 5,3 мг/дм<sup>3</sup>, биологическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и химическое потребление кислорода (ХПК) в контрольном водоёме значительно превышали ПДК. ХПК используется в качестве меры содержания органического вещества в пробе, которое подвержено окислению сильным химическим окислителем, его применяют для характеристики состояния водоёмов и поступления бытовых и промышленных сточных вод. В контрольном пруду этот показатель значительно превышал норматив. Так как уровень БПК<sub>5</sub> необходим для контроля эффективности процессов очистки воды, это один из интегральных показателей загрязнённости водоёма. В опытном пруду № 3 (таблица 1) этот показатель в течение исследуемого периода снижался и не превышал нормативных данных,

Таблица 3 – Результаты рыбопродуктивности в опытном и контрольном прудах в период с 2020 по 2021 г.

№ п/п	Наименование	Контрольный пруд № 2		Опытный пруд № 3	
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
1.	Средняя навеска толстолобика посадочный материал, г	130		128	
2.	Средняя навеска толстолобика при вылове, г	420	1312	560	1790
3.	Прибавка в граммах	290	1182	432	1662
4.	Увеличение в сравнении с контролем в %	-	-	33	36
5.	Сохранность	-	-	78	90





Внесение хлореллы в ООО «Семикаракорская рыба» Ростовской области

что позволило заметить улучшение качества воды в экспериментальном пруду. В результате проведённых исследований выявлено улучшение качества воды в опытном пруду, где вселялась хлорелла, величина индекса загрязнения воды (ИЗВ, индекс загрязнения воды) в сравнении с водой в контрольном пруду составила от 1,330 до 0,910 (таблица 2).

После проведённых работ по вселению хлореллы выяснилось, что вода из контрольного пруда отнесена к третьему классу, умеренно загрязненному; из пруда № 3 – ко второму классу, чистому. Следовательно, хлорелла оказала положительное влияние на качество воды.

В результате проведённых за 2020–2021 годы работ по вселению хлореллы в опытный пруд № 3 очевидно

положительное её влияние на продуктивные качества пёстрого толстолобика. Сохранность молоди пёстрого толстолобика за два года в опытном пруду составила 90 %, что выше, чем в контрольном на 12 % (таблица 3).

Кроме того, за 2020 год увеличилось количество навески в опытном пруду № 3 в сравнении с контролем было на 33 % выше контрольного, за два года в 2021 году – на 36 %.

**Заключение.** На основании проведённых исследований по вселению хлореллы (штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111) в опытный пруд № 3 на базе ООО «Наш огород» (Астраханская область) можно сделать следующие выводы, что применение хлореллы в прудовом рыбоводстве:

- позволило улучшить качество воды в пруду;

- повысить содержание растворённого кислорода;
- стабилизировать ХПК и ПБК на безопасном для рыб уровне;
- обеспечить экологическое и биологическое равновесие в водоёме;
- значительно увеличить массу навески толстолобика в сравнении с контролем на 33–36 %;
- повысить иммунитет рыб, что сказалось на увеличении её сохранности на 12 %.

В целях увеличения рыбопродуктивности и получения экологически безопасной рыбной продукции рекомендуется вселять в рыбопродуктивные водоёмы штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, что одновременно поможет контролировать качественное состояние водоёмов по гидрохимическим показателям.

#### Библиографический список

1. Абросимова, Н.А. Проблемы современной промышленной аквакультуры осетровых и пути её решения [Текст] / Н.А. Абросимова // Сборник научных трудов АзНИИРХ. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. – 2005. – С. 328–333.
2. Аквакультура России, в период до 2020 года [Текст] / Федеральная программа. М., 2010. – 83 с.
3. Кокханов, Ю. Б. Разведение толстолобика в обводнённых котлованах открытого акционерного сельскохозяйственного общества «Луч» на территории Азовского района Ростовской области / Ю.Б. Кокханов, В.Л. Кочетов, Б.Г. Вакулов, В.Я. Соколенко [и др.] // Молодой учёный. – 2019. – №7. – С. 5–9.
4. Медведева, Л.Н. Синергетическая эффективность применения в прудовом предпринимательстве микроводоросли *Chlorella vulgaris* [Текст] / Л.Н. Медведева, М.В. Московец,

#### Bibliographic list

1. Abrosimova, N.A. Problems of modern industrial sturgeon aquaculture and ways to solve it [Text] / N.A. Abrosimova // Collection of scientific papers of the Azov Research Institute of Fisheries. The main problems of fisheries and the protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. – 2005. – Pp. 328–333.
2. Aquaculture in Russia, in Prio 2020 to 2020 yes [Text] / Federal program. M., 2010. – 83 p.
3. Kokhanov, Yu. B. Cultivation of silver carp in flooded pits of the open joint-stock agricultural company «Luch» on the territory of the Azov district of the Rostov region / Yu.B. Kokhanov, V.L. Kochetov, B.G. Vakulov, V.Ya. Sokolenko [et al.] // Young scientist. – 2019. – No. 7. – Pp. 5–9.
4. Medvedeva, L.N. Synergistic efficiency of the use of microalgae *Chlorella vulgaris* in pond business [Text] / L.N. Medvedev, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov, A.V. Medvedev

А.Ю. Торопов, А.В. Медведев // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 9. – С. 57–62.

5. Мелихов, В.В. Экологическая оценка современной биотехнологии улучшения качества поливной воды для агроландшафта Волго-Донского междуречья [Текст] / В.В. Мелихов, М.В. Фролова, А.А. Зибаров, М.В. Московец // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 94–101.

6. Медведева, Л.Н. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов [Текст] / Л.Н. Медведева, М.В. Фролова, М.В. Московец, А.В. Медведев // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2019. – Т. 21. – № 4. – С. 126–140.

7. Новиков, А.Е. Современная биотехнология мелиорации оросительной воды для прецизионного земледелия, способствующая повышению продуктивности сельскохозяйственных культур [Текст] / А.Е. Новиков, К.А. Родин, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 1. – С. 11–14.

8. Фролова, М.В. Влияние микроводоросли *Chlorella vulgaris* на качество воды при выращивании раков в пруду [Текст] / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов, М.И. Филимонов // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 2. – С. 12–15.

9. Фролова, М.В. Влияние кормовой добавки хлореллы на продуктивность веслоноса [Текст] / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 2 (6). – С. 28–34.

10. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://www.government.europa.eu/aquaculture-4-0/93038/> (дата обращения: 28.08.2020).

11. Digital Platform for Data Driven Aquaculture Farm Management / D. Piplani, D. Singh, K. Srinivasan [et al.] // IndiaHCI'15 2015. – 2015. DOI: 10.1145/2835966.2836277 AquaViewer Monitoring and Control App // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://www.ysi.com/aquaviewerII> (дата обращения: 20.05.2021).

12. Medvedev A.V., Medvedev L.N. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences, 2021, 247, 01050.

13. Melikhov, V.V. Environmental imperative in the use of microalgae / K. Medvedeva, V.V. Melikhov // In the collection: Collection of materials of the IV scientific-practical conference. – 2019. – С. 196–200.

14. Yang, J. R. Disturbance – induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs / J.R. Yang, H.Lv. Isabwe [et al.] // Water Res. – 2017. – Т. 120. – С. 52–63.

15. Yang, Z. Nutrient reduction magnifies the impact of extreme weather on cyanobacterial bloom formation in large shallow Lake Taihu (China) / Z. Yang, M. Zhang, X. Shi, F.Kong [и др.] // Water Research. – 2016, Oct 15. – Т. 103. – С. 302–310.

// Economics of agriculture in Russia. – 2020. – No. 9. – Pp. 57–62.

5. Melikhov, V.V. Ecological assessment of modern biotechnology for improving the quality of irrigation water for the agricultural landscape of the Volga-Don interfluvium [Text] / V.V. Melikhov, M.V. Frolova, A.A. Zibarov, M.V. Moskovets // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2019. – No. 3 (55). – Pp. 94–101.

6. Medvedeva, L.N. The introduction of environmentally friendly technologies is an environmental imperative in the development of regions [Text] / L.N. Medvedev, M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.V. Medvedev // Bulletin of the Volgograd State University. Economy. – 2019. – Vol. 21. – No. 4. – Pp. 126–140.

7. Novikov, A.E. Modern biotechnology of irrigation water reclamation for precision farming, contributing to an increase in the productivity of agricultural crops [Text] / A.E. Novikov, K.A. Rodin, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 1. – Pp. 11–14.

8. Frolova, M.V. Influence of microalgae *Chlorella vulgaris* on water quality when growing crayfish in a pond [Text] / M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov, M.I. Filimonov // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 2. – Pp. 12–15.

9. Frolova M.V. Influence of chlorella feed additive on paddlefish productivity [Text] / M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov // Agrarian and food innovations. – 2019. – No. 2 (6). – Pp. 28–34.

10. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // Electron. Dan. Access Mode URL: <https://www.government.europa.eu/aquaculture-4-0/93038/> (accessed 28.08.2020).

11. Digital Platform for Data Driven Aquaculture Farm Management / D. Piplani, D. Singh, K. Srinivasan [et al.] // IndiaHCI'15 2015. – 2015. DOI: 10.1145/2835966.2836277 AquaViewer Monitoring and Control App // Electron. Dan. URL access mode: <https://www.ysi.com/aquaviewerII> (Accessed: 05/20/2021).

12. Medvedev A.V., Medvedev L.N. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences, 2021, 247, 01050.

13. Melikhov, V.V. Environmental imperative in the use of microalgae / K. Medvedeva, V.V. Melikhov // In the collection: Collection of materials of the IV scientific-practical conference. – 2019. – Pp. 196–200.

14. Yang, J. R. Disturbance – induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs / J.R. Yang, H. Lv. Isabwe [et al.] // Water Res. – 2017. – Vol. 120. – Pp. 52–63.

15. Yang, Z. Nutrient reduction magnifies the impact of extreme weather on cyanobacterial bloom formation in large shallow Lake Taihu (China) / Z. Yang, M. Zhang, X. Shi, F. Kong [et al.] // Water Research. – 2016, Oct 15. – Vol. 103. – Pp. 302–310.

#### Дополнительные сведения об авторах:

**Мargarita Константиновна Тихонова**, старший научный сотрудник, [vnioz2009@rambler.ru](mailto:vnioz2009@rambler.ru),

**Мария Викторовна Фролова**, старший научный сотрудник, [mikkinfm@gmail.com](mailto:mikkinfm@gmail.com),

**Мария Васильевна Московец**, старший научный сотрудник, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru),

**Алексей Юрьевич Торопов**, научный сотрудник, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru).

#### Additional information about the authors:

**Margarita Konstantinovna Tikhonova**, Senior Researcher, [vnioz2009@rambler.ru](mailto:vnioz2009@rambler.ru),

**Maria Victorovna Frolova**, Senior Researcher, [mikkinfm@gmail.com](mailto:mikkinfm@gmail.com),

**Maria Vasilevna Moskovets**, Senior Researcher, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru),

**Alexei Yurievich Toropov**, Research Associate, [vnioz-algo@yandex.ru](mailto:vnioz-algo@yandex.ru).

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ОТ ТОЧЕЧНЫХ И ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

## SYSTEM ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF METHODS TO PREVENT SOIL POLLUTION FROM POINT AND AREA SOURCES

**Н.М. Макарова**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**А.Ф. Рогачев**<sup>2</sup>, доктор технических наук,  
**А.В. Макаров**<sup>1</sup>, соискатель

**N.M. Makarova**<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences,  
**A.F. Rogachev**<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
**A.V. Makarov**<sup>1</sup>, PhD candidate

<sup>1</sup>ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», г. Новочеркасск

<sup>1</sup>Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Novocherkassk

<sup>2</sup>ФГБОУ Волгоградский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University

В сфере сельскохозяйственного производства проблема загрязнения хозяйственными стоками полностью не решена. Известные методы и средства решения проблемы борьбы с загрязнениями имеют недостатки: сложные конструктивные решения, ограниченный объём приёма поверхностного стока, фильтрации удерживаемых загрязнённых сточных вод в почву и грунтовые воды, особенно на почвах лёгкого механического состава, на грунтах с высоким залеганием грунтовых вод, потери воды, стекающей с водосборной площади выше траншей. Целью исследования является поиск оптимальных технических решений для предотвращения стока поверхностных вод с территории различных источников загрязнения и защиты почвы от эрозии. Предложен способ предупреждения поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения, включающий создание траншей поперек направления стекания сточных вод, устройство водоотводящих траншей с ненулевым уклоном для отвода отфильтрованной жидкой фракции поступающего стока и связанного с ними пруда-накопителя. На дно и стенки траншей укладывают два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый, между ними насыпают щебень для дренажного эффекта, а ниже траншеи высаживают лесную полосу, усиленную валом по нижней опушке. Способ позволяет экономить воду, защищает почву, грунтовые и поверхностные воды от загрязнения, улучшает условия для роста лесных насаждений, является экономичным. При этом увлажнённый воздух и испарения с поверхности траншеи способствуют активизации роста зелёной массы лесной полосы. Также при использовании предложенного способа обеспечивается повышение противозерозионного эффекта долговечности лесной полосы.

In the field of agricultural production, the problem of pollution by economic effluents has not been completely solved. Known methods and means of solving the problem of pollution control have drawbacks: complex design solutions, a limited amount of reception of surface runoff, filtration of retained contaminated wastewater into the soil and groundwater, especially on soils of light mechanical composition, on soils with a high occurrence of groundwater, loss of water flowing from the catchment area above the trenches. The purpose of the study is to find optimal technical solutions to prevent the flow of surface water from the territory of various sources of pollution and protect the soil from erosion. A method for preventing the flow of surface water from the territory of area and point sources of pollution is proposed, including the creation of a trench across the direction of drainage of wastewater, the device of drainage trenches with a non-zero slope for the removal of the filtered liquid fraction of the incoming runoff and the associated storage pond. Two layers of material are laid on the bottom and walls of the trenches, of which the upper one is filtering, the lower one is waterproof, crushed stone is poured between them for a drainage effect, and below the trench a forest strip is planted, reinforced with a shaft along the lower edge. The method allows you to save water, protects soils, groundwater and surface water from pollution, improves the conditions for the growth of forest plantations, is economical. At the same time, humidified air and evaporation from the surface of the trench contribute to the activation of the growth of the green mass of the forest belt. Also, when using the proposed method, an increase in the anti-erosion effect of the durability of the forest belt is provided.

**Ключевые слова:** загрязнённые почвы, точечные и площадные источники загрязнения, источники загрязнения, лесоразведение.

**Key words:** contaminated soils, point and area sources of pollution, sources of pollution, logging.

**Введение.** Загрязнение окружающей среды в масштабах планеты является общемировой проблемой [8]. Эрозия наносит существенный вред почвенному плодородию и водным ресурсам во всём мире. Она распространена во многих природно-климатических зонах в той или иной мере. В результате эрозионных процессов во время ливней, таяния снега, поливов ежегодные потери составляют тысячи тонн почвы с каждого гектара. Источниками загрязнения являются как точечные, ограниченные в пространстве, так и площадные, зачастую без определённых границ, объекты. Загрязнениями различной природы, в том числе биогенными, могут подвергаться проточные и замкнутые водные объекты.

Эрозия почв является основным фактором потери плодородия. Причём за последнее столетие процессы, происходящие в мире, усилились в связи с ростом численности населения планеты и возросшей потребностью в продуктах питания. Динамически развивающееся сельское хозяйство, где прибыль фермеров зачастую стоит на первом месте, а почвозащитные мероприятия и технологии – на втором, приводит к повсеместной деградации почвы, загрязнению и заилению водных систем.

В России из-за новой сельскохозяйственной политики раздробленность земель фермерскими хозяйствами не даёт возможность принять верное хозяйственное решение по защите почвенного покрова от различных неблагоприятных факторов. Разработка правильных и эффективных землеустроительных решений на адаптивно-ландшафтной основе не всегда возможна, поскольку мероприятия должны комплексно проектироваться на территории целого водосборного бассейна [7].

Необходимость глубоких научных исследований и дифференцированных подходов в борьбе с эрозией рассматривается многими учёными, специализирующимися в этой области [13]. Борьба с загрязнениями вызывает озабоченность у агрономов, мелиораторов, землеустроителей, специалистов лесного хозяйства, поэтому проблема должна решаться комплексно с привлечением специалистов разных направленностей, вплоть до математиков, аналитиков и специалистов системного анализа [9].

В РФ эрозии как основной причины деградации земель, по данным И.А. Хабаровой [13], подвержено почти 60 % сельскохозяйственных земель, особенно сельскохозяйственные угодья южных регионов. Наиболее страдают от эрозии южные территории, в



Рисунок 1 – Прорывы сточных вод с территории свиноводческого комплекса на нижележащий участок склона (автор фото А. В. Макаров):

1 – свиноводческая ферма; 2 – прифермская лесная полоса;  
3 – простейшее гидротехническое сооружение; 4 – русло биогенных потоков

частности земли Калмыкии, входящие в состав Южного федерального округа, где 78 % всех сельскохозяйственных угодий подвержены различным видам деградации. В составе деградированных угодий отмечают [3] и Чёрные земли – результат необдуманной распашки земель.

В Ростовской области наиболее опасны в эрозионном отношении сельскохозяйственные земли. По данным 2020 г. водной и ветровой эрозии на территории области подвержено 241 тыс. га, водной эрозии – 3793 тыс. га [6]. В целом из-за неконтролируемой хозяйственной деятельности общее содержание гумуса в почвах Ростовской области катастрофически низкое и в среднем приближается к критическому уровню [10, 1]. Таким образом, на основе мониторинга [9] и эколого-математического моделирования, требуются высокоэффективные агромелиоративные мероприятия по предотвращению эрозии и загрязнения сельскохозяйственных территорий. Использование очищенной воды на орошение поможет окупить затраты на такие мероприятия. Однако загрязнение водоёмов продуктами водной эрозии по своим негативным последствиям аналогичны воздействию сброса загрязнённых промышленных стоков [11].

Среди мероприятий по борьбе и предупреждению процессов эрозии используют строительство специализированных гидротехнических сооружений, а также прудов противозерозионного назначения.

В сфере сельскохозяйственного производства проблема загрязнения хозяйственными стоками полностью не является решённой. При производстве, в частности, животноводческой продукции такое строительство не реша-

ет проблемы, особенно на склоновых землях. Зачастую прорывы сточных вод, образующиеся, как правило, при гидросмыве, устремляясь в разрывы и промоины на нижележащие участки склонов, попадают в донные участки балок и загрязняют близко залегающие грунтовые воды (рисунок 1), а также проникают по гидрографической сети в речные экосистемы. Причина – быстрое заиливание канав, переполнение прудов-накопителей и сильная фильтрация из дна гидротехнических сооружений (рисунок 2). Кроме того, сами склоновые земли оказываются загрязнёнными.

Так, по данным наших исследований, загрязнение составляют как биогенные элементы, так и патогенные микроорганизмы. Содержание загрязнителей в почвенных образцах на территории ферм достигает по биогенным элементам: нитратный азот – 175,9, фосфор – 35,5, калий – 160,0 мг/кг (л) соответственно; по патогенным микроорганизмам: стафилококки – 165000, стрептококки – 30000, микроскопические грибы – 115000, бактерии группы кишечной палочки – 320000, сальмонеллы – 282000 м. к./г мл соответственно. Содержание загрязнителей в поверхностных водах с территории ферм: нитратный азот – 55,0, фосфор – 30,0, калий – 540,0 мг/кг (л) соответственно; по патогенным микроорганизмам: стафилококки – 18100, стрептококки – 14300, микроскопические грибы – 9100, бактерии группы кишечной палочки – 2200, сальмонеллы – 2480 м. к./г мл соответственно. В грунтовых водах по днису балки обнаружено: нитратный азот – 155,0, фосфор – 1,0, калий – 9,7 мг/кг (л) соответственно; по патогенным микроорганизмам: стафилококки – 850, стреп-

тококки – 12170, микроскопические грибы – 810, бактерии группы кишечной палочки – 1310, сальмонеллы – 2400 м. к./г мл соответственно.

**Материалы и методы.** Целью исследования является создание эффективных технических решений для предотвращения стока поверхностных вод с территории различных источников загрязнения и защиты почвы от эрозии.

Существует достаточно большое количество способов и средств решения изложенной проблемы, поэтому методами на основе системного подхода осуществлялся отбор и сопоставительный анализ известных решений, защищённых патентами. Для отбора и анализа известных технических решений использовались системные методы патентного поиска по классам международной патентной классификации А 01 В 13/16 и др. Отобранные патентные аналоги сводились в морфологическую таблицу для компаративного анализа. На основе проведённого патентного поиска осуществлялся структурный синтез новых технических решений, описанных ниже.

**Результаты и обсуждение.** Проведённый анализ позволил выявить ряд эффективных противоэрозионных мероприятий, таких как почвозащитная агротехника, чередование культур, лесомелиоративные и гидротехнические, организационно-хозяйственные, а также дистанционное зондирование территории.

Простейшие гидротехнические сооружения сочетаются с защитными лесными полосами, располагая их поперёк направления стока [11]. Защитные лесные полосы значительно гасят скорость и энергию потоков склоновой воды. Контурные стокорегулирующие лесные полосы с гидрофизическим усилением (валы, канавы, щели) спо-

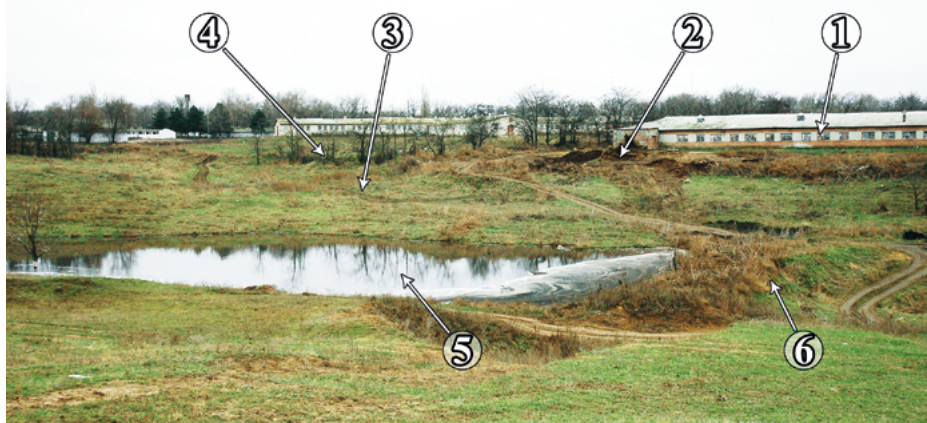


Рисунок 2 – Пруд-накопитель сточных вод (автор фото А. В. Макаров):

- 1 – ферма крупного рогатого скота; 2 – свалка навоза возле фермы;  
3 – склон балки, 4 – прифермские лесные полосы;  
5 – пруд-накопитель навозных стоков; 6 – дамба пруда-накопителя

собны перехватить в среднем за весну 550-780 мм и более [6].

Для получения качественного состава дренажного стока необходимы оригинальные конструкторские решения как подбор сорбционного материала для фильтра, так и конструкции фильтрующих узлов [14]. Результаты проведённого патентного поиска сведены в таблице 1.

Компаративный анализ показал, что все рассмотренные способы имеют свои ограничения и недостатки в виде сложных конструктивных решений, недостаточного объёма приёма поверхностного стока, фильтрации удерживаемых загрязнённых сточных вод в почву и грунтовые воды, особенно на почвах лёгкого механического состава, на грунтах с высоким залеганием грунтовых вод, потерь воды, стекающей с водосборной площади выше траншеи. Кроме того, на коротких склонах отсутствует возможность создавать

траншеи вверх по склону при продвижении к источнику загрязнения, лесные насаждения, высаженные по пути стока загрязнённых вод, погибают.

По результатам исследования предложен новый способ предупреждения поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения (заявка RU № 2021127 719 А от 20.09.2021), включающий создание траншеи поперёк направления стекания сточных вод, который относится к области сельского хозяйства и может быть использован при эксплуатации точечных и площадных источников загрязнения в сельском хозяйстве.

Решаемая задача – повышение эффективности предотвращения поступления загрязнённых поверхностных вод. Технический результат – предотвращение загрязнения поверхностным стоком грунтовых и поверхностных

Таблица 1 – Способы и системы предотвращения загрязнений сельскохозяйственных территорий

Наименование и номер патента	Сущность технического решения	Недостатки
1	2	3
Система очистки поверхностного стока, SU 1776636	Водосточный коллектор, ёмкость приёма поверхностного стока, песколовка, установка для очистки поверхностного стока, коллектор промывочной канализации, её очистные сооружения, резервуар чистой воды и коллектор отвода вод в водоём. В отсутствие дождя все воды поступают на очистку, где сначала заполняют распределительную камеру и камеру поливомоечных вод. Потом заполняют другую камеру поливомоечных вод, а в первой идёт отстаивание. После заполнения второй камеры вода из камер начинает поступать на фильтрацию и осуществляется отвод всплывших нефтепродуктов. Во время дождя заполняются дополнительные приёмные камеры. Избыток воды направляется в промывочную канализацию. Необходимый режим работы камер обеспечивается наличием системы клапанов и сифонов	Сложность конструкции, что экономически невыгодно для задержания поверхностного стока с территорий точечных и площадных объектов при небольших объёмах сельскохозяйственного производства. Очистка осуществляется в несколько этапов, твёрдая фракция сточных вод поступает в ёмкость приёма поверхностного стока
Способ создания водорегулирующей лесной полосы на склоне	Посадка деревьев, рытьё траншеи с валом, утепление её дна, отличающийся тем, что водорегулирующую полосу устраивают из одного ряда высокостебельных деревьев, двух сближенных рядов высокостебельного многолетнего травянистого растения и одного ряда кустарника, а траншею устраивают в междурядьях травянистого растения после вступления его в фазу плодоношения и устанавливают в неё резервуары, занимающие 0,5–0,9 объёма траншеи	Ограниченность объёма приёма поверхностного стока, поступающего со склонов, ёмкостью резервуара приёма стока, невозможность разделять твёрдые и жидкие фракции стока

Способ предупреждения поступления сточных вод с территории животноводческих ферм и комплексов	Сооружение параллельных траншей и валов и создание лесных полос, включающий сооружение траншеи и вала, а также закладку лесной полосы, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности поглощения сточных вод и улучшения условий произрастания древесных растений лесной полосы, траншею сооружают поперёк направления стекания сточных вод и после заполнения её твёрдой фракцией навозной жижи выше по склону параллельно первой траншее сооружают вторую траншею, грунт из которой используют для засыпки твёрдой фракции навозной жижи в первой траншее и для одновременного сооружения вала ниже по склону от первой траншеи, а лесную полосу закладывают на месте первой траншеи	Фильтрация скопившихся в траншее загрязнённых сточных вод в почву, грунтовые воды, особенно на грунтах лёгкого механического состава и с высоким залеганием грунтовых вод, потери воды, стекающей с вышележащей от траншеи водосборной площади. Кроме того, на коротких склонах отсутствует возможность создавать траншеи вверх по склону при продвижении к источнику загрязнения
---	--	---

вод, задержка твёрдой фракции поверхностного стока, экономия воды, увеличение долговечности лесной полосы и возможность использования на песчаных землях с высокой скоростью фильтрации, на землях с высоким уровнем залегания грунтовых вод, а также на коротких по длине склонах.

При создании траншеи поперёк направления стекания поверхностных вод в нижней части склона перпендикулярно упомянутой траншее строят водоотводящие траншеи с ненулевым уклоном для отвода фильтрованной жидкой фракции потоков стока и связанный с ними пруд-накопитель. На дно и стенки траншей укладывают два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый, между ними насыпают щебень для дренажного эффекта, а ниже траншеи закладывают лесную полосу, усиленную валом по нижней опушке.

На рисунке 3 представлена схема построенной водоотводящей траншеи для предупреждения поступления сточных вод на склоне.

Ниже источника 1 сельскохозяйственных загрязнений по склону 2 с уклоном «а» создают траншею 3,

грунт из которой высыпается на ниже лежащий участок склона в виде вала 4. Между валом и траншеей высаживается лесная полоса 5 для усиления противозерозионного эффекта. Дно и стенки траншеи выстилают слоем противофильтрационного геокomпозиционного покрытия 6, исключающего поступление воды в почву, и слоя 7, задерживающего поступающую с поверхностным стоком твёрдую фракцию поверхностного стока. Слой 7 образуют из фильтрующего геотекстиля, применяемого для дренажных труб, с диаметром ячеек не более 0,05 мм во избежание заливания пор мембранного материала. Между слоями 6 и 7 на дно траншеи укладывают слой 8 из дренажного материала, например, щебня или гальки фракциями 20–40 мм.

Для отвода фильтрованной жидкой фракции потоков стока создаются водоотводящие каналы (с ненулевым уклоном поверхности дна) с входом в сооружаемый для приёма отводимой воды пруд-накопитель стоков. С целью исключения фильтрации воды создаваемые сооружения выстилают геокomпозиционным покрытием. Дно водосборного пруда-накопителя созда-

ётся с уклоном, обратным к уклону дна балки. По мере необходимости при переполнении пруда-накопителя создают следующий накопитель выше по уклону с дном, созданным с обратным уклоном к уклону дна балки. Вода из накопителя может использоваться по стандартным технологиям, как после очистки, так и без неё, для технических нужд и полива, а также рекреационных целей. Доочистку воды можно осуществлять как на входе канала в накопитель, так и в самом накопителе.

На труднопроницаемых грунтах дно траншеи выполняют с уклоном в сторону собирающего канала для отвода и сбора излишков воды в ёмкость по приёму жидкой фракции поверхностного стока. В этом случае на дно и стенки траншеи стелют только один слой фильтрующего геотекстиля 7, представленного на рисунке 3, с целью отделения твёрдой фракции стоков от жидкой.

Технико-экологический эффект предложенного способа обеспечивается за счёт того, что на дно и стенки траншеи, созданной поперёк направления стекания поверхностных вод, укладывается два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый. Кроме того, строительство водоотводящих траншей с ненулевым уклоном и пруда-накопителя в нижней части склона обеспечивает повышенные возможности для сбора очищенной воды для повторного использования её для оросительных мелиораций сельскохозяйственных участков.

**Заключение.** Разработанный способ обеспечивает надёжную защиту от поступления загрязнённых стоков и воды на ниже лежащие территории в тех случаях, когда принимающая ёмкость достаточна для приёма всего объёма поступающего стока, при этом исключается формирование на площади водосбора стока, обуславливающего выход его на подошву склона. Увлажнённый воздух и испарения с поверхности траншеи способствуют активизации роста зелёной массы лесной полосы. При использовании предложенного способа также обеспечивается повышение противозерозионного эффекта долговечности лесной полосы.

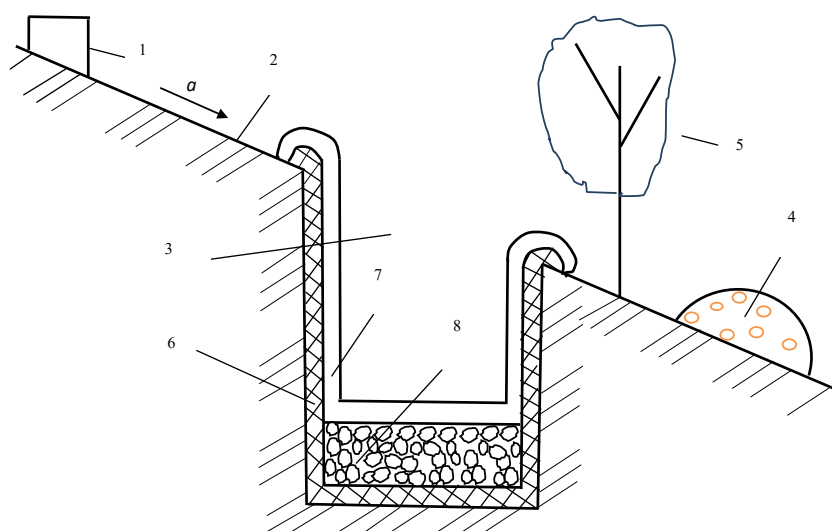


Рисунок 3 – Схема построенной водоотводящей траншеи для предупреждения поступления сточных вод на склоне:

- 1 – источник сельскохозяйственных загрязнений, 2 – склон с уклоном «а»,  
3 – траншея, 4 – вал, 5 – лесная полоса, 6 – противофильтрационное геокomпозиционное покрытие, 7 – слой фильтрующего геотекстиля,  
8 – слой из дренажного материала

## Библиографический список

1. Безуглова, О.С. Динамика деградации земель в Ростовской области / О.С. Безуглова, О.Г. Назаренко, И.Н. Ильинская // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 2 (83). – С. 10–15.
2. Дедова, Э.Б. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления / Э.Б. Дедова, Б.А. Гольдварг, Н.Л. Цаган-Манджиев // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 2 (83). – С. 63–71.
3. Макарова, Н.М. Мониторинг состояния эрозионно опасных территорий Ростовской области, подверженных интенсивной антропогенной нагрузке / Н.М. Макарова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы национальной научно-практической конференции. Часть 1: Рязань, 20 ноября 2020 года. – С. 346–351.
4. Макарова, Н.М. Оценка состояния полезных лесных насаждений на мелиорированных землях Юга России / Н.М. Макарова, Г.Т. Балакай, А.В. Макаров // Природообустройство. – 2020. – № 1. – С. 20–27.
5. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2020 году / Экологический вестник Дона: под общ. ред. М.В. Фишкина / [Электронный ресурс]. Ростов-на-Дону, 2020. – С. 165. Режим доступа: [disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A](http://disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A). Дата обращения 10.10.2021.
6. Панов, В.И. Ландшафтный лесной кластер в ландшафтно-синергетическом экологическом агроприродопользовании в засушливом степном поясе России / В.И. Панов // Научно-агрономический журнал. – 2020. – № 2 (109). – С. 4–12.
7. Полуэктов, Е.В. Особенности адаптивно-ландшафтной организации территории водосборного бассейна в современных условиях / Е.В. Полуэктов, Н.Б. Сухомлинова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 1 (37). – С. 1–16.
8. Рогачёв, А.Ф. Математическое моделирование и анализ эколого-экономического регулирования с учётом трансграничного загрязнения окружающей среды: монография / А.Ф. Рогачёв, Н.Н. Скитер, Е.В. Мелихова, Т.В. Плещенко. – Волгоградский ГАУ, 2014. – 172 с.
9. Рогачёв, А.Ф. Нечёткое моделирование эколого-экономических систем / А.Ф. Рогачёв, Я.В. Фёдорова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 317.
10. Современное состояние гумусированности пахотных чернозёмов настоящих степей (на примере Ростовской области) / О.В. Чернова, И.О. Алябина, О.С. Безуглова, Ю.А. Литвинов // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 99–113.
11. Сучков, Д.К. Противозерозионные насаждения и мероприятия на смытых и размываемых почвах / Д.К. Сучков // Научно-агрономический журнал. – 2020. – № 2 (109). – С. 56–61.
12. Фетюхин, И.В. Факторы развития, моделирование и прогнозирование развития эрозии почвы / И.В. Фетюхин, В.В. Черненко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 1 (361). – С. 11–13.
13. Хабарова, И.А. Деградация земель Юга Российской Федерации / И.А. Хабарова, В.Б. Непоклонов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2017. – Т. 61. – № 2. – С. 111–115.
14. Tamjidi, Sajad. Improving the surface properties of adsorbents by surfactants and their role in the removal of toxic metals from wastewater / Sajad Tamjidi, Bahareh Kamyab Moghadas, Hossein Esmaeili, Farideh Shakerian Khoo [и др.] // A review study, Process Safety and Environmental Protection, 2021, Elsevier.

## Дополнительные сведения об авторах:

**Нина Михайловна Макарова**, старший научный сотрудник<sup>1</sup>, [n-gak@mail.ru](mailto:n-gak@mail.ru),

**Алексей Фруминович Рогачёв**, профессор кафедры «Математическое моделирование и информатика»<sup>2</sup>, [rafr@mail.ru](mailto:rafr@mail.ru),

**Алексей Викторович Макаров**, аспирант<sup>1</sup>, [uk-rostov@yandex.ru](mailto:uk-rostov@yandex.ru)

## Bibliographic list

1. Bezuglova, O.S. Dynamics of land degradation in the Rostov region / O.S. Bezuglova, O.G. Nazarenko, I.N. Ilinskaya // Arid ecosystems. – 2020. – Vol. 26. – No. 2 (83). – Pp. 10–15.
2. Dedova, E.B. Land degradation of the Republic of Kalmykia: problems and ways of their restoration / E.B. Dedova, B.A. Goldvarg, N.L. Tsagan-Mandzhiev // Arid ecosystems. – 2020. – Vol. 26. – No. 2 (83). – Pp. 63–71.
3. Makarova, N.M. Monitoring of the state of erosion-hazardous territories of the Rostov region subject to intensive anthropogenic load / N.M. Makarova // Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of the modern agro-industrial complex. Materials of the national scientific-practical conference. Part 1: Ryazan, November 20, 2020. – Pp. 346–351.
4. Makarova, N.M. Assessment of the state of field-protective forest plantations on reclaimed lands of the South of Russia / N.M. Makarova, G.T. Balakai, A.V. Makarov // Nature engineering. – 2020. – No. 1. – Pp. 20–27.
5. On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2020 / Environmental Bulletin of the Don: ed. M.V. Fishkin / [Electronic resource]. Rostov-on-Don, 2020. – P. 165. Access mode: [disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A](http://disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A). Accessed 10.10.2021.
6. Panov, V.I. Landscape forest cluster in landscape-synergetic ecological agro-natural management in the arid steppe zone of Russia / V.I. Panov // Scientific and agronomic journal. – 2020. – No. 2 (109). – Pp. 4–12.
7. Poluektov, E.V. Peculiarities of adaptive-landscape organization of the territory of the drainage basin in modern conditions / E.V. Poluektov, N.B. Sukhomlinova // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – 2020. – No. 1 (37). – Pp. 1–16.
8. Rogachev, A.F. Mathematical modeling and analysis of environmental and economic regulation taking into account transboundary environmental pollution: monograph / A.F. Rogachev, N.N. Skeeter, E.V. Melikhova, T.V. Pleshchenko. – Volgograd State Agrarian University, 2014. – 172 p.
9. Rogachev, A.F. Fuzzy modeling of ecological and economic systems / A.F. Rogachev, Ya.V. Fedorova // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 5. – P. 317.
10. The current state of humus content in arable chernozems of real steppes (on the example of the Rostov region) / O.V. Chernova, I.O. Alyabina, O.S. Bezuglova, Yu.A. Litvinov // South of Russia: ecology, development. – 2020. – Vol. 15. – No. 4. – Pp. 99–113.
11. Suchkov, D.K. Anti-erosion plantings and measures on eroded and eroded soils / D.K. Suchkov // Scientific and agronomic journal. – 2020. – No. 2 (109). – Pp. 56–61.
12. Fetyukhin, I.V. Development factors, modeling and forecasting the development of soil erosion / I.V. Fetyukhin, V.V. Chernenko // International Agricultural Journal. – 2018. – No. 1 (361). – Pp. 11–13.
13. Khabarova, I.A. Land degradation in the South of the Russian Federation / I.A. Khabarova, V.B. Nepoklonov // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2017. – Vol. 61. – No. 2. – Pp. 111–115.
14. Tamjidi, Sajad. Improving the surface properties of adsorbents by surfactants and their role in the removal of toxic metals from wastewater / Sajad Tamjidi, Bahareh Kamyab Moghadas, Hossein Esmaeili, Farideh Shakerian Khoo [et al.] // A review study, Process Safety and Environmental Protection, 2021, Elsevier.

## Additional information about the authors:

**Nina Mikhailovna Makarova**, Senior Researcher<sup>1</sup>, [n-gak@mail.ru](mailto:n-gak@mail.ru),

**Aleksey Fruminovich Rogachev**, Professor of the Department of Mathematical Modeling and Informatics<sup>2</sup>, [rafr@mail.ru](mailto:rafr@mail.ru),

**Aleksey Viktorovich Makarov**, postgraduate student<sup>1</sup>, [uk-rostov@yandex.ru](mailto:uk-rostov@yandex.ru)

УДК 631.675.4

DOI: 10.35809/2618-8279-2022-2-12

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ ПОСЕВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА CWSI

## DETERMINATION OF THE IRRIGATION RATE OF CROPS USING THE CWSI INDEX

**А.В. Доброхотов**, кандидат биологических наук,  
**Л.В. Козырева**, кандидат технических наук

**A.V. Dobrokhoto**, Candidate of Biological Sciences,  
**L.V. Kozyreva**, Candidate of Technical Sciences

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург

Agrophysical Research Institute, St. Petersburg

Водный стресс наблюдается, когда растениям недостаточно воды, чтобы восстановить потери при транспирации. Кратковременный водный стресс приводит к потере влаги растением и, как следствие, к увяданию. Длительный стресс приводит к приостановке роста и в конечном счёте к гибели растения. Использование температуры поверхности для определения водного стресса растений основывается на предположении, что вода становится лимитирующим фактором при развитии растения, транспирация сокращается, и температура растения повышается. Температура растений измеряется в нескольких вариантах полтора века. Ранние работы игнорируют метеорологические факторы и концентрируются, из-за ограниченности оборудования, на измерении температуры отдельных листьев. В первой половине прошлого века велась полемика по поводу того, возможно ли, чтобы температура растений могла быть ниже, чем температура воздуха. С развитием инфракрасных радиометров появилась возможность измерять температуру нескольких растений. Индекс водного стресса растений (Crop Water Stress Index) рассчитывается по разнице между измеренной температурой растений и рассчитанными пределами возможных температур. Для проверки расчёта индекса водного стресса CWSI были выбраны данные полевого эксперимента на поле с овсом на Меньковской опытной станции, проведённые с помощью прибора АМПАК (Автоматизированный мобильный полевой агрометеорологический комплекс), разработанного в Агрофизическом институте. Эксперимент заключался в измерении метеопараметров сельскохозяйственного поля и температуры поверхности растительности над увлажнённым и засушливым участками поля. Для этого был выбран жаркий летний день и был произведён полив одного участка поля. Затем поочерёдно были произведены измерения на двух участках: с 08:30 до 10:30 над увлажнённым участком, с 11:00 до 13:00 над сухим участком.

Water stress occurs when plants do not have enough water to replace transpiration losses. Short-term water stress leads to a loss of moisture in the plant and, as a result, to wilting. Prolonged stress leads to a suspension of growth and, ultimately, to the death of the plant. The use of surface temperature to determine plant water stress is based on the assumption that water becomes a limiting factor in plant development, transpiration is reduced and plant temperature is increased. The temperature of plants has been measured in several ways for at least a century and a half. Early work ignored meteorological factors and concentrated, due to limited equipment, on measuring the temperature of individual leaves. During the first half of the last century, there was controversy over whether it was possible for plants to be colder than the ambient air temperature. With the development of infrared radiometers, it became possible to measure the temperature of several plants. The Crop Water Stress Index is calculated from the difference between the measured plant temperature and the calculated temperature limits. To check the calculation of the CWSI water stress index, the data of a field experiment on a field with oats at the Menkovskaya Experimental Station were selected, carried out using the AMPAK device (Automated Mobile Field Agrometeorological Complex), developed at the Agrophysical Institute. The experiment consisted in measuring the meteorological parameters of an agricultural field and the temperature of the vegetation surface over a wet and dry area of the field. For this, a hot summer day was chosen and one section of the field was irrigated. Then, measurements were taken in turn in two areas: from 08:30 to 10:30 over a wet area, from 11:00 to 13:00 over a dry area.

**Ключевые слова:** водный стресс растений, индекс CWSI, автоматизированный мобильный полевой агрометеорологический комплекс.

**Key words:** plant water stress, CWSI index, automated mobile field agrometeorological complex.

**Введение.** Водный стресс наблюдается, когда растениям недостаточно воды, чтобы восстановить потери при транспирации. Кратковременный водный стресс приводит к потере влаги растением и, как следствие, к увяданию. Длительный стресс приводит к приостановке роста и в конечном счёте к гибели растения.

Использование температуры поверхности для определения водно-

го стресса растений основывается на предположении, что вода становится лимитирующим фактором при развитии растения, транспирация сокращается, и температура растения повышается. Температура растений измеряется в нескольких вариантах, по крайней мере, полтора века. Ранние работы игнорируют метеорологические факторы и концентрируются, из-за ограниченности оборудования,

на измерении температуры отдельных листьев. В течение первой половины прошлого века велась полемика из-за того, возможно ли, чтобы температура растений могла быть ниже, чем температура окружающего воздуха. С развитием инфракрасных радиометров появилась возможность измерять температуру нескольких растений [7].

**Материалы и методы.** Индекс водного стресса растений CWSI (Crop Water



Stress Index) рассчитывается по разнице между измеренной температурой растений и вычисленными возможными пределами температур, когда растительность полностью обеспечена водой и в случае полного отсутствия доступной влаги. Такому эмпирическому подходу уделялось значительное внимание из-за его простоты и того факта, что для расчёта нужны измерения температуры растительности, температуры воздуха и дефицита насыщения водяного пара. В последующие годы некоторые недостатки метода стали очевидны. Критика основывалась на том, что метод не учитывает потоки излучения и скорость ветра, а также на том, что оценка предела при недостатке влаги является довольно неоднозначной. Было отмечено, что нижний предел, при котором растение не испытывает водный стресс во время прохладного периода, отличается от полученного в теплые периоды [11]. На рисунке 1 схематично показаны пределы температур и индекс водного стресса.

Вскоре после эмпирического подхода Идсо и соавт. (1981), Джексон и соавт. (1981) представили теоретический метод расчёта CWSI [8, 9, 10]. Теория требует оценки радиационного баланса и аэродинамического сопротивления, в дополнение к температуре и парциальному давлению водяного пара: параметры, которые требует эмпирический метод. Хотя теоретический подход показывает, как могут быть оценены верхний и нижний пределы, дополнительные измерения радиационного баланса, аэродинамического сопротивления, сопротивление растительного покрова, возможно, некоторые уравнения, которые кажутся сложными, помешали проведению тщательных полевых испытаний теоретического метода, претерпевшего эмпирический метод.

Потоки, которые оцениваются в теоретическом подходе Джексона: солнечная радиация; противоизлучение атмосферы; транспирация; излучение поверхностью листьев; излучение поверхности почвы; сопротивление конвекции; а также отражение солнечной радиации растительностью; отражение солнечной радиации почвой; отражение противоизлучения атмосферы растительностью; отражение растительностью длинноволнового излучения почвы. При этом необходимо учитывать температуру воздуха, температуру растительного покро-

ва, относительную влажность воздуха, радиационный баланс, скорость ветра, характеристики растительного покрова (сомкнутость, альбедо, высота и т. д.), характеристики почвы.

Индекс водного стресса CWSI может являться индикатором полива, или сроком, когда необходимо внести поливную норму. Срок полива определяется, когда значение водного стресса приближается к некоторому пределу. Для каждой культуры в зависимости от реального испарения, типа почвы значения этого предела различно и зависит от значения легко доступной воды, которая будет расходоваться за разный промежуток времени в зависимости от значения суммарного испарения. Значения максимально допустимого индекса водного стресса CWSI для некоторых сельскохозяйственных культур при различном суммарном испарении представлены в таблице 1.

Максимально допустимые значения индекса водного стресса CWSI, в зависимости от типа сельскохозяйственной культуры, представлены в таблице 1. По достижении критического значения CWSI необходимо внести поливную норму.

Индекс водного стресса CWSI определяется как [8]:

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a)_m - (T_c - T_a)_l}{(T_c - T_a)_u - (T_c - T_a)_l} \quad (1)$$

Джексон для вычисления нижнего предела представил следующую теоретическую формулу [8]:

$$(T_c - T_a)_l = \frac{r_a(R_n - G)}{\rho C_p} \cdot \frac{\gamma(1 + r_p/r_a)}{\Delta + \gamma(1 + r_p/r_a)} - \frac{VPD}{\Delta + \gamma(1 + r_p/r_a)} \quad (2)$$

где  $r_a$  – аэродинамическое сопротивление;  $R_n$  – радиационный баланс;  $G$  – поток тепла в почву;  $\rho$  – плотность воздуха;  $C_p$  – теплоёмкость при постоянном давлении;  $\gamma$  – психрометрическая постоянная;  $\Delta$  – наклон насыщения водяного пара к температурной кривой;  $r_{cp}$  – сопротивление растительного покрова при потенциальной транспирации (можно принять равным 0) [12].

Джексон предложил следующую формулу для вычисления верхнего предела:

$$(T_c - T_a)_u = \frac{r_a(R_n - G)}{\rho C_p} \quad (3)$$

При изучении связи растение – вода главная мысль, что без воды растение

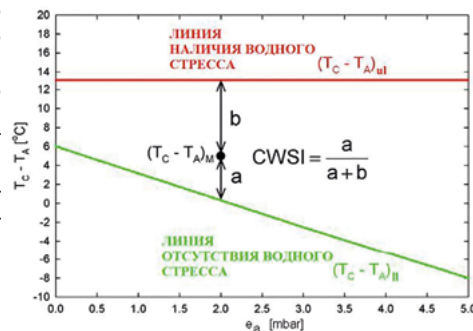


Рисунок 1 – Схема определения водного стресса с использованием индекса CWSI по Идсо

где  $T_c$  – температура растительной поверхности;  $T_a$  – температура воздуха;  $(T_c - T_a)_m$  – измеренная, реальная разность температур;  $(T_c - T_a)_l$  – нижний предел, обозначает разницу между температурами, когда транспирация не ограничивается наличием воды;  $(T_c - T_a)_u$  – верхний предел, обозначает разницу между температурами, когда испарение равно нулю;  $a, b$  – эмпирические коэффициенты.

испытывает стресс и не испытывает его при достаточном увлажнении. Отношение  $ET_r$  к  $ET_p$  изменяется от 1, когда нет недостатка влаги ( $r_c = r_{cp}$ ), когда растение не испаряет ( $r_c \rightarrow \infty$ ). Следовательно, когда растение испытывает водный стресс, отношение  $ET_r$  к  $ET_p$  стремится к 0. Индекс CWSI в аналогичном случае стремится к 1. Следовательно, индекс водного стресса CWSI может также определяться как [12]:

$$CWSI = 1 - \frac{ET_r}{ET_p} \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует:

$$ET_r = ET_p \cdot (1 - CWSI) \quad (5)$$

Поливной нормой считается то количество воды, которое необходимо получить растению, чтобы оно оптимально развивалось. Эту норму чаще всего считают постоянной для какой-либо культуры, учитывая только климатические факторы и отбрасывая погодные. Универсальный способ определения поливной нормы – расчёт количественной разницы между реальной эвапотранспирацией и потенциальной. Внесение же поливной нормы может варьироваться, но рекомендовано производить полив тогда, когда индекс водного стресса CWSI достигает критического значения (таблица 1).

$$ПН = 10 \cdot (ET_p - ET_r) \quad (6)$$

ПН – поливная норма [м³/га]

$$ET_p = K_c ET_0 \quad (7)$$

$K_c$  – коэффициент развития культуры [1]

$ET_0$  – эталонная эвапотранспирация [мм]

Коэффициенты развития  $K_c$  культур были установлены экспериментально и изложены в табличном виде в методике ФАО-56 для начального периода, периода развития, среднего и конечного периода всего вегетационного пери-

Таблица 1 – Значения максимально допустимого индекса CWSI

Группа культур	Максимальное значение эвапотранспирации $ET_r$ [мм/день]									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,50	0,43	0,35	0,30	0,25	0,23	0,20	0,20	0,18	
2	0,68	0,58	0,48	0,40	0,35	0,33	0,28	0,25	0,23	
3	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,43	0,38	0,35	0,30	
4	0,88	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,43	0,40	
Группа	Сельскохозяйственные культуры									
1	Лук, горох, картофель									
2	Банан, кабачок, персик, томат									
3	Люцерна, бобы, цитрусовые, арахис, ананас, арбуз, пшеница									
4	Хлопок, сорго, олива, виноград, сафлор, кукуруза, соя, табак									

ода [5]. Вегетационный период на разных широтах будет различный, и длина фаз развития культур также будет различна. При работе над определенным полем на определенной широте можно экспериментально установить длину фаз развития определённой культуры и согласовать с данными о величине коэффициента  $K_c$ .

Эталонная поверхность предполагает высоту растительности 0,12 [м], постоянное сопротивление растительного покрова 70 [м·с<sup>-1</sup>] и альбедо 0,23. Эвапотранспирация с такой поверхности называется эталонной. Для расчёта эталонной эвапотранспирации существует уравнение, основанное на уравнении испарения Пенмана-Монтейса, уравнениях аэродинамического сопротивления и сопротивления растительного покрова [5].

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{37}{T_a + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (8)$$

$ET_0$  – эталонная эвапотранспирация [мм час<sup>-1</sup>]

$u_2$  – скорость ветра на уровне 2 [м] [м с<sup>-1</sup>]

$e_s$  – давление насыщения водяного пара [кПа]

$e_a$  – давление водяного пара [кПа]

Оросительная норма складывается из суммы внесённых поливных норм

$$OH = PH_1 + PH_2 + \dots PH_n \quad (9)$$

**Результаты и обсуждение.** Для проверки расчёта индекса водного стресса CWSI были выбраны данные полевого эксперимента над овсом на Меньковской опытной станции, проведённые с помощью прибора АМПАК (Автоматизированный мобильный полевой агрометеорологический комплекс) [1, 3, 4], разработанного в Агрофизическом институте. Эксперимент заключался в измерении метеопараметров сельскохозяйственного поля и температуры поверхности растительности над увлажнённым и засушливым участками поля. Для этого был выбран жаркий летний день и был произведён полив одного участка поля. Затем поочередно были произведены измерения на двух участках: с 08:30 до 10:30 над увлажнённым участком, с 11:00 до 13:00 над сухим участком. Результаты расчета CWSI представлены на рисунке 2.

Расчёт поливной нормы был произведён по данным полевого эксперимента в Волгоградской области в мае. Было выбрано поле с люцерной синей, и по возможности измерялись полные солнечные сутки, когда испарение с растительной поверхности максимально. Измерения проведены с помощью АМПАКа (Автоматический мобильный полевой комплекс).

**Заключение.** Расчёт индекса водного стресса CWSI показал, что он является хорошим индикатором для определения срока полива. На увлажнённом экспериментальном участке его значение колебалось от 0,2 до 0,5, на сухом участке

Таблица 2 – Расчёт поливной нормы

Измеренные или постоянные величины	Температура воздуха, $T_a$ Температура поверхности, $T_s$ Относительная влажность, $f$ Скорость ветра на 2 м, $u_2$ Балл облачности, $N$ Тип облачности, = Радиационный баланс, $R_n$ Плотность воздуха, $\rho$ Теплоемкость при постоянном давлении, $C_p$	27,2 26,6 43,5 5,9 0,2 Ci, Cc 628 1,20 1006	°C °C % м·с <sup>-1</sup>  Вт м <sup>-2</sup> кг·м <sup>-3</sup> Дж·кг <sup>-1</sup> ·°C <sup>-1</sup>
Расчётные [2, 4]	Радиационный баланс, $R_n$ Поток тепла в почву, $G$ Психрометрическая постоянная, $\gamma$ Наклон насыщения водяного пара к температурной кривой, $\Delta$ Давление насыщения водяного пара, $e_s$ Парциальное давление водяного пара, $e_a$ Коэффициент, $a$ Коэффициент, $b$ Дефицит насыщения водяного пара, $VPD$ $e_c^*$ – давление насыщения водяного пара при такой температуре воздуха, которая была бы равна температуре растительного покрова при потенциальных условиях $T_{cp}$ – температура растительного покрова при потенциальных условиях Аэродинамическое сопротивление, $r_a$ Коэффициент развития культуры (люцерна) $K_c$	2,24 622,2 0,22 62,2 0,067  0,211 3,6 1,6 0,51 -1,92 2,03 2,94  23,8  3,37 1,2	МДж м <sup>-2</sup> час <sup>-1</sup> Вт м <sup>-2</sup> МДж м <sup>-2</sup> час <sup>-1</sup> Вт м <sup>-2</sup>  кПа кПа  кПа кПа  °C  с м <sup>-1</sup>
Формула [4]	$r_{cp} = \frac{3,37 \cdot (2,94 - 1,6)}{0,067 \cdot \left( \frac{3,37 \cdot 622,2}{1,20 \cdot 1006} - (23,8 - 27,2) \right)}$ -3,37 =	40,0	с м <sup>-1</sup>
Формула [8]	Индекс водного стресса, $CWSI$ =	0,46	
Формула [12]	Эталонная эвапотранспирация, $ET_0 = 0,408 \cdot 0,175(2,24 - 0,22) +$ $0,067 \cdot \frac{37}{27,2 + 273} \cdot 5,9 \cdot (3,6 - 1,6) \cdot (0,211$ $+ 0,067 \cdot (1 + 0,34 \cdot 5,9))^{-1} =$	0,66	мм час <sup>-1</sup>
Формула [11]	Потенциальная эвапотранспирация, $ET_p = 1,2 \cdot 0,66 =$	0,79	мм час <sup>-1</sup>
Формула [9]	Реальная эвапотранспирация, $ET_r = 0,79 \cdot (1 - 0,46) =$	0,43	мм час <sup>-1</sup>
Формула [6]	Поливная норма, $PH = 10 \cdot (0,79 - 0,43) =$	3,68	м <sup>3</sup> /га

от 0,6 до 1. Перспективным является использование индекса CWSI со спутниковыми данными. При использовании яркостной температуры поверхности, по данным ДЗЗ, можно оценить неоднородность индекса водного стресса на сельскохозяйственном поле. В таблице 3 представлена поливная норма за 18

мая, она составила 32,8 м<sup>3</sup>/га в день, что согласуется со средними значениями поливной нормы в 300–500 м<sup>3</sup>/га раз в 2 недели, рекомендуемые для полива.

Авторы статьи выражают огромную благодарность бывшим сотрудникам Агрофизического института инженерам И.Л. Максеновой и Д.Л. Бартенеу.

Таблица 3 – Поливная норма за 18 мая

Время (час.)	CWSI	ET <sub>0</sub> [мм]	ET <sub>p</sub> [мм]	ET <sub>R</sub> [мм]	ПН[м <sup>3</sup> /га]
8	0,15	0,42	0,5	0,42	0,76
9	0,32	0,51	0,62	0,42	1,99
10	0,44	0,6	0,72	0,4	3,16
11	0,35	0,63	0,76	0,5	2,63
12	0,58	0,65	0,78	0,33	4,51
13	0,46	0,66	0,79	0,43	3,68
14	0,56	0,65	0,78	0,34	4,36
15	0,56	0,6	0,72	0,32	4,07
16	0,51	0,54	0,65	0,32	3,32
17	0,46	0,46	0,55	0,3	2,51
18	0,43	0,35	0,42	0,24	1,81
		СУММА ЗА ДЕНЬ			
		6,08	7,29	4,01	32,8

## Библиографический список

1. Ефимов, А.Е. АМПАК (Автоматизированный мобильный полевой агрометеорологический комплекс). Методические указания по использованию / А.Е. Ефимов, Ю.Р. Ситдикова, Л.В. Козырева, А.В. Доброхотов // Санкт-Петербург, 2013.
2. Козырева, Л.В. Методика оценки биологического водопотребления посевов для решения задач управления водным режимом / Л.В. Козырева, Ю.Р. Ситдикова, А.Е. Ефимов, А.В. Доброхотов // Агрофизика. – 2013. – № 4 (12). – С. 12–19.
3. Козырева, Л.В. Основные показатели режима орошения сельскохозяйственного поля / Л.В. Козырева, Ю.Р. Ситдикова, А.Е. Ефимов, А.В. Доброхотов // Материалы научной сессии Агрофизического института по итогам 2012 года. Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. – 2013. – С. 89–95.
4. Якушев, В.П. Определение норм и сроков полива при информационном обеспечении биологического водопотребления сельскохозяйственных культур / В.П. Якушев, Л.В. Козырева, Ю.Р. Ситдикова, А.Е. Ефимов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 16–19.
5. Allen, R.G. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56 / Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith // FAO, Rome. – 1998. – Т. 300. – № 9. – С. D05109.
6. Boegh, E. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance / E. Boegh, H. Soegaard, A. Thomsen // Remote Sensing of Environment. – 2002. – Т. 79. – № 2. – С. 329–343.
7. Hatfield, J.L. Measuring plant stress with an infrared thermometer // HortScience. – 1990. – Т. 25. – № 12. – С. 1535–1538.
8. Jackson, R.D. A reexamination of the crop water stress index / R.D. Jackson, W.P. Kustas, B.J. Choudhury // Irrigation Science. – 1988. – Т. 9. – № 4. – С. 309–317.
9. Jackson, R.D. Canopy temperature and crop water stress // Advances in irrigation. – 1982. – Т. 1. – С. 43–85.
10. Jackson R.D. [и др.] Canopy temperature as a crop water stress indicator // Water resources research. – 1981. – Т. 17. – № 4. – С. 1133–1138.
11. Idso, S.B. Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress // Agricultural Meteorology. – 1982. – Т. 27. – № 1. – С. 59–70.
12. López-López R. [et al.] Evapotranspiration and Crop Water Stress Index in Mexican Husk Tomatoes (*Physalisixocarpa*Brot) // Evapotranspiration – From Measurements to Agricultural and Environmental Applications. – 2011. – С. 187.

## Дополнительные сведения об авторах:

**Алексей Вячеславович Доброхотов**, научный сотрудник отдела физики, физико-химии и биофизики почв, [dobralexey@gmail.com](mailto:dobralexey@gmail.com),

**Людмила Владимировна Козырева**, ведущий инженер отдела физики, физико-химии и биофизики почв, [4ludak@gmail.com](mailto:4ludak@gmail.com)

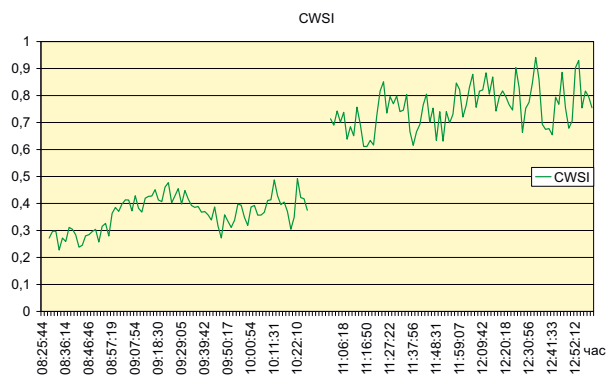


Рисунок 2 – Индекс водного стресса CWSI над увлажненным и сухим участками

## Bibliographic list

1. Efimov, A.E. AMPAK (Automated Mobile Field Agrometeorological Complex). Guidelines for use / A.E. Efimov, Yu.R. Sitdikova, L.V. Kozyreva, A.V. Dobrokhotov // St. Petersburg, 2013.
2. Kozyreva, L.V. Methodology for assessing the biological water consumption of crops for solving problems of water management / L.V. Kozyreva, Yu.R. Sitdikova, A.E. Efimov, A.V. Dobrokhotov // Agrophysics. – 2013. – No. 4 (12). – Pp. 12–19.
3. Kozyreva, L.V. The main indicators of the irrigation regime of an agricultural field / L.V. Kozyreva, Yu.R. Sitdikova, A.E. Efimov, A.V. Dobrokhotov // Proceedings of the scientific session of the Agrophysical Institute following the results of 2012. Agrophysical Research Institute of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2013. – Pp. 89–95.
4. Yakushev, V.P. Determining the norms and timing of irrigation with information support for the biological water consumption of agricultural crops / V.P. Yakushev, L.V. Kozyreva, Yu.R. Sitdikova, A.E. Efimov // Reclamation and water management. – 2013. – No. 2. – Pp. 16–19.
5. Allen, R.G. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56 / Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith // FAO, Rome. – 1998. – Vol. 300. – No. 9. – Pp. D05109.
6. Boegh, E. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance / E. Boegh, H. Soegaard, A. Thomsen // Remote Sensing of Environment. – 2002. – Vol. 79. – No. 2. – Pp. 329–343.
7. Hatfield, J.L. Measuring plant stress with an infrared thermometer // HortScience. – 1990. – Vol. 25. – No. 12. – Pp. 1535–1538.
8. Jackson, R.D. A reexamination of the crop water stress index / R.D. Jackson, W.P. Kustas, B.J. Choudhury // Irrigation Science. – 1988. – Vol. 9. – No. 4. – Pp. 309–317.
9. Jackson, R.D. Canopy temperature and crop water stress // Advances in irrigation. – 1982. – Vol. 1. – Pp. 43–85.
10. Jackson, R.D. [et al.] Canopy temperature as a crop water stress indicator // Water resources research. – 1981. – Vol. 17. – No. 4. – Pp. 1133–1138.
11. Idso, S.B. Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress // Agricultural Meteorology. – 1982. – Vol. 27. – No. 1. – Pp. 59–70.
12. López-López R. [et al.] Evapotranspiration and Crop Water Stress Index in Mexican Husk Tomatoes (*Physalisixocarpa*Brot) // Evapotranspiration – From Measurements to Agricultural and Environmental Applications. – 2011. – P. 187.

## Additional information about the authors:

**Aleksey Vyacheslavovich Dobrokhotov**, Researcher, Department of Physics, Physical Chemistry and Soil Biophysics, [dobralexey@gmail.com](mailto:dobralexey@gmail.com),

**Lyudmila Vladimirovna Kozyreva**, Leading Engineer of the Department of Physics, Physical Chemistry and Soil Biophysics, [4ludak@gmail.com](mailto:4ludak@gmail.com)



**Андрей Александрович  
ЖУРЕНКОВ**

директор  
ООО «Семеноводческое  
хозяйство «Стодеревское»



## Дождевальная техника для семеноводов

ООО «Семеноводческое хозяйство «Стодеревское» – одно из старейших предприятий Ставропольского края. Начало свою деятельность с 1929 года как колхоз имени Кирова. В 2014 году было реорганизовано в ООО «Семеноводческое хозяйство «Стодеревское».

Хозяйство специализируется на производстве высокопродуктивных семян озимой пшеницы, озимого ячменя, озимого рапса, льна, подсолнечника, гороха, овса, люцерны и других сельскохозяйственных культур. И ведёт работу по наращиванию объёмов их производства. Так, за 2022 год урожайность зерна в ООО «Семеноводческое хозяйство «Стодеревское» составила 48,2 ц/га. Для сравнения: по району средняя урожайность за этот период – 28,7 центнера. Показатели средней урожайности зерна, подсолнечника, рапса тоже выше среднерайонных. В 2021 году «Стодеревское» было признано лучшим как по темпам уборки, так и по урожайности зерновых культур (47,8 ц/га).

Семеноводство в хозяйстве поставлено на научную основу. Предприятие уже несколько лет сотрудничает с Краснодарским НИИСХ им. Лукья-

ненко. Специалисты предприятия используют инновационный подход, соблюдают научные рекомендации и технологические требования и создают оптимальные для выращивания семян агрофоны, внедряя прогрессивные агрономические технологии, предполагающие отказ от практики формирования паровых участков, строгое соблюдение севооборота, грамотное применение минеральных удобрений и ядохимикатов. Такой подход обеспечивает рачительное использование имеющихся 6 368 га пашни и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, чистосортность и отличные посевные качества семян.

Перенять опыт предприятия, познакомиться с достигнутыми им результатами приезжают специалисты администрации местного муниципального образования, управления сельского хозяйства, учёные, представители Партнёрства селекционеров и семеноводов Ставропольского края, руководители и агрономы коллективных сельхозпредприятий, главы КФХ во время проведения Дня поля, который ежегодно организуется на полях ООО «Семеноводческое хозяйство «Стодеревское».

Стабильность получения достойных урожаев высококачественных семян обеспечивается современным орошением. На протяжении пяти лет предприятие участвует в федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России». В рамках этой программы на начальном этапе развития орошения в хозяйстве были приобретены шланго-барабанные оросительные установки Rainstar фирмы Bauer (Австрия) в комплекте с консольными дождевателями.

Высокая эффективность орошения достигается данной моделью установки за счёт близкого распыления дождя к поверхности почвы. Одна такая установка осуществляет качественный, равномерный полив на площади до 40 га в зависимости от орошаемой сельскохозяйственной культуры. Современные форсунки, установленные на консоли, при проведении полива позволяют не повреждать растения и не уплотнять почву, что благоприятно сказывается на росте и развитии сельскохозяйственных культур и, как следствие, на их урожайности.

На втором этапе увеличения орошаемых площадей были приобретены



Оросительная установка Centerliner 9000



широкозахватные дождевальные установки Bauer. Данные установки позволяют орошать поля большей площади. За это время куплены четыре широкозахватные установки линейного полива и 16 установок кругового полива. Введено в эксплуатацию 2 470 га орошения под широкозахватными установками и 240 га орошения под шланго-барабанными установками.

Дождевальные установки Rainstar ООО «Семеноводческое хозяйство «Стодеревское» приобрело у ООО «Регионинвестагро» (Волгоград). Специалисты компании «Регионинвестагро» выполнили необходимые технические расчёты, поставку оросительных машин и сопутствующего оборудования, монтаж и ввод в эксплуатацию.

В ближайших планах предприятия дальнейшее расширение орошаемой площади. В настоящее время готовятся расчёты по оснащению полей хозяйства широкозахватными дождевальными установками кругового действия. ООО «Регионинвестагро» представлены на рассмотрение предложения по оснащению полей предприятия «под ключ», в том числе оросительными установками, монтаж водонапорных трубопроводов и насосных станций.

Результатом внедрения орошения стало увеличение урожайности культур. Так, разница между показателями урожайности на богаре и орошении на озимой пшенице составляет 25 ц/га, на ячмене 21 ц/га, на рапсе 12 ц/га. Впервые за много лет предприятие позволило себе включить в севооборот влаголюбивые культуры, такие как кукуруза и соя. В первый же год ввода в эксплуатацию широкозахватных оросительных установок предприятие после уборки ячменя вырастило вторым

урожаем семена кукурузы и получило достаточно хорошие показатели – более 35 ц/га. На сегодняшний день мы оптимизируем севооборот с учётом поливных культур для более эффективного использования орошаемых площадей.

Экономические результаты деятельности семеноводческого хозяйства позволяют принимать участие в улучшении социальных условий района. Предприятие оказывает финансовую помощь детскому саду, школе, сельской церкви в станице Стодеревская.

Поддерживает пенсионеров и ветеранов Великой Отечественной войны. На базе предприятия создана хлебопекарня, обеспечивающая хлебом всю станицу.

В перспективе предприятия развитие семеноводства сельскохозяйственных культур и содействие повышению качества жизни в районе.

**А.А. Журенков,**  
директор

ООО «Семеноводческое хозяйство  
«Стодеревское»



Полив посевов кукурузы дождевальной машиной Bauer





## Из отряда академиков

**К**онстантин Николаевич Кулик родился 22 июля 1952 года на Украине в селе Ровное Кировоградской области в семье ученых. Дед по линии отца Кулик Филипп Ефремович – кандидат биологических наук, профессор, преподавал в Чечено-Ингушском университете. Отец Кулик Николай Филиппович – доктор биологических наук, профессор, долгие годы работал главным научным сотрудником во Всероссийском научно-исследовательском институте агролесомелиорации (ВНИАЛМИ).

Окончив естественно-географический факультет Волгоградского педагогического института, К.Н. Кулик работал учителем и директором сельских школ, в 1980 г. был избран председателем исполкома Поляковского сельского Совета народных депутатов. С 1981 года с должности младшего научного сотрудника в отделе песков под руководством академиков Е.С. Павловского и В.И. Петрова начал научную карьеру. В это время в отделе проводилось освоение новых методов исследований, в частности аэрокосмических. С тех пор научная деятельность Константина Николаевича неразрывно связана с аэрокосмическими методами и применением их в защитном лесоразведении и сельском хозяйстве.

В 1986 году Константин Николаевич назначен заведующим лабораторией дистанционных методов. Через два года защитил кандидатскую диссертацию и уже в следующем году поступил в докторантуру ВНИАЛМИ.

С 1992 года К. Н. Кулик – заведующий первой в системе РАНХ лабораторией аэрокосмических методов. Потом работал старшим научным сотрудником отдела дистанционных методов и ландшафтного планирования, в 1996 стал заведующим отделом. Тогда же защитил докторскую диссертацию по теме «Агролесомелиоративное картографирование Северо-Западного Прикаспия» и был назначен директором института, которым затем руководил 21 год.

Основное направление научно-исследовательской деятельности К. Н. Кулика связано с разработкой теоретических основ и технологий применения аэрокосмической фотoinформации и ГИС-технологий для агролесомелиорации, защитного лесоразведения и ландшафтно-экологической оценки территорий. Константин

Николаевич обосновал и развил новое направление в науке – агролесомелиоративное картографирование ландшафтов. Им создана компьютерная база данных для оперативного поиска аэрокосмической и картографической информации, предложена интегральная шкала критериев для оценки процесса деградации почвенного и растительного покрова вследствие дефляции. Это позволяет осуществлять контроль состояния природной среды, планировать и применять эффективные меры восстановления деградированных участков. Разработанный им метод изолинейного компьютерного картографирования динамических и статических компонентов ландшафтов дает возможность оперативно выработать стратегию и тактику фитомелиоративных работ, осуществлять их



в экологически напряженных районах. Им получены количественные и качественные показатели динамики деградации почвенного и растительного покрова, его восстановления под влиянием фитомелиорации и разработан прогноз развития дефляции. Все это дало возможность принять срочные меры предотвращения лавинообразного опустынивания Прикаспия.

К.Н. Кулик разработал картографо-математическую модель функционирования нарушенных аридных экосистем, которая позволяет в сжатые сроки определять предельно допустимые антропогенные нагрузки на них и обосновывать рамки хозяйственного использования этих ландшафтов. Значительная часть исследований К.Н. Кулика посвящена лесомелиоративной классификации и картографированию аридных пастбищ на основе аэрокосмической фотоинформации. По предложенной им методике составлена карта лесомелиоративных категорий пастбищ аридной зоны России и стран СНГ на площади свыше 215 млн га, которая является надежной основой генеральных схем и рабочих проектов фитомелиорации деградированных сельхозугодий. Им создана планово-нормативная база адаптивной трансформации аридных территорий в продуктивные агролесоландшафты на площади свыше 30 млн га.

Практическое значение разработок К.Н. Кулика отмечено медалями ВДНХ СССР и Государственной научной стипендией Президента РФ в 1994 г. Его работа «Аэрокосмические методы изучения мелиоративной эффективности защитных лесных насаждений на территориях проявления ветровой и водной эрозии для лесомелиоративной классификации, картографирования сельскохозяйственных угодий и выявления агроклиматических ресурсов» включена в «Перечень разработок, превышающих мировые аналоги или соответствующих им по технико-экономическим показателям».

В должности директора института К.Н. Кулик показал себя высококвалифицированным, принципиальным руководителем, сочетающим лучшие качества ученого и организатора. В сложных для аграрной науки финансово-экономических условиях ему удалось сохранить основную костяк ученых института и сеть научно-исследовательских опытных станций. Им проведена большая работа по оздоровлению финансового состояния экспериментальной сети, налажены тесные и полезные для авторитета института связи с международными учреждениями, включая ЮНЕП, ГЭФ. На базе института неоднократно проходили международные учебные курсы

повышения квалификации специалистов природоохранного профиля стран СНГ и России. В институте проведен ряд международных и всероссийских научно-практических конференций. Разработаны субрегиональные национальные программы по борьбе с опустыниванием для юго-востока европейской части РФ, Северного Кавказа, Прикаспия, Западной Сибири. Научные разработки ВНИАЛМИ неоднократно были признаны Россельхозакадемией лучшими.

Разработка научных основ агролесомелиоративного адаптивно-ландшафтного обустройства сельскохозяйственных земель удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники 2000 года. За высокие научные достижения институт неоднократно награждался золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ. В 2016 году под его руководством была разработана программа реорганизации ВНИАЛМИ в Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН. В феврале 2017 г. институт был реорганизован, что позволило расширить направления исследований и улучшить финансовую и производственную базу.

В 2018 году Константин Николаевич ушел с должности директора и сейчас работает главным научным сотрудником в лаборатории гидрологии агролесоландшафтов. Во многом благодаря авторитету К.Н. Кулика решением правительства в институте в 2021 году создан Центр по борьбе с опустыниванием. Задача – перевести научные разработки в производственную сферу.

К. Н. Кулик принял непосредственное участие в написании и редакции трёх томов капитального научного труда, подготовленного большим коллективом ученых Почвенного института, Института географии и ФНЦ агроэкологии – Национального доклада «Глобальный климат и почвенный покров России».



Научные достижения Константина Николаевича высоко оценены академическим сообществом. С 1999 г. он избирается член-корреспондентом РАСХН, в 2003 г. академиком РАСХН, в 2011 г. ему присвоено звание профессора, а в 2013 г. становится академиком РАН.

Константин Николаевич – Заслуженный деятель науки РФ и Республики Калмыкия. Он награжден Золотой медалью РАН им. Г.Ф. Морозова, Золотой медалью РАН им. А.М. Бараева, медалью «За заслуги в мелиорации земель», также бронзовой, серебряной и золотой медалями ВДНХ, Почётными грамотами Министерства сельского хозяйства, Рослесхоза, РАСХН, РАН и др. Он лауреат премии Волгоградской области в сфере науки и техники, включён в Российскую энциклопедию «Лучшие люди России» в 2004 и 2010 гг., признан «Лучшим менеджером 2011 года» областного конкурса в номинации «Наука». Пользуется заслуженным авторитетом среди ученых и специалистов.



**Коллектив Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия**





**РЕГИОНИНВЕСТАГРО**

**BAUER**  
FOR A GREEN WORLD  
www.bauer-at.com

на правах рекламы



## **ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРОШЕНИИ И УТИЛИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ**

- **ОРОСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ**
- **НАСОСЫ ДИЗЕЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ**
- **ТРУБОПРОВОДЫ БЫСТРОГО СОЕДИНЕНИЯ**
- **СЕПАРАТОРЫ, МИКСЕРЫ, ЦИСТЕРНЫ**
- **УСТАНОВКИ BRU ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСТИЛКИ**
- **КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**



Волгоград, ул. Тимирязева, 9, тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30  
www.riagro.ru, e-mail: vasilyuk@riagro.ru