

ISSN 2070–4828

МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 2 (112)

Основан в 1951 году
Выходит 4 раза в год

Апрель – июнь 2025



Минск
2025

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 411 от 25.05.2009 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. **А. П. Лихацевич**

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

д-р с.-х. наук, проф. **В. И. Желязко** (зам. гл. редактора)

акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф. **Н. Н. Дубенок**

д-р с.-х. наук, проф. **Ю. А. Мажайский**

д-р техн. наук, проф. **В. Е. Левкевич**

д-р с.-х. наук, проф. **Н. Н. Цыбулько**

канд. техн. наук, доцент **А. С. Анженков**

канд. с.-х. наук, доцент **А. Л. Бирюкович**

канд. техн. наук **Э. Н. Шкутов**

***Журнал «МЕЛИОРАЦИЯ» рецензируется;
включен в перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований.***

***Журнал включен в Перечень научных изданий ВАК Российской Федерации
для опубликования результатов диссертационных исследований
(распоряжение Министерства образования и науки Российской Федерации
от 12 февраля 2019 г. № 21-р) по следующим группам научных специальностей:
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (сельскохозяйственные науки),
4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (технические науки).***

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Статьи и отдельные выдержки из журнала могут цитироваться при условии указания первоисточника.

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Рукописи не возвращаются.

Фотоматериалы взяты из архива РУП «Институт мелиорации» и предоставлены авторами статей.

Подписные индексы: **74856 — для индивидуальных подписчиков, цена – 25,20 руб.;**

748562 — для предприятий и организаций, цена – 28,80 руб.

Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

Редактор, корректор **Т. В. Мейкшане**

Компьютерная верстка **И. В. Скуратович**

Подписано к печати 10.06.2025 г. Формат 60 x 84 1/8.
Уч.-изд. л. 5,98. Усл. печ. л. 7,91. Заказ 364. Тираж 50 экз.

Адрес редакции: 220040, г. Минск, ул. Некрасова, 39-2;
тел. (017) 363-49-03;
e-mail: info@niimel.by, redaktor@niimel.by

Отпечатано РУП «Информационно-вычислительный центр Министерства финансов».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/41 от 29.01.2014.

© РУП «Институт мелиорации», 2025

Содержание Contents

Мелиорация

Land improvement

В. Е. Левкевич, В. А. Мильман, С. В. Решетник

Оперативный контроль состояния берегов и гидротехнических сооружений на водохранилищах с помощью наземной и дистанционной съемок

5

V. E. Levkevich, V. A. Milman, S. V. Reshetnik

Operational control of the condition of shores and hydraulic structures on reservoirs using ground and remote surveying

В. М. Лукашевич, А. А. Константинов

Режим орошения репчатого лука в условиях северо-восточной зоны Беларуси

17

V. M. Lukashevich, A. A. Konstantinov

Mode of onion irrigation in the North-Eastern zone of Belarus

Э. Н. Шкутов, А. И. Митрахович, В. П. Иванов

Из истории исследований процессов заохривания дренажных труб

24

E. N. Shkutov, A. I. Mitrakhovich, V. P. Ivanov

From the history of researchs of drainage pipe drying processes

А. А. Константинов, В. М. Лукашевич

Экономическая эффективность возделывания овощных культур при капельном поливе в северо-восточной зоне Беларуси

32

A. A. Konstantinov, V. M. Lukashevich

Economic efficiency of vegetable crops cultivation in drip irrigation in the North-Eastern zone of Belarus

У. Р. Сидаравичуте, С. И. Маций, В. С. Маций

Результаты обследования противоселевых сооружений в предгорной части Краснодарского края

38

U. R. Sidaravichute, S. I. Matsiy, V. S. Matsiy

Results of the survey of anti-mudflow structures in the foothills of the Krasnodar region

Наука – производству**From science to production***Н. Н. Семененко***Взгляд в будущее: совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур – вклад в повышение эффективности работы агропромышленного комплекса Беларуси****47***N. N. Semenenko***Looking into the future: improving crop cultivation technologies – a contribution to increasing the efficiency of the agro-industrial complex of Belarus****К 80-летию Великой Победы****For the 80th anniversary
of the Great Victory Day****Сотрудники Института мелиорации в годы Великой Отечественной войны****52****Наши юбиляры****Our jubilees****Александр Леопольдович Бирюкович (к 70-летию)****64****Чтобы помнили****To be remembered****Семен Константинович Ревяшко (к 100-летию)****65****Георгий Сергеевич Дробот (к 95-летию)****66****Михаил Иванович Святцев (к 90-летию)****67**

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 519.216.3: 627.8

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ С ПОМОЩЬЮ НАЗЕМНОЙ И ДИСТАНЦИОННОЙ СЪЕМОК

В. Е. Левкевич¹, доктор технических наук

В. А. Мильман², кандидат физико-математических наук

С. В. Решетник², научный сотрудник

¹Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, г. Минск, Беларусь

²Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

Приведен анализ разрушений укрепленных и неукрепленных берегов водных объектов Беларуси, повреждений и деформаций гидротехнических сооружений (ГТС) на водохранилищах и прудах. Выявлены наиболее распространенные разрушения и повреждения, отмечены возможные чрезвычайные ситуации вследствие этих разрушений и повреждений. Для оперативного контроля за состоянием берегов и ГТС предлагается использовать как наземную фотосъемку, так и фотосъемку с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Указано, какие разрушения и повреждения могут быть выявлены по снимкам с БПЛА, а какие требуют исследований на земле.

Ключевые слова: водохранилище, гидротехническое сооружение, откос, крепление, повреждение, деформация, фотосъемка, беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

Abstract

V. E. Levkevich, V. A. Milman, S. V. Reshetnik

OPERATIONAL CONTROL OF THE CONDITION OF SHORES AND HYDRAULIC STRUCTURES ON RESER- VOIRS USING GROUND AND REMOTE SURVEYING

The article analyzes the destruction of fortified and unfortified shores of water bodies in Belarus, damage and deformation of hydro-technical structures on reservoirs and ponds. The most common destruction and damage are identified, and possible emergencies due to these destructions and damage are noted. It is proposed to use both ground-based photography and photography from unmanned aerial vehicles (UAV) for operational monitoring of the state of shores and hydro-technical structures. It is indicated which destruction and damage can be identified from UAV images, and which require research on the ground.

Keywords: reservoir, hydrotechnical structure, slope, fastening, damage, deformation, photography, unmanned aerial vehicle (UAV).

Введение

На территории Республики Беларусь в настоящее время создано и эксплуатируется свыше 150 искусственных водных объектов (водохранилищ, прудов) различного назначения. Около 70 % из них относится к водохранилищам мелиоративного назначения, используемым для орошения, обводнения, осушения. По характеру наполнения это водоемы руслового и наливного типов.

Все указанные водоемы характеризуются как гидродинамически опасные объекты, на которых возможны чрезвычайные ситуации (ЧС) гидродинамического типа: прорывы пло-

тин (дамб, шлюзов) с угрозой жизни и здоровью людей, затоплениями жилых построек и хозяйственных объектов. Такие неблагоприятные процессы, как подтопление прибрежных территорий, разрушение берегов, не являются ЧС, однако и они могут привести к серьезному материальному ущербу.

Вопросы безопасности эксплуатации водных объектов Беларуси актуальны по нескольким причинам. Большая часть существующих объектов имеет период эксплуатации более 40 лет. Накопившиеся за это время повреждения и деформации на гидротехнических со-

оружениях в ряде случаев приводят к аварийным ситуациям (см. рис. 1).

В Беларуси в результате климатических трансформаций изменились метеорологические и гидрологические условия на водных объектах, а вследствие экономических преобразований стал иным режим хозяйственного использования ряда водных объектов. В 2012–2017 гг. в нашей стране построены Гродненская и Витебская ГЭС с водохранилищами. На ряде старых водохранилищ установлены малые ГЭС, что привело к трансформации уровня режима. Насущной необходимостью стало обеспечение безопасности как новых, так и обновленных объектов.

Первостепенное значение в обеспечении безопасности водных объектов имеет контроль состояния ГТС и берегов водоемов. Как правило, он осуществляется субъектами, эксплуатирующими объект хозяйствования, и местными властями. В тех случаях, когда есть опасность ЧС, в контроле должны участвовать органы МЧС. Плановые контрольные мероприятия дают наиболее полную информацию, но требуют значительных временных затрат.

В ряде особых случаев необходим оперативный контроль состояния ГТС и берегов водных объектов в следующие периоды:

- сразу после экстремальных природных явлений, способных повредить берега и ГТС

(ураганы, сильное ветровое волнение, сильные паводки, сильный ледоход);

- перед прогнозируемыми экстремальными природными явлениями;
- после крупных аварий на водных объектах Беларуси и в сопредельных странах.

На сегодняшний день методическая база оперативного контроля состояния ГТС и берегов отсутствует. Для разработки такой базы необходимо предварительно решить следующие задачи:

а) исследовать в реальных условиях процессы разрушения, подтопления на берегах водных объектов, выделить наиболее частые и опасные проявления;

б) обследовать и классифицировать повреждения и деформации ГТС на искусственных водных объектах, выявить наиболее частые и опасные повреждения;

в) предложить технические средства, которые обеспечат оперативную фиксацию и документирование разрушений берегов и наиболее распространенных и опасных повреждений ГТС.

Для фиксации неблагоприятных процессов нами предлагается использовать наземную фотосъемку и фотосъемку с БПЛА. Установлено, какие разрушения и повреждения могут быть выявлены по снимкам с этих аппаратов, а какие требуют наземной фотосъемки.



Рис. 1. Авария на гидроузле водохранилища Млынок

Объекты и методы исследования

Объекты исследований – берега водохранилищ Беларуси, а также ГТС, подвергающиеся разрушению и повреждению под воздействием природных факторов. В рамках государственных программ научных исследований в последнее десятилетие специалисты учреждений НАН Беларуси, высших учебных заведений Минска и МЧС Республики Беларусь обследовали все крупные водохранилища на территории страны и более половины всех мелких водохранилищ. В ходе обследований фиксировалось состояние ГТС и значительной части берегов. Выявлялись участки берегов, откосов дамб и плотин с видимыми разрушениями и повреждениями, измерялись размеры разрушений и повреждений, данные анализировались. Обсуждение результатов обследований и легло в основу публикаций [1–6 и др.].

После создания новых крупных водохранилищ (Гродненской и Витебской ГЭС) с протяженными берегами появилась задача ускорения процесса обследования и возник вопрос о целесообразности использования для этого БПЛА: какие полные/частичные разрушения и повреждения видны на фотоснимках с этих аппаратов, а какие требуют наземной фиксации? Для ответа на вопрос были выполнены экспериментальные фотосъемки: береговые повреждения и ГТС фотографировались с земли и при помощи беспилотников; фотографии сравнивались между собой. По результатам сравнения делался вывод об информативности фотосъемки с БПЛА. Для эксперименталь-

ных съемок использовался квадрокоптер модели DJI Phantom 3 Professional (рис. 2).

Было установлено, что съемка с летательного аппарата информативна для всех случаев разрушений берегов и повреждений откосов плотин.

Зафиксированные при обследовании неблагоприятные явления можно разделить на следующие группы:

- разрушения неукрепленных берегов;
- повреждения и деформации земляных дамб и плотин, повреждения укрепленных берегов и укрепленных откосов дамб и плотин;
- повреждения бетонных водосбросных и водопропускных сооружений.

Также обнаружены подтопления прибрежных территорий, которые рассмотрены в [7].



Рис. 2. Квадрокоптер модели DJI Phantom 3 Professional

Разрушения (переработка) неукрепленных берегов водных объектов

После создания нового водохранилища активно формируется его береговая зона: берега разрушаются под воздействием таких различных гидродинамических факторов, как ветровое волнение, колебание уровней, течений, ледовых явлений [1, 2, 8, 9]. Эти процессы называются абразией. Берега подвержены эрозии – разрушению под действием ветра и атмосферных осадков; течения грунтовых вод также негативно влияют на берега [1]. Через определенный период (иногда и через десятки лет) происходит их стабилизация. Если уровень режим водохранилища меняется,

абразионный процесс снова усиливается и форма берега трансформируется до достижения нового равновесного состояния.

Процесс разрушения (переработки) берегов проходит ряд стадий. После создания водохранилища частицы грунта начинают перемещаться с берега в прибрежную часть акватории. Ведущую роль в этом процессе играют ветровые волны и течения, велико воздействие гравитационных сил и дождевых стоков. В зависимости от интенсивности волн, крутизны берегового склона, характера грунтов и ряда других факторов рано или поздно

формируются береговая отмель и абразионная береговая терраса (пляж, бенч). За абразионной террасой располагается клиф – крутой абразионный обрыв, образующийся в результате разрушения высокого коренного берега под действием абразионных факторов. Клиф постепенно отступает в сторону суши, увеличивая ширину абразионной береговой террасы. Его морфология зависит от состава и структуры пород, слагающих берег. Отмель и терраса гасят энергию волн и препятствуют разрушительному действию течений, вследствие чего процесс переработки берега постепенно угасает.

Признаками угасания переработки и стабилизации берега являются: 1) образование отмели и пляжа, 2) зарастание обрыва растительностью, препятствующей его разрушению под действием гравитации и эрозии. В случае пологого берега клиф не образуется или имеет незначительную высоту.

Еще отмечается спрямление береговой линии. Если в начальный период эксплуатации водохранилища она имеет вид чередующихся мысов и заливов, то с течением времени под действием течений ее форма становится значительно ближе к прямолинейной.

Таким образом, форма береговой линии может служить косвенным признаком стабилизации процесса переработки берега.

Подробнее процесс разрушения берегов водохранилищ и определяющие его обстоятельства описаны в [1, 8, 10]. В [1] выделены характерные для условий Беларуси разрушающие факторы, а также типы и формы абразионных берегов. Величина S_i линейной переработки берега (S_i) на отдельных водохранилищах Беларуси достигает 35 м [1]; высота абразионного обрыва в крайних случаях – 12 м. Примеры абразионных берегов приведены на рис. 3–5.

Разрушение берега водохранилища, не являясь само по себе чрезвычайной ситуацией, может привести к значительному материальному ущербу, так как под угрозой оказываются хозяйственные и жилые постройки, линии электропередач, дороги – в результате особенно часто теряются пахотные земли и лесные угодья [1]. Значительные повреждения наносятся рекреационному потенциалу водохранилищ, бывают случаи непосредственного разрушения территории зоны отдыха (рис. 3); деревья и кустарники падают в воду под действием абразионных разрушений (рис. 3, 4), что весьма опасно для жизни и здоровья купающихся. Процессы переработки берегов выражены, в частности, на таких крупных и средних водохранилищах Беларуси, как Вилейское, Заславское, Дубровское, Вяча, водохранилище Гродненской ГЭС [1].



Рис. 3. Абразионные берега на Вилейском водохранилище



Рис. 4. Разрушенный берег с упавшими в воду деревьями
(водохранилище Гродненской ГЭС)



Рис. 5. Переработка береговых склонов и поврежденные лесные угодья
(район Заславского водохранилища)

Традиционный подход к контролю процесса переработки берегов – это проведение наземных обследований с выездом специалистов на место разрушения, разбивкой береговой линии на створы, измерением линейной переработки берега и других показателей в каждом створе, документированием фактов ущерба.

Для измерения параметров, характеризующих абразионный процесс, целесообразно использовать средства спутниковой геодезии. Геодезический спутниковый приемник, работающий в геодезическом фазовом режиме

с применением сигналов корректирующих станций, позволяет определять разности координат точек в трех измерениях с ошибкой, не превышающей нескольких сантиметров [11]. Результаты наземных обследований целесообразно заносить в специальную базу данных, чтобы впоследствии анализировать динамику переработки берегов. С учетом того, что береговая линия ряда водохранилищ превышает 100 км, а длина абразионных берегов на одном водохранилище может быть более 10 км, традиционный контроль процесса переработки – дело трудоемкое.

Наиболее всеобъемлющий подход к контролю за состоянием берегов водохранилищ – это создание комплексной системы мониторинга берегов, предложенной в [1], однако это требует значительных материальных и организационных усилий. Нельзя исключить и традиционный подход к контролю, но в дополнение к нему и комплексной системе мониторинга целесообразно иметь средства оперативного контроля берегов водохранилищ.

Таким средством может стать БПЛА, оснащенный видеокамерой. У современных беспилотников имеется техническая возможность облететь водохранилище над береговой линией и сделать фотосъемку берегов. Полет может осуществляться под управлением человека-оператора либо по полетному заданию, подготовленному заранее, с навигацией по системам GNSS (GPS, ГЛОНАСС). Возможны и смешанные режимы полета, когда летательный аппарат прибывает в заданную точку с помощью навигационной системы, а затем маневрирует под управлением оператора. На крупных водохранилищах (Вилейском, водохранилище Гродненской ГЭС и др.) суммарная длина потенциально опасных участков берега может достигать десятков километров. Облет всех таких зон на одном водохранилище может быть выполнен за несколько часов (точная цифра зависит от типа БПЛА). Беспилотник позволяет быстро зафиксировать на снимках состояние берегов в труднодоступных местах и там, где требуется съемка берега со стороны акватории. Без использования названного аппарата работа по фотофиксации состояния берегов на крупном водохранилище может занять несколько рабочих дней.

В ходе исследования проводились экспериментальные съемки берегов водохранилищ с БПЛА (см. рис. 6, а, б).

Установлено, что при фотосъемке с данных аппаратов хорошо различимы следующие факты, важные для оценки состояния абразионного берега: примерные размеры абразионной террасы, крутизна и высота клифа; образование отмели, зарастание обрыва растительностью, повреждения леса и падения деревьев в воду; приблизительное расстояние от обрыва до ближайших хозяйственных или рекреационных объектов. По снимкам с БПЛА можно оценить степень спрямления берего-

вой линии, а о характере грунтов, образующих берег, можно судить не по снимкам, а непосредственно прощупывая грунт пальцами.

На основе фотосъемки при помощи беспилотника могут быть сделаны предварительные суждения о стабилизации процесса переработки берегов: в частности, выявлены участки, где разрушения несут непосредственную угрозу жизни и здоровью людей, хозяйственным объектам, лесным угодьям. Однако такая фотосъемка полностью не заменит наземные обследования разрушающихся берегов: именно в ходе последних могут быть измерены величина линейной переработки, высота клифа, расстояние от обрыва до леса или хозяйственных объектов. Факты, установленные при съемке с летательного аппарата, могут послужить сигналом для инициирования и планирования наземных обследований.

Обследование повреждений и деформаций земляных дамб и плотин, укрепленных берегов и откосов

Почти все дамбы и плотины на водных объектах Беларуси являются земляными. Их повреждения и деформации условно делятся на повреждения гребня, верхового и низового откосов.

Типичная деформация гребня плотины – проседание под действием силы тяжести. Проседание может быть следствием ошибок проектирования, некачественного строительства или эксплуатации сооружения дольше нормативного срока. Если повреждение гребня плотины достаточно велико, то в период паводков в месте повреждения гребня возможен перелив воды через плотину, в худшем случае – прорыв плотины.

Повреждение неукрепленного верхового и низового откосов земляной плотины происходит по тем же причинам, что и повреждение неукрепленного берега. Ветровые волны, течения, атмосферные осадки воздействуют на откос плотины и выносят частицы грунта. Вынос грунта может наблюдаться по длине всей плотины, также могут образовываться локальные повреждения (см. рис. 7).

Если указанные процессы не остановить, это может привести к формированию прорана с последующим прорывом плотины.

а



б



Рис. 6. Абразионные берега, снятые с беспилотника
(Заславское водохранилище)



Рис. 7. Измерение размеров локального повреждения
неукрепленного верхового откоса плотины (водохранилище Вяча)

На низовом откосе земляной плотины может проявляться суффозия, то есть процесс механического выноса из грунтов мелких частиц фильтрационным потоком воды через тело плотины. Выраженный суффозионный вынос грунта означает потерю фильтрационной устойчивости плотины и с большой вероятностью приведет к прорыву плотины. Особая опасность этого явления заключается в том, что прорыв может случиться неожиданно, без подъема уровня воды в водохранилище. Суффозия, по мнению М. Р. Бакиева, – одна из причин самых катастрофических аварий на грунтовых плотинах в мире [12]. Суффозионный вынос грунта может стать дополнительным основанием к проседанию гребня плотины, что внешне проявляется просачиванием воды на низовом откосе с оплыванием грунта.

Для защиты разрушаемых берегов водохранилищ, откосов дамб и плотин проводятся различные **берегозащитные мероприятия** [13]. В данной статье подробно рассматриваются только крепления с помощью бетонных и железобетонных покрытий, наиболее распространенные в Беларуси. Они применяются в виде как монолитных плит, бетонизируемых на месте, так и сборно-монолитных. Монолитные крепления выполняются из плит толщиной до 20 см на слое гравия 10–15 см. Плиты разрезаются температурно-осадочными швами по всей высоте откоса. Расстояние между швами 5–10 м. Сборно-монолитные крепления производятся из отделочных плит размерами от 40 до 175 см. Слой гравийной подготовки – до 20 см.

Под воздействием внешних воздействий (ветро-волновых, ледовых, температурных) железобетонные крепления могут разрушаться с возможной потерей местной и общей устойчивости грунтового откоса. Процесс разрушения названных креплений проходит ряд стадий. Первым и самым распространенным повреждением является раскрытие швов между плитами крепления (рис. 8).

Под действием ветровых волн, изменения уровня воды в водохранилище и других факторов из раскрытого шва начинается вынос грунта, а постепенно и из-под плиты. Этот процесс может зайти достаточно далеко и привести к потере устойчивости укрепленного откоса. На рис. 9 показано состояние укрепленного отко-

са плотины на водохранилище Млынок, где в 2011 г. произошел ее прорыв (в настоящее время водохранилище восстановлено).

Часто при выносе грунта плиты крепления трескаются, ломаются и смещаются. Примеры приведены на рис. 10–12.

Само по себе повреждение укрепленного откоса плотины, как правило, не несет немедленной угрозы ЧС, однако в случае экстренного поднятия уровня воды в водохранилище с поврежденными откосами повышается вероятность прорыва плотины.



Рис. 8. Раскрытие швов между плитами крепления на водохранилище Зельва



Рис. 9. Вынос грунта из-под плит крепления откоса плотины (водохранилище Млынок)



Рис. 10. Разрушение крепления берега на Дубровском водохранилище (снимок с беспилотника)



Рис. 11. Разрушение крепления берега (Чигиринское водохранилище)



Рис. 12. Разрушение крепления берега (Лепельское водохранилище)

Для установления возможности регистрации вышеперечисленных повреждений укрепленных берегов и откосов по снимкам с БПЛА производились экспериментальные полеты над откосом плотины Дубровского водохранилища. Верховой откос плотины, укрепленный бетонными плитами, находится в хорошем состоянии, имеются только начальные признаки раскрытия швов между плитами, которые просматриваются на снимке с беспилотника (рис. 13). Более выраженные повреждения откосов и берегов, такие как на рис. 8–12, хорошо различимы на снимках с летающих аппаратов.

Использование съемки с БПЛА способно сократить время обследования плотины, дамбы, укрепленного берега в тех случаях, когда протяженность обследуемого объекта составляет более одного километра. В Беларуси такие растянутые объекты есть на Вилейском, Заславском, Солигорском, Дубровском и некоторых других водохранилищах. Если же суммарная длина данных объектов менее километра, то существенного сокращения времени обследования по сравнению с традиционным наземным ждать не следует. Беспилотник может быть полезен, когда фотоснимок необходимо получить со стороны акватории водохранилища или сверху. Некоторые виды повреждений плотин, таких как суффозионный вынос грунта, небольшие просадки, вынос грунта из-под плит крепления, лучше фиксировать в ходе наземных обследований.

Фиксация повреждений водосбросных и водопропускных сооружений

Большинство искусственных водных объектов Беларуси имеют в составе бетонные

либо железобетонные водосбросные (водопропускные) сооружения.

Повреждения таких сооружений – это либо просадки, либо повреждения бетонных (железобетонных) конструкций, либо повреждения и деформации затворов. Часто наблюдаются сколы, трещины и выбоины бетонных конструкций, выход наружу и коррозия металлической арматуры. Эти нарушения носят, как правило, локальный характер. Иногда наблюдаются видимые деформации бетонных конструкций. Основная опасность повреждений водосбросных сооружений заключается в возможном заклинивании затворов в тот момент, когда необходимо срочно произвести сброс определенного объема воды из водохранилища во время паводка. В итоге это может привести к недопустимому подъему уровня воды и переливу через гребень плотины с последующей гидродинамической аварией.

При экстренных проверках состояния водосбросных сооружений ограничиваются в основном внешним осмотром и фотофиксацией повреждений: осматривается только надводная часть сооружений, работа затворов водосброса в динамике не проверяется. Более широкая и детальная проверка состояния водосбросных сооружений требует значительной технической и организационной подготовки, больших временных затрат [14].

Примеры повреждений бетонных водосбросных сооружений приведены на рис. 14, 15.

Нами рассмотрены наиболее важные аспекты самых распространенных разрушительных процессов на водохранилищах Беларуси, однако и их достаточно для нижеследующих выводов.



Рис. 13. Укрепленный откос плотины на Дубровском водохранилище



Рис. 14. Повреждение (скол бетона) водосбросных сооружений (водохранилище около Острошицкого Городка)



Рис. 15. Просадка и видимая деформация водосбросных сооружений (Любашевское водохранилище)

Выводы

1. На водохранилищах Беларуси развиваются процессы, опасные для жизни и здоровья людей, способные привести к существенному экономическому ущербу. Наиболее распространены: абразионное разрушение неукрепленных берегов; повреждения земляных дамб и плотин, укрепленных откосов дамб и плотин, укрепленных берегов; подтопление прибрежных территорий. За этими явлениями необходимо регулярное наблюдение. В особых случаях, отмеченных во введении, необходим оперативный контроль состояния ГТС и берегов водохранилищ.

2. Дистанционная фотосъемка с БПЛА может стать эффективным средством оперативного контроля состояния ГТС и берегов водохранилищ, что позволит зафиксировать факт развития большинства опасных процессов, приблизительно оценить степень их развития, выявить места наибольшей опасности. Фотосъемка с летательного аппарата выполняется быстро, охватывает большие расстояния, и это особенно удобно при обследовании длинных берегов и плотин. С помощью фотосъемки с БПЛА можно обследовать объекты в трудно-

доступных местах, получать снимки со стороны акватории и сверху.

3. Определенную информацию о повреждениях ГТС и ряд важных параметров процесса абразионного разрушения берегов можно получить только в результате наземных об-

следований, измерений и фотосъемки. Фотосъемка с БПЛА может служить основой для планирования последующих наземных обследований. Использование беспилотников не отменяет работ на земле, а дополняет их.

Библиографический список

1. Левкевич, В. Е. Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск : Право и экономика, 2015. – 307 с.
2. Левкевич, В. Е. Динамика береговых процессов русловых, наливных и озерных водохранилищ Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск : Право и экономика, 2015. – 202 с.
3. Кобяк, В. В. Результаты лабораторных и натурных исследований береговых процессов водохранилищ Беларуси / В. В. Кобяк // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2011. – № 1 (13). – С. 15–24.
4. Бузук, А. В. Критерий устойчивости откосов подпорных сооружений и берегов водохранилищ с деформированным железобетонным креплением / А. В. Бузук // Мелиорация. – 2018. – № 4 (86). – С. 24–30.
5. Повреждения подпорных гидротехнических сооружений на искусственных водоемах Беларуси как фактор риска гидродинамических аварий / Г. И. Касперов, В. Е. Левкевич, В. А. Мильман, Л. В. Бокуть // Тр. БГТУ. Серия 1. – 2018. – № 2. – С. 259–265.
6. Левкевич, В. Е. Научно-технические разработки по анализу состояния водных объектов Беларуси для предотвращения чрезвычайных ситуаций / В. Е. Левкевич, В. А. Мильман, А. Н. Крючков // Информатика. Спец. выпуск «60 лет ОИПИ НАН Беларуси». – 2025. – С. 129–134.
7. Оценка параметров зоны подтопления прибрежных территорий водохранилищ Беларуси с помощью беспилотных летательных аппаратов / В. Е. Левкевич, В. А. Мильман, С. В. Решетник, А. А. Артемчик // Мелиорация. – 2023. – № 1 (103). – С. 21–30.
8. Пышкин, Б. А. Динамика берегов водохранилищ / Б. А. Пышкин. – Киев : Наукова думка, 1973. – 416 с.
9. Максимчук, В. Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ / В. Л. Максимчук. – Киев : Будівельник, 1981. – 112 с.
10. Финаров, Д. П. Геоморфологический анализ и прогнозирование переформирования береговой зоны и дна водохранилищ / Д. П. Финаров. – Ленинград : Наука, 1986. – 228 с.
11. Шануров, Г. А. Спутниковая геодезия : учеб. пособие / Г. А. Шануров. – Москва : Моск. гос. ун-т геодезии и картографии, 2015. – 80 с.
12. Бакиев, М. Р. Анализ проблем надежной и безопасной эксплуатации грунтовых плотин водохранилищных гидроузлов / М. Р. Бакиев // Irrigatsiya va melioratsiya. – 2018. – № 3 (13). – С. 14–17.
13. Левкевич, В. Е. Крепление берегов и верховых откосов подпорных сооружений гидроузлов Беларуси / В. Е. Левкевич. – Минск : БНТУ, 2019. – 172 с.
14. Левкевич, В. Е. О методике проведения натурных обследований гидротехнических сооружений на искусственных водных объектах Беларуси / В. Е. Левкевич, В. А. Малашевич, Г. Ф. Ласута // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2013. – № 2 (18). – С. 102–108.

Поступила 7 апреля 2025 г.

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ РЕПЧАТОГО ЛУКА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ БЕЛАРУСИ

В. М. Лукашевич, кандидат сельскохозяйственных наук

А. А. Константинов, аспирант

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь

Аннотация

В результате проведенных опытов были разработаны нормы проектного режима капельного полива лука на дерново-подзолистых суглинистых почвах в условиях северо-восточной гидролого-климатической зоны Республики Беларусь. Определены проектные оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы лука для разных по влагообеспеченности годам, а также оптимальный водный режим дерново-подзолистой суглинистой почвы при возделывании данной культуры.

Ключевые слова: репчатый лук, капельный полив, режим орошения, ресурсосберегающие технологии, влажность почвы, бездождный период.

Abstract

V. M. Lukashevich, A. A. Konstantinov
MODE OF ONION IRRIGATION IN THE NORTH-EASTERN ZONE OF BELARUS

As a result of the conducted experiments, standards for the design mode of drip irrigation of onions on sod-podzolic loamy soils in the conditions of the north-eastern hydrological and climatic zone of the Republic of Belarus were developed. Design irrigation rates and minimum inter-irrigation intervals for onions for years with different moisture supply and also the optimal water mode of sod-podzolic loamy soil during cultivation of this crop were determined.

Keywords: onions, drip irrigation, irrigation mode, resource-saving technologies, soil moisture, rainless period.

Введение

Укрепление продовольственной безопасности и продовольственной независимости страны с выходом на оптимальные параметры продовольственного снабжения населения является одной из основных задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. [1].

Развитие растениеводства в 2021–2025 гг. предусматривает реализацию следующих направлений: внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, сохранение, повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель, а также эффективность защиты сельскохозяйственных культур за счет совершенствования технологий их возделывания, обеспечивающих получение стабильных урожаев при разных погодно-климатических условиях, освоение инновационных наукоемких технологий.осу-

ществление данных направлений позволит обеспечить к концу 2025 г. производство овощей не менее 1,9 млн тонн в хозяйствах всех категорий с получением средней урожайности 335 центнеров с гектара, а площадь посева овощей в открытом грунте увеличить до 14,8 тыс. гектаров [1].

При этом природно-климатические условия Беларуси характеризуются неравномерным распределением атмосферных осадков в течение периода вегетации растений, что негативно влияет на процесс возделывания овощных культур и предполагает необходимость регулирования водного режима почвы. Этот неблагоприятный фактор можно исключить только путем проведения мелиоративных мероприятий [2–4], поэтому изучение режима орошения репчатого лука представляет практический интерес и является целью данных исследований.

Основная часть

Полевые опыты проводились на опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» Горького р-на Могилевской обл. в 2021–2023 гг.

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми суглинистыми почвами естественного увлажнения. Верхним пределом оптимального увлажнения почвы принята наименьшая влагоемкость (НВ). Опытные делянки располагались на хорошо спланированной площади с общим уклоном 0,001. Сроки полива репчатого лука устанавливали по мере снижения влажности почвы до нижнего предполивного предела в расчетном слое почвы. За расчетный слой почвы принят слой 0–30 см. Контроль за нормой полива осуществляли при помощи мерного сосуда. Влажность почвы определяли термостатно-весовым способом [5].

Схема опыта включала следующие варианты: 1-й – снижение предполивной влажности до уровня 80 % НВ; 2-й – снижение предполивной влажности до уровня 70 % НВ; 3-й – сни-

жение предполивной влажности до уровня 60 % НВ; 4-й – контроль (с удобрениями без орошения); 5-й – контроль (без удобрений и орошения).

На опытном участке полив учетных делянок проводили системой капельного полива. Подача воды к репчатому луку осуществлялась через капельницы, расположенные в капельной трубке диаметром 1,6 см. Шаг капельниц в трубке был принят равным 33 см; он определялся на основании физико-механических свойств почвы опытного участка в зависимости от площади увлажнения одной капельницы. Максимальный расход одной капельницы при давлении в напорном трубопроводе 2 атм составлял 2,1 л/ч. Учет урожая проводили методом сплошной уборки с делянок соответственно для каждого варианта опыта.

Климатические условия за период исследований характеризуются некоторыми колебаниями осадков, температуры и дефицита влажности воздуха (табл. 1).

Таблица 1. Основные метеорологические показатели вегетационных периодов репчатого лука за период исследований

Год исследований	Осадки		Сумма среднесуточных температур		Сумма дефицитов влажности воздуха		ГТК (за вегетационный период)
	мм	% от нормы	°С	% от нормы	миллибар	% от нормы	
2021	284	82	2169	102	850	97	1,3
2022	306	94	2161	106	800	88	1,4
2023	282	87	2240	110	944	104	1,3

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что период исследований составили годы, различные по тепловлагообеспеченности. Так, 2021 и 2023 гг. были для лука слабозасушливыми, а 2022-й г. – оптимальным по увлажнению. В целом природно-климатические условия типичны для исследуемого района, что позволяет распространить результаты исследований на всю территорию северо-восточной зоны Беларуси.

Как показали данные наблюдений в 2021 г., в начале вегетационного периода репчатого лука, в первой декаде мая, значения влагозапасов в расчетном слое составили 71 % НВ,

что предполагало проведение первого полива в варианте 1, где по условиям опыта нижний предел регулирования влажности составлял 80 %. Однако полив не осуществился, так как на следующий день после определения влажности выпали осадки, что привело к повышению влажности почвы до 88 % НВ. Вторая и третья декады мая характеризовались равномерным и частым выпадением атмосферных осадков (6 % от осадков в течение всего вегетационного периода при средней температуре воздуха 13,3 °С), что, в свою очередь, исключало снижение влажности почвы до уровня предполивной влажности.

В конце мая и начале июня 2021 г. наблюдался первый бездождный период (с 30 мая по 7 июня), что потребовало первого полива нормой 56,3 м³/га (1 июня) в варианте 1 (80 % НВ). Второй полив в этом же варианте был произведен через шесть дней (8 июня).

Июнь был самым засушливым месяцем, осадков не было с 10-го по 27 июня, что снизило уровень влажности почвы до предполивной влажности в 1-м и 2-м вариантах опыта и потребовало проведения трех поливов в варианте 1 (15, 17 и 19 июня) с нормой 56,3 м³/га и одного полива в варианте 2 (19 июня) с нормой 84,4 м³/га.

За весь вегетационный период июль оказался самым жарким месяцем: среднесуточная температура составила 22,1°C, отмечалось неравномерное выпадение осадков. В первой декаде и начале второй, с 1 по 14 июля, было очень сухо, что в совокупности с высокой температурой воздуха и интенсивным развитием и ростом лука потребовало наибольшего количества поливов: в варианте с предполивной влажностью 80 % НВ – 6 (6, 8, 12, 19, 22 и 26 июля) поливной нормой 56,3 м³/га, 70 % НВ – 3 (6, 12, 22 июля) поливной нормой 84,4 м³/га, 60 % НВ – 2 (6 и 19 июля) поливной нормой 112,6 м³/га.

В первой и второй декадах августа высокая температура воздуха сохранялась, однако бездождных периодов не наблюдалось. За это время было проведено еще три полива в 1-м варианте (4, 9 и 16 августа) поливной нормой 56,3 м³/га и два полива во 2-м варианте (4 и 16 августа) поливной нормой 84,4 м³/га. Третья декада августа совпала с началом полегания лука, в этот период поливы были прекращены.

В вариантах 4-го опыта (контроль с удобрением) и 5-го (контроль без удобрений) отмечалось снижение влажности почвы до 55 % НВ.

В 2022 г. значение влагозапасов на начало вегетационного периода лука составило 77 % НВ. Необходимость в проведении поливов отсутствовала, так как в день посева выпали осадки. Уровень влажности почвы до начала второй декады мая не снижался до порога предполивной влажности на всех вариантах опыта. В начале второй декады мая зафиксировано 31,5 мм осадков, что также исключило необходимость поливов. Снижение влажно-

сти почвы до уровня 80 % НВ наблюдалось в конце второй декады, что предшествовало первому поливу в варианте 1 (20 мая) с поливной нормой 70,1 м³/га. В конце мая поливов не требовалось, так как выпадение осадков было равномерным.

При достаточном количестве тепла и небольших осадках (менее 5 мм) в следующем месяце было сухо (с 3-го по 20-е июня), что привело к снижению влагозапасов до предполивной влажности в 1-м и 2-м вариантах опыта. В связи с этим были проведены четыре полива в варианте 1 (8, 10, 13 и 20 июня) поливной нормой 70,1 м³/га и три – в варианте 2 (8, 13 и 20 июня) поливной нормой 105,2 м³/га. В начале третьей декады июня, за 21 и 22 июня, выпало 63,6 мм осадков, что до конца месяца обеспечило достаточное количество влагозапасов – на уровне 83 % НВ.

С 23 июня по 5 июля дождей не было, в результате чего влажность почвы снизилась. В июле во всех вариантах опыта с орошением были проведены следующие поливы: в варианте 1 (4 июля) – поливной нормой 70,1 м³/га, в варианте 2 (4 июля) – поливной нормой 105,2 м³/га, в варианте 3 (4 июля) – поливной нормой 139,8 м³/га.

Начало второй декады июля сопровождалось ливнями: за три дня (11–13 июля) выпало 68,1 мм осадков, в результате чего влагозапасы повысились: в варианте 1 – до 95 % НВ, в варианте 2 – до 82 % НВ, в варианте 3 – до 79 %. Снижение влагозапасов до уровня предполивной влажности наблюдалось только к концу третьей декады июля в 1-м варианте, что обусловило здесь полив 27 июля нормой 70,1 м³/га.

В августе 2022 г. отмечено наименьшее количество выпавших осадков: 23,9 мм за вегетационный период. С 26 июля по 7 августа дождей не было, значительно увеличилась и среднесуточная температура (20,6 °C). Выпадение осадков летом данного года было неравномерно: если за один день 7 июля их выпало 2 мм, то с 8 августа по 10 сентября наблюдался самый продолжительный засушливый период в течение исследования. Это не могло не привести к наибольшему количеству поливов: так, в 1-м варианте – 10 поливов (1, 4, 12, 16, 19, 22, 24, 26, 29 и 31 августа) поливной нормой 70,1 м³/га; во 2-м – 5 поливов

(1, 12, 16, 22, 26 августа) поливной нормой 105,2 м³/га; в 3-м – 1 полив (26 августа).

В течение первой декады сентября осадков не отмечалось, однако резко снизилась среднесуточная температура – до 9,2 °С. Ввиду завершения вегетационного периода репчатого лука, уменьшения водопотребления и испарения влаги поливов требовал только 1-й вариант, и в сентябре в нем было проведено три полива (2, 5 и 9 сентября).

За период вегетации в 4-м и 5-м вариантах опыта снижение влажности почвы до 52 % НВ отмечалось в августе как самом засушливом месяце.

В начале вегетационного периода 2023 г. уровень влагозапасов составлял 83 % НВ. Среднесуточная температура воздуха в первую и вторую декады мая не превышала 12 °С, что повлияло на срок прорастания семян и всхода репчатого лука. Водопотребление было весьма незначительным, поэтому в данный период поливы не требовались. Период с 4 мая по 8 июня был наиболее засушливым.

Влагозапасы снизились до уровня предполивной влажности в третьей декаде мая (было зафиксировано 79 % НВ), в связи с этим 22 мая был проведен первый полив в 1-м варианте поливной нормой 64,1 м³/га, а из-за отсутствия осадков 26 и 31 мая были осуществлены еще два полива той же нормой.

В первой декаде июня осадки также отсутствовали и были проведены поливы в двух вариантах: в 1-м – два полива (5 и 7 июня) поливной нормой 64,1 м³/га, во 2-м – один (7 июня) поливной нормой 96,1 м³/га. Во второй декаде месяца, с 10-го по 21 июня, отмечался бездождный период, и в варианте 1 было проведено 3 полива с интервалом в один день (15, 17 и 19 июня) поливной нормой 64,1 м³/га. В начале третьей декады, 21 июня, понадобились поливы в 1-м и 2-м вариантах нормами 64,1 м³/га и 96,1 м³/га соответственно. В целом третья декада июня и первая декада июля характеризовались обильным выпадением осадков, поливы в этот период не производились.

Отсутствие осадков и интенсивное развитие лука во второй декаде июля обусловили необходимость двух поливов в варианте 1 (12 и 14 июля) поливной нормами 64,1 м³/га и один полив в варианте 2 (14 июля) поливной

нормой 96,1 м³/га. Третья декада июля сопровождалось обильным выпадением атмосферных осадков (75,3 мм), причем их основная часть пришлось на 26 и 27 июля (72,42 мм), что привело к повышению влагозапасов почвы до 93 % НВ. В связи с этим в этот период поливы не осуществлялись.

Август 2023 г. был самым теплым месяцем за весь вегетационный период со среднемесячной температурой 20 °С, он характеризовался равномерным выпадением осадков по трем декадам. Всего проведено четыре полива в варианте 1 (6, 18, 20 и 28 августа) поливной нормой 64,1 м³/га и один полив в варианте 2 (25 августа) нормой 96,1 м³/га.

В начале сентября было зафиксировано полегание листьев, поливы лука прекратились. В 3-м варианте уровень влагозапасов не опускался ниже 63 % НВ, что выше установленного уровня предполивной влажности (60 % НВ), поэтому поливы на данном варианте в течение вегетационного периода не требовались.

За период вегетации, в 4-м и 5-м вариантах, уровень влагозапасов опускался до 50 % НВ. Режим капельного полива за весь период исследований приведен в табл. 2.

Анализ табл. 2 показывает, что при возделывании репчатого лука в северо-восточной зоне Беларуси в годы, разные по погодным условиям, необходимо в той или иной степени оптимизировать условия влагообеспеченности растений. Наибольший дефицит потребления влаги в вариантах с оптимальным увлажнением наблюдался в течение всех лет исследований в начале и середине вегетационных периодов, когда влага наиболее востребована данной культурой. На эти периоды приходится основная часть проведенных поливов.

Изложенные результаты полевого опыта по режиму капельного полива были использованы для расчета основных элементов проектного режима капельного полива репчатого лука в северо-восточной зоне Беларуси.

Для определения норм капельного полива в годы различной влагообеспеченности проведены расчеты для 6 опорных метеостанций, расположенных в северо-восточной гидролого-климатической зоне Беларуси. В основу расчета положен расчет водного баланса и

вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях оросительных мелиораций. Для получения обеспеченных параметров режима капельного полива расчеты производились за 45-летний период наблюдений.

Сотрудники кафедры мелиорации и водного хозяйства БГСХА разработали на ПЭВМ алгоритм и программу расчета проектного режима орошения сельскохозяйственных

культур [6, 7]. Результаты расчета режима капельного полива репчатого лука различных обеспеченностей представлены в табл. 3.

Полученные расчетные оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы при возделывании репчатого лука в условиях северо-восточной гидролого-климатической зоны Республики Беларусь совпадают с нашими полевыми опытными данными за период исследований в 2021–2023 гг.

Таблица 2. Режим капельного полива репчатого лука в 2021–2023 гг.

Предполивная влажность, % НВ	Дата полива	Норма полива, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
2021 г.			
60	6 и 19 июля	112,6	225,2
70	19 июня; 6, 12, 22 июля; 4 и 16 августа	84,4	506,4
80	1, 8, 15, 17, 19 июня; 6, 8, 12, 19, 22 и 26 июля; 4, 9 и 16 августа	56,3	788,2
2022 г.			
60	4 июля, 26 августа	139,8	279,6
70	8, 13 и 20 июня; 4 июля; 1, 12, 16, 22 и 26 августа	105,2	946,8
80	20 мая; 8, 10, 13, 20 июня; 4, 27 июля; 1, 4, 12, 16, 19, 22, 24, 26, 29, 31 августа; 2, 5 и 9 сентября	70,1	1402
2023 г.			
60	–	–	–
70	7 и 21 июня; 14 июля; 25 августа	96,1	384,4
80	22, 26, 31 мая; 5, 7, 15, 17, 19 и 21 июня; 12, 14 июля; 6, 18, 20, 28 августа	64,1	961,5

Таблица 3. **Оросительные нормы репчатого лука и минимальные межполивные интервалы для поливных норм при различной обеспеченности**

Метеостанция	Коэффициент вариации	Обеспеченность, %					
		5	10	25	50	75	90
Поливная норма, $m = 6,4$ мм							
г. Борисов	0,47	$\frac{233}{1}$	$\frac{215}{1}$	$\frac{174}{1}$	$\frac{128}{1}$	$\frac{83}{2}$	$\frac{60}{2}$
г. Витебск	0,44	$\frac{240}{1}$	$\frac{191}{1}$	$\frac{146}{1}$	$\frac{115}{1}$	$\frac{84}{2}$	$\frac{64}{2}$
г. Горки	0,48	$\frac{222}{1}$	$\frac{198}{1}$	$\frac{153}{1}$	$\frac{102}{1}$	$\frac{77}{2}$	$\frac{48}{3}$
г. Лепель	0,50	$\frac{230}{1}$	$\frac{209}{1}$	$\frac{146}{1}$	$\frac{109}{1}$	$\frac{83}{2}$	$\frac{57}{2}$
г. Орша	0,41	$\frac{230}{1}$	$\frac{212}{1}$	$\frac{174}{1}$	$\frac{128}{1}$	$\frac{100}{2}$	$\frac{58}{2}$
г. Полоцк	0,45	$\frac{213}{1}$	$\frac{190}{1}$	$\frac{148}{1}$	$\frac{109}{1}$	$\frac{77}{2}$	$\frac{56}{3}$
Среднее	0,46	$\frac{228}{1}$	$\frac{203}{1}$	$\frac{157}{1}$	$\frac{115}{1}$	$\frac{84}{2}$	$\frac{57}{2}$
Поливная норма, $m = 9,5$ мм							
г. Борисов	0,49	$\frac{235}{1}$	$\frac{211}{1}$	$\frac{171}{1}$	$\frac{123}{2}$	$\frac{78}{3}$	$\frac{58}{4}$
г. Витебск	0,45	$\frac{241}{1}$	$\frac{186}{1}$	$\frac{143}{2}$	$\frac{114}{2}$	$\frac{86}{3}$	$\frac{59}{4}$
г. Горки	0,50	$\frac{221}{1}$	$\frac{193}{1}$	$\frac{148}{2}$	$\frac{101}{2}$	$\frac{76}{3}$	$\frac{43}{4}$
г. Лепель	0,52	$\frac{226}{1}$	$\frac{209}{1}$	$\frac{141}{2}$	$\frac{105}{2}$	$\frac{86}{3}$	$\frac{48}{4}$
г. Орша	0,43	$\frac{235}{1}$	$\frac{211}{1}$	$\frac{171}{1}$	$\frac{127}{2}$	$\frac{91}{3}$	$\frac{55}{3}$
г. Полоцк	0,48	$\frac{208}{1}$	$\frac{190}{1}$	$\frac{147}{2}$	$\frac{105}{2}$	$\frac{76}{3}$	$\frac{48}{4}$
Среднее	0,48	$\frac{228}{1}$	$\frac{200}{1}$	$\frac{131}{2}$	$\frac{113}{2}$	$\frac{82}{3}$	$\frac{52}{4}$
Поливная норма, $m = 12,7$ мм							
г. Борисов	0,51	$\frac{230}{2}$	$\frac{210}{2}$	$\frac{171}{2}$	$\frac{114}{3}$	$\frac{77}{4}$	$\frac{51}{5}$
г. Витебск	0,47	$\frac{236}{2}$	$\frac{187}{2}$	$\frac{140}{3}$	$\frac{114}{3}$	$\frac{77}{4}$	$\frac{51}{5}$
г. Горки	0,52	$\frac{218}{2}$	$\frac{193}{2}$	$\frac{150}{3}$	$\frac{92}{3}$	$\frac{71}{5}$	$\frac{40}{7}$
г. Лепель	0,54	$\frac{226}{2}$	$\frac{204}{2}$	$\frac{139}{2}$	$\frac{102}{3}$	$\frac{77}{4}$	$\frac{51}{6}$
г. Орша	0,44	$\frac{229}{2}$	$\frac{211}{2}$	$\frac{172}{2}$	$\frac{121}{3}$	$\frac{90}{4}$	$\frac{51}{5}$
г. Полоцк	0,49	$\frac{206}{2}$	$\frac{189}{2}$	$\frac{140}{3}$	$\frac{102}{4}$	$\frac{69}{4}$	$\frac{51}{7}$
Среднее	0,50	$\frac{224}{2}$	$\frac{199}{2}$	$\frac{152}{3}$	$\frac{108}{3}$	$\frac{77}{4}$	$\frac{49}{6}$

П р и м е ч а н и е. В числителе – оросительные нормы, мм; в знаменателе – минимальные межполивные интервалы, сут.

Выводы

1. На основании полевых исследований разработаны нормы проектного режима капельного полива репчатого лука на дерново-подзолистых суглинистых почвах в условиях северо-восточной гидролого-климатической зоны Беларуси. Определены проектные оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы данной культуры для лет, разных по влагообеспеченности.

2. Оросительные нормы и межполивные интервалы при капельном поливе репчатого

лука на минеральных почвах северо-восточной части нашей страны зависят от расчетной обеспеченности и поливных норм: при поливной норме от 64 до 127 м³/га для засушливого года (10%-я обеспеченность) оросительная норма составляет 201 мм, минимальный межполивной интервал – 1 сут.; средnezасушливого (25%-я обеспеченность) – 147 мм, 2 сут.; среднего (50%-я обеспеченность) – 112 мм, 2 сут.; средневлажного (75%-я обеспеченность) – 81 мм, 3 сут.

Библиографический список

1. О государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 10.01.2025).

2. О мелиорации земель : Закон Респ. Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-З : в ред. от 29 дек. 2023 г. № 331-З. – URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=h10800423> (дата обращения: 12.01.2025).

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь : сб. ст. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 179 с.

4. Желязко, В. И. Научно-практические и экологические аспекты орошения земель в Беларуси / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Мелиорация и вод. хоз-во. – 2021. – № 2. – С. 36–41.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 1985. – 352 с.

6. Вихров, В. И. Ретроспективные расчеты водного баланса почв и неблагоприятных явлений с применением ПЭВМ : лекция для студентов специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» / В. И. Вихров. – Горки : БГСХА, 2006. – Ч. 1. Расчет элементов водного баланса и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях естественного водного режима почв. – 28 с.

7. Латушкина, Г. В. Эффективность орошения кормовых и овощных культур в условиях Беларуси / Г. В. Латушкина, В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Мелиорация. – 2021. – № 2 (96). – С. 37–41.

Поступила 7 апреля 2025 г.

ИЗ ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ЗАОХРИВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

Э. Н. Шкутов, кандидат технических наук
А. И. Митрахович, кандидат технических наук
В. П. Иванов, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Проанализированы причины снижения работоспособности дренажа при наличии в грунтовых водах соединений железа, обуславливающего заохривание труб и защитно-фильтрующих материалов. Рассматриваются физико-химический процесс заохривания на гончарных и пластмассовых трубах, а также данные исследований на опытно-производственных участках дренажа в различных почвенно-грунтовых условиях за десятилетия эксплуатации. Отмечаются некоторые мероприятия, замедляющие процесс заохривания, в частности применение органических фильтров, в том числе соломенных. Приводятся данные по снижению эффективности дренажа за счет заохривания до 50 % от суммы всех причин. Установлена степень опасности заохривания от pH и содержания Fe^{2+} в грунтовых водах. При изысканиях на объектах под реконструкцию рекомендуется тщательно изучать почвенно-грунтовые условия и содержание в воде Fe^{2+} , чтобы обоснованно принять решение по способу осушения дренажем или открытой сетью.

Ключевые слова: заохривание дренажа, обезжелезивание грунтовых вод, степень опасности заохривания, кольматация защитно-фильтрующих материалов, заиливание, гончарные и пластмассовые трубы.

Abstract

E. N. Shkutov, A. I. Mitrakhovich, V. P. Ivanov

FROM THE HISTORY OF RESEARCHS OF DRAINAGE PIPE DRYING PROCESSES

The reasons for the decrease in drainage performance in the presence of iron compounds in groundwater, which cause the drying of pipes and protective and filtering materials, are analyzed. The physicochemical process of arching on pottery and plastic pipes and the data of studies at pilot production sites of drainage in various soil and soil conditions for more than ten years of operation are presented. There are some measures that slow down the process of suffocation, in particular, the use of organic filters, including straw filters. Data are given on the decrease in the efficiency of drainage due to the accumulation of up to 50 % of the sum of all causes. The degree of risk of exposure to pH and contents Fe^{2+} in groundwater. It is recommended to carefully study the soil and soil conditions and the content of Fe^{2+} in the water when surveying at sites for reconstruction in order to make an informed decision on the method of drainage or open network.

Keywords: drainage deironing, groundwater deironing, degree of danger of drainage, colmatation of protective and filtering materials, siltation, pottery and plastic pipes.

Еще с начала 1960-х годов, когда началась эпоха широкого развития мелиорации в Беларуси и других регионах Советского Союза, одним из спорных и сложных вопросов проектирования и строительства закрытого трубчатого дренажа является предотвращение его заохривания. Учеными предлагался ряд способов, предусматривающих снижение негативного влияния этого явления на работоспособность дренажа, однако до сих пор нет общепризнанного способа, надежно исключающего заохривание дрен [1, 2].

Охра в дренажных трубах – это весьма опасное образование, так как с течением вре-

мени из первоначальной аморфной массы она кристаллизуется в вещество с очень твердой структурой, с трудом поддающейся удалению [3]. Для предотвращения отложения охры применяются различные способы – агромелиоративные, агротехнические и химические. Например, для улучшения аэрации осушаемой толщи почвогрунтов и окисления закисных соединений железа в грунтовых водах до поступления их в дрены рекомендуется проводить глубокое рыхление [2–4]. Поскольку реакция почвенного раствора является кислотно-щелочным барьером для перехода закисного железа в окисное, предотвращающим

поступление Fe^{2+} в осушительную сеть, проводят известкование повышенными дозами мелиоранта [3]. Частично повысить аэрацию закрытого дренажа можно и путем объемных засыпок траншей из гравия, шлака, песка, щебенки и другими материалами, которые обеспечивают поступление воздуха в дрены. При этом охра в значительном количестве откладывается в фильтрующей засыпке, что создает условия для поступления в дрены воды с пониженным содержанием железа. Однако в результате этого процесса может увеличиться закупорка засыпки соединениями железа, что ухудшает работу дренажа.

Известен также метод обезжелезивания подземных (грунтовых) вод, применяемый в системе водоснабжения *Verivox* (ФРГ). Суть его заключается в насыщении грунтовой воды кислородом через систему скважин, что обеспечивает окисление подвижных закисных соединений железа в почве. Этот метод был апробирован и в системе водоснабжения Беларуси, но практического применения не нашел, так как он требует всестороннего тщательного изучения.

Украинскими исследователями была проведена серия экспериментальных полевых и лабораторных исследований на двух осушительных системах в Волынской области (зоне Западного Полесья Украины) по изучению «принудительной» аэрации химического состава дренажных вод и определению эффективности этого мелиоративного приема в борьбе с заохриванием дрен [5].

Первый объект – осушительная система на р. Цирь, расположенная в Припятском аккумулятивном районе (осушение участка проведено в 1987 г.); почвы там дерновые глеевые супесчаные. Второй объект располагался в переходной к лесной зоне, где почвы дерновые глеевые связнопесчаные, дерново-подзолистые, сильнооглеенные, связно-песчаные и супесчаные. Осушение второго участка проведено в 1985 г., устроен закрытый гончарный дренаж с междренним расстоянием 10 и 20 м, глубиной 1,1–1,2 м.

Для установления влияния аэрации на качество дренажных вод их насыщали кислородом из кислородных баллонов высокого давления, которые гибкими экранированными

шлангами подсоединяли к смотровым колодцам коллекторов. Подачу кислорода осуществляли под давлением 1,5 и 3 МПа. Длительность насыщения дренажных вод – 3, 5 и 10 мин. До и после насыщения кислородом проводили отбор проб воды с определением в них содержания SO_4^{2-} , N_3^- , N_2^- , NH_4 .

Исследования показали, что длительность и интенсивность насыщения кислородом существенно повлияли на химический состав дренажных вод, изменения происходили как в катионной, так и в анионной группах: содержание катионов железа, кальция, магния и особенно натрия и калия снизилось в 2–4 раза; одновременно несколько возросло содержание углекислого газа и кислорода, нитратных и аммиачных форм азота.

Однако указанные перемены в большей степени негативны, чем позитивны, поскольку уменьшение концентрации щелочных, щелочноземельных элементов и железа обусловлено их осаждением после аэрации в полости дрены. С течением времени этот процесс может привести к заполнению осадками внутренней полости коллекторов, снижению их пропускной способности и выходу из строя. Отметим, что при этом на 40–50 % повысилась и агрессивность дренажных вод. Накопление CO_2 в большей мере наблюдалось на дерново-глеевых супесчаных почвах, где содержание органических веществ в дренажных водах было выше. Ухудшились показатели санитарного состояния дренажных вод. Так, количество аммиачного азота возросло более чем в 10 раз и составило 1,44 мг/л, что превысило ПДК более чем в 3 раза.

Итак, обобщая результаты вышеназванных исследований, можно заключить, что проведенная аэрация дренажных вод с использованием кислорода весьма активно влияет на их химический состав, приводя к ухудшению качества воды и интенсификации заохривания дренажа. К тому же стоимость мероприятия довольно высока. Поэтому внедрение этого мелиоративного приема в производство представляется недостаточно экологически обоснованным и экономически оправданным.

Статистика причин выхода из строя дренажных систем показывает, что в среднем 66 % случаев закупорки дренажа вызваны ми-

неральными отложениями, чаще всего песчаными, 30 % – заохриванием дренажных труб, 4 % – прочими причинами (например, пробками из корней и др.).

В целом название процесса заохривания довольно условно, так как смесь пород и веществ, оседающая в защитно-фильтрующем материале (ЗФМ) и трубах дренажа, имеет сложный состав, в который, согласно [6], входят: 50–80 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$; 11–12,5 % P_2O_5 ; 2–3 % CaO ; 0,1–0,2 % MgO ; 0,1–0,2 % Al_2O_3 ; 0,01–0,02 % MnO и 15–20 % органического вещества. В связи с этим далее под охрой будем иметь в виду именно такой состав.

Образование охры происходит в ходе химических и биологических процессов окисления закисных соединений в грунтовой воде. Как показывает мировая практика, заилиение грунтом на минеральных почвах составляет, как правило, около 79 %, заохривание – 15 %. На торфяно-болотных почвах заилиение минеральными наносами происходит в 43 % случаев раскопок, а в 56 % обусловлено заохриванием.

Можно выделить три варианта материалов, которые выводят дренаж из строя:

1) частицы почвогрунтов, в которые заложены дренажные трубы, кольматирующие ЗФМ и заполняющие внутренние полости дренажных труб; слишком широкие щели на стыках керамического дренажа либо повреждения ЗФМ или неправильно подобранные виды нетканого холста, примененного для защитно-фильтрующей обмотки;

2) железистые отложения, выпавшие в осадок из грунтовых вод, как и частицы мелкозёма, оседающие в трубах и накапливающиеся в ЗФМ, уменьшающие водоприемную способность дренажа и проводимость труб. В нашей практике также встречались случаи полного отключения дренажа из-за покрытия стенок дренажных трубок снаружи и внутри пленкой железистых отложений, перекрывающей водоприемные отверстия – при минимальном перекрытии сечения трубок отложениями;

3) комбинация 1-го и 2-го вариантов, когда происходит одновременное заилиение и заохривание дренажа и ЗФМ. Это наиболее благоприятный вариант, поскольку охра цементирует частицы грунта наносов и с течением времени придает отложениям проч-

ность бетона – они становятся плотными, водостойкими и устойчивыми к химическим воздействиям, которые в других случаях привели бы к растворению железа и его выносу из дренажных труб. На рис. 1–4 представлены примеры заохривания образцов дренажных труб, отобранных в 2024 г. на опытном участке Полесской опытной мелиоративной станции земледелия и луговодства (участок построен в 2012 г. в Лунинецком р-не Брестской обл.).

На рис. 1 желтая стрелка указывает на верхнюю часть дрены, чаще не заполненную водой, зону менее интенсивного заилиения и заохривания. В частности, в данном случае в качестве защитно-фильтрующего материала использовано геотекстильное полотно из полипропиленовых волокон *Tupar® SF* (Тайпар-27) производства американской фирмы *DuPont*.

На рис. 2 показан пример заохривания с заилиением внутренней полости дрены № 103 – в месте соединения с устьевой трубой, которая была заглублена под средний уровень воды в канале. Массовая концентрация железа в грунтовой воде – 3,4 мг/дм³, в канале – 9,46 мг/дм³.

На рис. 3 – осадки песчано-охристых отложений в дрене № 110.

На рис. 4 показаны заилиение и заохривание дрены № 111, находящейся в 150 м от устья; ЗФМ – полотно нетканое, иглопробивное, из полипропиленовых волокон ПНМ-ПЭВ-И-130 (производство ОАО «Пинема», г. Пинск).

На рис. 5 показаны песчано-охристые отложения глубиной слоя около 4 см (обследование проводилось в августе 2024 г.). Наносы пока не затвердели; консистенция отложений сравнима с пластилином.



Рис. 1. Внутренняя полость изъятых образцов дренажной трубы дрены № 109



Рис. 2. Заохривание с заилением внутренней полости дрены № 103



Рис. 3. Осадки песчано-охристых отложений в лотке дренажного устья дрены № 110



Рис. 4. Заиление и заохривание дрены № 111



Рис. 5. Типичные песчано-охристые отложения в устьевом лотке крупным планом

Нормативы разрешают осушение дренажем, если концентрация двухвалентного железа не менее 8 мг/л, и это предписание проверено многолетним производственным опытом. При концентрации 8–20 мг/л допустимо осушение дренажем в случае применения специальных мероприятий (увеличения уклона, известкования, рыхления и т. д.). При содержании закисного железа более 20 мг/л рекомендуется применять осушение открытой сетью.

Однако некоторые авторы отмечают, что закупорка фильтров и насадок систем капельного орошения наблюдается уже при содержании соединений закисного железа 0,4–0,8 мг/л и рН воды 4–7,2. Закупорка трубопроводов с водой наблюдалась даже и при концентрации железа всего от 0,2 до 0,3 мг/л.

Обычно содержание железа в дренажных отложениях возрастает от истока к устью. Наибольшее скопление железистых отложений отмечается у стыков керамических трубок и в местах впадения дрен в коллекторы. В пласт-

массовых трубках железо в виде охристых отложений распределено по длине трубок более равномерно.

Мероприятия по производству ремонтных/эксплуатационных работ или реконструкции эффективны для борьбы с заохриванием и обеспечением работоспособности дренажа.

Поддержание действующих мелиоративных систем в работоспособном состоянии дает возможность объективно оценить в ходе изысканий масштабы и интенсивность заохривания в работавшей сети, что, в свою очередь, будет способствовать принятию верных решений по восстановлению и долговременному поддержанию оптимального функционирования дренажа без проведения дорогостоящих химических анализов. На это необходимо обратить особое внимание при дальнейшей разработке нормативов.

Основным условием возможного заохривания дренажа считается повышение содержания солей закисного железа в почвен-

но-грунтовых водах, которое тесно связано с физико-химическими условиями окружающей среды: количество двухвалентного железа подвержено сезонным колебаниям.

Т. В. Беляевой обобщены результаты ряда отечественных и зарубежных исследований [7] относительно степени опасности заохривания дренажа в зависимости от pH грунтовых вод и содержания Fe^{2+} (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение содержания в воде Fe^{2+} и pH с риском заохривания дренажа [7]

Содержание Fe^{2+} , мг/л	pH	Степень опасности заохривания дренажа
≤ 3	–	Отсутствует или незначительна
3–6	$> 5,5$	Слабая
6–8	< 7	Средняя
8–14	> 7	Высокая
> 14	> 7	Очень высокая

Таким образом, отечественные нормативы, согласно которым дренаж допустимо проектировать до 8 мг/л Fe^{2+} , близки к зарубежным по оценке угроз дренажу от заохривания.

С начала 1980-х гг. Т. В. Беляевой и Е. Г. Сапожниковым под руководством академика А. И. Мурашко в Институте мелиорации и водного хозяйства проводились исследования физико-химических процессов образования заохривания и способов борьбы с ним: изучалось влияние заохривания на пластмассовый дренаж, который в те годы начал широко внедряться в производство. Было отмечено, что органические вещества образуют с Fe^{2+} комплексные соединения, препятствующие его выпадению в осадок, и оказывают таким образом влияние на содержание этого железа в грунтовых водах. Это положение стало основой для разработки способов борьбы с заохриванием дренажа, направленных на поддержание железа в воде в закисной форме до выноса его из дрен.

В зоне укладки дренажных труб возможность химического окисления соединений закисного железа в грунтах и воде весьма вероятна. Однако не следует категорически отрицать такой метод защиты, как применение ингибиторов, положительный эффект от действия которых отмечался многими исследователями [4]. Отметим, что некоторые ученые

указывали на неэффективность их действия [8, 9]. Эти разногласия не позволяли четко установить преимущества и недостатки тех или иных способов защиты дренажа из-за различных условий его работы [6].

Для комплексного изучения процессов заохривания дренажа и эффективности приемов по его предотвращению в конце 1970-х – начале 1980 гг. были организованы полевые исследования на опытно-производственном участке дренажа «Судобль» экспериментальной базы «Заречье» Смоленичского р-на Минской обл.

Закрытая сеть участка выполнена из 40 одиночных полиэтиленовых и гончарных дрен длиной 100–120 м, впадающих в открытые каналы. Диаметры гончарных дрен – 50 и 75 мм, пластмассовых – 50 мм. Расстояние между дренами 15 м, уклоны 0,003, почвы торфяно-глеевые, слабокислые, тип водного питания – атмосферно-грунтовой.

Максимальное содержание Fe^{2+} в почвенно-грунтовых водах зимой и осенью 1976–1977 гг. достигало 40 мг/л, минимальное наблюдалось летом и составляло 0,5 мг/л. Величина окислительно-восстановительного потенциала в эти же периоды – 80 и 320 мВ соответственно. В качестве ЗФМ дренажа применены стеклохолст, полиэтиленхолст, соединительные пластмассовые детали, а в качестве ингибиторов – смесь гипса и извести в соотношении 2 : 1, гранулированный торф с добавками суперфосфата и доломитовой муки.

Через 6 лет эксплуатации дренажа на объекте были проведены раскопки в трех точках (истоке, середине дрен и в устье) и определена степень заохривания: раскопки показали, что этот процесс замедляют ингибиторы (вышеуказанная смесь). На дренах диаметром 75 и 50 мм высота слоя охры составляла 3–4 мм по сравнению с контролем, где высота слоя заохривания была 14 мм.

На производственных участках «Трубенки» и «Приборье» экспериментальной базы «Заречье» и на участке «Заря» Гомельской обл. (площадью около 30 га каждый) апробировались материалы органического происхождения в качестве защитных от заохривания: пшеничная солома и льняная костра; они укладывались сплошной полосой на дренажи толщиной 15 и 8 см соответственно.

Результаты раскопок дрен на данных участках показали замедление (в 2–6 раз) процесса заохривания в ходе применения органических фильтров по сравнению с контролем – полиэтиленхолстом и стеклохолстом. Так, через 6 лет на участке «Трубенки» на дрене диаметром 75 мм с присыпкой из соломы заохривания не наблюдалось, на контроле слой охры был толщиной 1,5 мм. На участке «Приборье» слой охры с соломой составлял 0,5 мм, на участке «Заря», где использовали солому, заохривания не было.

По поводу применения указанных фильтров существуют различные мнения вследствие критерия их долговечности. Например, учеными США отмечено, что за 9 лет эксплуатации древесные опилки разлагаются мало; в Дании такие же фильтры вышли из строя в первые 2 года; по данным польских ученых, за 3 года работы соломенный фильтр не разлагается и дрены не заохриваются [10–12].

Исследования, проведенные учеными Института мелиорации на перечисленных участках дренажа, показали, что фильтры из соломы и льняной тресты как за 3 года, так и

за 9 лет эксплуатации имели слабую степень разложения. Они уплотнились и образовали вокруг дренажных труб сплошные оболочки (скелетный фильтр) из соломы (костры) и частиц грунта. Сохранность фильтров, по-видимому, объясняется тем, что они находились постоянно в зоне увлажнения.

Таким образом, установлено, что в гидрологических условиях хорошо увлажненных объектов с повышенным содержанием железа возможно применение органических фильтров.

Широкое применение с 1970-х гг. пластмассового дренажа потребовало проведения исследований процессов заохривания полимерных труб. При изучении работоспособности данного дренажа анализировались и процессы его заохривания на опытных участках с повышенным содержанием Fe^{2+} в почвенно-грунтовых водах. В результате было выявлено, что пластмассовый дренаж заохривается несколько более интенсивно, чем гончарный. В табл. 2 приведены данные, полученные на указанных опытно-производственных участках с высоким качеством строительства дренажа.

Таблица 2. Заохривание гончарных и пластмассовых труб

Дренажные трубы	Способ защиты	Высота слоя охры при сроке эксплуатации, мм			
		Годы			
		3	6	7	9
Участок «Трубенки»					
Гончарные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст без ингибиторов	–	–	30	–
ПВП гофрированные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст без ингибиторов	–	–	20	–
Участок «Судобль»					
Гончарные, <i>d</i> = 50 мм	Муфты + ингибитор (гипс + известь)	–	2	–	–
Спирально-навитые из ПВХ, <i>d</i> = 50 мм	ингибитор (гипс + известь)	–	2	–	–
Участок «Заря»					
Полиэтиленовые гофрированные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст без ингибиторов	6	–	–	–
Гончарные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст без ингибиторов	5	–	–	–
Полиэтиленовые гофрированные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст, солома	–	–	–	чисто
Гончарные, <i>d</i> = 50 мм	Стеклохолст без ингибиторов	–	–	–	чисто

Качество строительства не может не воздействовать как в целом на эффективность работы дренажа, так и на процесс его заохривания. Это влияние можно оценить по результатам раскопок дрен на производственном участке «Светлый путь» Молодечненского р-на Минской обл. Так, было вскрыто более 2 км дренажа, и практически на всей длине коллектора (около 500 м) обнаружен ряд строительных дефектов, основными из которых являлись отклонения ширины стыковых зазоров от нормативной. Допустимые зазоры (1–2 мм) были лишь на 50 % стыков.

Была зафиксирована прямая зависимость между высотой слоя охры (наилка) и шириной стыкового зазора. При ширине стыков 7–10 мм (16 % обследованных) высота наилка достигала 68 мм. На контрольном участке (без ингибиторов) ширина зазоров не превышала 2 мм, максимальная высота наилка была не более 11–12 мм.

Необходимо также оценить степень опасности заохривания дренажа на местности при изысканиях под новое строительство и реконструкцию либо при планировании работ по промывке дренажа (подборе оборудования, режимов и т. д.).

Практика противодействия угрозам заохривания дренажа при выполнении проектно-изыскательских и эксплуатационных работ показывает, что визуальное выявление локаций мест скопления закисных соединений довольно несложно: достаточно при обследованиях зафиксировать как наличие ржавой воды в каналах и замкнутых водоемах (копанях, за-

топленных участках болот), ортзандовых горизонтов, так и выносы охры из устьев дренажа. Однако оценить степень угроз заохривания – это весьма затратная и неоднозначная задача.

Выявить какой-либо маркер, который легко определяется и коррелирует со степенью угрозы скорого выведения из строя дренажных линий или хотя бы среднегодовой концентрацией Fe^{2+} , до настоящего времени не удалось.

Значительно влияет на заохривание (до 90 % на наших опытных участках и других обследованных объектах) микрофауна, поэтому концентрация закисных железистых соединений даже в одной точке объекта мелиорации зависит от параметров среды до и в момент отбора проб. В грунтовой воде наблюдаются сезонные изменения в концентрации закисных железистых соединений, при этом надо учитывать особенности конкретного года, в том числе оптимальность условий для жизнедеятельности железобактерий. Водность года, влияющая на величину дренажного стока, также может оказывать действие на концентрацию Fe^{2+} . Так что непросто определить, где именно (по площади) и когда (по времени года) проводить при изысканиях отбор образцов на содержание в грунтовой воде Fe^{2+} , чтобы оценить целесообразность осушения территории дренажем или открытой сетью.

До настоящего времени данная задача решалась весьма приближенно. Подтверждением этому служат денежные затраты и усилия мелиораторов в борьбе с заохриванием дренажа при эксплуатационных работах.

Выводы

1. Из обсуждения результатов исследований по применению промывки дрен следует, что в ходе данного мероприятия, а также при реконструкции дренажа необходимо определять техническое состояние коллекторов и дрен с учетом содержания Fe^{2+} в почвенно-грунтовых водах.

2. Способ уменьшения процессов заохривания дренажа путем использования в каче-

стве фильтров материалов органического происхождения (соломы, льняной костры и др.) дает положительный эффект, но его технологичность невысока.

3. Степень опасности заохривания дренажа зависит как от содержания Fe^{2+} , так и от pH. При определении вида сети для осушения следует учитывать оба показателя.

Библиографический список

1. Зайдельман, Р. Ф. Подзоло- и глееобразование / Р. Ф. Зайдельман. – Москва : Наука, 1974. – 204 с.
2. Назаренко, И. Н. Окультуривание дерново-подзолистых оглеенных почв / И. Н. Назаренко. – Москва : Наука, 1981. – 168 с.

3. Кунце, Г. Загрязнение почвы железом и заохривание труб / Г. Кунце : пер. с англ. А. Ю. Конкина; под ред. Ф. Р. Зайдельмана. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 103 с.
4. Мелиорация и водное хозяйство : справочник / Б. С. Маслов [и др.] ; ред.: Б. С. Маслов [и др.] ; сост.: Е. И. Кормыш, И. С. Никитин, Е. П. Панов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – Т. 3. Осушение. – 447 с.
5. Зузук, Ф. В. Осушені землі Волинської області та їх охорона : монографія / Ф. В. Зузук, Л. К. Колошко, З. К. Карпюк. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. – 294 с.
6. Маслов, Б. С. Заиление дренажей железистыми отложениями: природа и способы борьбы / Б. С. Маслов // Гидротехника и мелиорация. – 1972. – № 10. – С. 34–42.
7. Беляева, Т. В. Заохривание дренажа на торфяных почвах и меры борьбы с ним : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / Беляева Татьяна Викторовна ; БелНИИ мелиорации и вод. хоз-ва. – Минск, 1985. – 23 с.
8. Зонн, С. В. Железо в почве (генетические и географические аспекты) / С. В. Зонн. – Москва : Наука, 1982. – 206 с.
9. Дюшофур, Ф. Основы почвоведения. Эволюция почв (опыт изучения динамики почвообразования) / Ф. Дюшофур ; пер. с фр. М. И. Герасимовой. – Москва : Прогресс, 1970. – 591 с.
10. Ford, H. Methods of drain installation to control sediment and chemical deposits in Florida wetlands / H. Ford, B. Beville // American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 1974. – Vol. 3. Drainage for agriculture. – P. 70–111.
11. Andersen, S. Forsøg og forsøg på okkeraldring i Danmark / S. Andersen // Nord Jordbrugs Fors. – 1974. – № 3. – P. 259–261.
12. Śniadowski, Z. Zamulenie rurowciągów drenarskich i sposoby ich zabezpieczenia / Z. Śniadowski // Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. – 1970. – № 11. – S. 251–253.

Поступила 15 апреля 2025 г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ

А. А. Константинов, аспирант

В. М. Лукашевич, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь

Аннотация

В результате проведенных опытов определено, что капельный полив овощей на дерново-подзолистых суглинистых почвах обеспечивает прибавку урожайности в пределах 80–100 % НВ при поддержании влажности почвы в слое 0–30 см в течение всего периода вегетации – по сравнению с естественным увлажнением: лука репчатого – 28,66 т/га (179,8 %), редиса (осенний посев) – 13,7 т/га (65 %), салата листового полукочанного – 6,6 т/га (217,3 %), редиса (осенний посев) – 10,8 т/га (60,7 %). Орошение капельным поливом овощей позволяет получить стабильную высокую урожайность и чистый доход в размере: лука – 44,2 т/га (прибыль – 12 778,97 руб/га, рентабельность – 110,8 %); редиса (весенний посев) – 34,77 т/га (прибыль – 14 818,49 руб/га, рентабельность – 74,3 %); салата – 8,68 т/га (прибыль – 66 990,89 руб/га, рентабельность – 219,1 %); редиса (осенний посев) – 28,59 т/га (прибыль – 11 196,15 руб/га, рентабельность – 64,4 %).

Ключевые слова: лук репчатый, салат листовой полукочанный, редис, капельный полив, урожайность, экономическая эффективность, предполивная влажность.

Abstract

A. A. Konstantinov, V. M. Lukashevich

ECONOMIC EFFICIENCY OF VEGETABLE CROPS CULTIVATION IN DRIP IRRIGATION IN THE NORTH- EASTERN ZONE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

As a result of the experiments, it was determined that drip irrigation of vegetables on sod-podzolic loamy soils provides an increase in yield, while maintaining soil moisture in the 0–30 cm layer throughout the growing season within 80–100% of the HB, compared to natural moisture: onions – 28.66 t / ha (179.8%), radishes (autumn sowing) – 13.7 t / ha (65 %), semi-headed lettuce – 6.6 t / ha (217.3 %), radishes (autumn sowing) – 10.8 t / ha (60.7%). Drip irrigation of vegetables ensures stable high yields and net income in the amount of: onions 44.2 t/ha (profit – 12 778.97 rubles/ha, profitability – 110.8 %), radishes (spring sowing) – 34.77 t/ha (profit – 14 818.49 rubles/ha, profitability – 74.3 %), lettuce – 8.68 t/ha (profit – 66 990.89 rubles/ha, profitability – 219.1 %), radishes (autumn sowing) – 28.59 t/ha (profit – 11 196.15 rubles/ha, profitability – 64.4 %).

Keywords: onions, semi-headed lettuce, radish, drip irrigation, yield, economic efficiency, pre-irrigation moisture.

Введение

В Беларуси овощеводству отводится значительная роль в формировании достаточных объемов и рациональной структуры продовольственных ресурсов. По содержанию витаминов, минеральных солей, органических соединений, пектинов, ферментов, уникальной способности выводить из организма тяжелые металлы и радионуклиды овощи по праву относятся к незаменимым продуктам питания, особенно в условиях радиационного загрязнения территории. Поэтому обеспечение населения страны высококачественной и разнообразной овощной продукцией является одной из приоритетных задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–

2025 гг. [1]. При этом природно-климатические условия Беларуси характеризуются неравномерным распределением атмосферных осадков в течение вегетации, что становится неблагоприятным фактором при возделывании ряда овощных культур и предполагает необходимость регулирования водного режима почвы.

Необходимо отметить, что орошение дождеванием при помощи различных машин и установок отличается по своим параметрам от естественных осадков. Высокие энергетические показатели искусственного дождя приводят к разрушению почвенного покрова и образованию поверхностного стока, неравномерности полива (что вызывает ирригацион-

ную эрозию, переувлажнение почвы и избыточное увлажнение растений в одних местах, хотя в других они недостаточно увлажнены), а также к снижению плодородия орошаемых земель и неэффективному использованию водных, материально-технических, энергетических и земельных ресурсов [2, 3].

Исходя из того, что дождевание как один из способов орошения может оказывать негативные воздействия на овощные культуры (развитие болезней, сокращение сроков хра-

нения, замыывание ранних всходов и т. д.), и с учетом опыта зарубежных ученых было принято решение исследовать наиболее подходящий и малоизученный на территории Республики Беларусь способ орошения – капельный полив.

Проведение исследований по капельному поливу овощных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в северо-восточной зоне Беларуси представляет научный интерес.

Основная часть

Исследования выполнялись в 2021–2023 гг. на полях опытно-производственного комплекса «Тушково-1» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (Горецкий р-н Могилевской обл.), оборудованного современным оросительным комплексом.

Цель исследований – совершенствование технологии капельного полива овощей на дерново-подзолистых суглинистых почвах в условиях северо-восточной зоны Беларуси.

Для достижения поставленной цели было необходимо оценить экономическую эффективность рекомендуемых режимов капельного полива, обеспечивающих получение стабильно высоких урожаев овощей в названной зоне Беларуси. Для подтверждения этого факта были выполнены наблюдения за развитием овощей (лука, редиса, салата) в ходе вегетации и проведен учет урожайности. Эта работа осуществлялась по общим в растениеводстве методикам [4].

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми суглинистыми почвами нормального естественного увлажнения. Схема опыта включала следующие варианты: 1-й – снижение предполивной влажности до уровня 80 % НВ; 2-й – снижение предполивной влажности до уровня 70 % НВ; 3-й – снижение предполивной влажности до уровня 60 % НВ; 4-й – контроль (с удобрениями без орошения); 5-й – контроль (без удобрений и орошения).

За вегетационный период 2021 г. наибольшая урожайность овощей получена в варианте 1: лука – 44,67 т/га, редиса (весенний посев) – 36,56 т/га, салата – 7,96 т/га, редиса (осенний посев) – 14,2 т/га, что на 29,19 т/га (лук), 11,83 т/га (редис – весенний посев), 6,78 т/га (редис – осенний посев) больше, чем

на контроле (15,48 т/га, 24,73 т/га, 7,42 т/га соответственно). За вегетационный период урожай салата на контрольном варианте получен не был – таким образом, не была зафиксирована и разница прибавки урожая.

Урожайность овощей за вегетационный период 2022 г. в вариантах с естественным увлажнением имела следующие значения: для лука – 14,1 т/га, редиса (весенний посев) – 15,3 т/га (это минимальное значение за три года исследований по этому варианту), салата – 2,79 т/га, редиса (осенний посев) – 23,7 т/га (максимальное значение за три года исследования по данному варианту).

Прибавки урожайности за вегетацию в вариантах с искусственным увлажнением по сравнению с контролем были следующие:

в 1-м варианте лук – 28,69 т/га, во 2-м – 24,66 т/га, в 3-м – 12,2 т/га, в 4-м – 2,24 т/га;

в 1-м редис (весенний посев) – 14,2 т/га, в 2-м – 1,45 т/га, в 3-м – 1,2 т/га;

в 1-м салат – 6,65 т/га, в 2-м – 1,17 т/га, в 3-м – 0,05 т/га;

в 1-м варианте редис (осенний посев) – 10,97 т/га, в 2-м – 5,3 т/га, в 3-м – 1,5 т/га.

В 3-м варианте прибавка урожайности салата практически отсутствовала, так как за вегетационный период данный вариант поливов не потребовал.

В 2023 г. урожайность овощей в вариантах с естественным увлажнением составила: лука – 11,36 т/га, редиса (весенний посев) – 23,17 т/га, салата – 3,45 т/га, редиса (осенний посев) – 22,25 т/га. В этот год были отмечены максимальные прибавки урожайности за весь период исследований: в 1-м варианте у лука – 33,77 т/га, редиса (весенний посев) – 15,09 т/га, редиса (осенний посев) – 14,65 т/га.

В среднем за три года исследований прибавка урожайности овощей по сравнению с контролем составила:

у лука – в 1-м варианте – 30,95 т/га, в 2-м – 19,21 т/га, в 3-м – 8,68 т/га, в 4-м – 2,29 т/га;

редиса (весенний посев) – в 1-м – 13,7 т/га, в 2-м – 6,68 т/га, в 3-м – 1,33 т/га;

салата – в 1-м – 6,6 т/га, в 2-м – 3,1 т/га, в 3-м – 1,69 т/га;

редиса (осенний посев) – в 1-м – 10,8 т/га, в 2-м – 5,53 т/га, в 3-м – 1,82 т/га.

На основании анализа полученных данных за 2021–2023 гг. установлена зависимость урожайности овощей от суммарного увлажнения. Статистика показывает на достаточно высокую зависимость урожайности от названного фактора. Пределы изменения суммарного увлажнения составили:

для лука 282,14–446,09 м³/га, урожайность – 11,36–45,13 т/га;

салата 123,4–234,72 м³/га, урожайность – 0–9,44 т/га;

редиса (весенний посев) 26,65–129,24 м³/га, урожайность – 15,3–38,26 т/га;

редиса (осенний посев) 14,9–208,86 м³/га, урожайность – 7,42–36,9 т/га.

В итоге также установлена зависимость прибавки урожайности овощей от оросительных норм. Используя ее, можно получить ориентировочную ожидаемую прибавку урожайности, практикуя тот или иной режим капельного полива. Кроме того, можно определить зависимость прибавки урожайности овощей от оросительных норм в годы конкретной обеспеченности, что может быть применено при технико-экономическом обосновании капельного полива в конкретных проектах.

Уравнения связи прибавки урожайности овощей от оросительных норм за период 2021–2023 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1. Связь прибавки урожайности Y (т/га) овощей в зависимости от оросительной нормы M (м³/га) для слоя почвы 0–30 см

Культура	Уравнение регрессии	Корреляционное отношение	Пределы применения
Лук репчатый	$Y = -2E - 05M^2 + 0,0483M + 0,7158$	0,88	225,2–1402,0 м ³ /га
Редис (весенний посев)	$Y = -4E - 05M^2 + 0,0477M + 1,7893$	0,66	84,4–448,7 м ³ /га
Салат листовой полукочанный	$Y = 2,6947 \ln(M) - 10,165$	0,73	96,1–506,7 м ³ /га
Редис (осенний посев)	$Y = 5,4566 \ln(M) - 21,232$	0,70	84,4–420,6 м ³ /га

При возрастании оросительных норм наблюдается увеличение прибавки урожайности овощей. Допустимые пределы оросительных норм составляют:

лука – 225,2–1402,0 м³/га, прибавка урожайности – 11,52–33,77 т/га;

салата – 96,1–506,7 м³/га, прибавка урожайности – 1,17–7,96 т/га;

редиса (весенний посев) – 84,4–448,7 м³/га, прибавка урожайности – 1,2–15,09 т/га;

редиса (осенний посев) – 84,4–420,6 м³/га, прибавка урожайности – 1,5–14,65 т/га.

При расчете экономической эффективности элементов технологии возделывания овощей были использованы нормативные технологические карты, на основании которых – с учетом средней урожайности лука, салата, редиса за три года – были установлены заработ-

ная плата с начислениями, стоимость средств защиты, минеральных удобрений и прочие расходы [3–8].

Для определения эффективности различных вариантов опыта с капельным поливом осуществлена их экономическая оценка по себестоимости, стоимости валовой продукции, затратам на 1 га, прибыли и уровню рентабельности.

При расчете экономической эффективности использованы утвержденные технологические карты и отраслевые нормы для исчисления себестоимости продукции. Стоимость продукции (дополнительная продукция) сравнивалась со стоимостью всех затрат (дополнительных затрат); определялись затраты на оплату труда с начислениями по каждому варианту опыта.

Как показывают полученные данные, затраты по оплате труда при возделывании овощей колеблются: для лука – от 181,79 до 230,07 руб/га, редиса весеннего посева – от 3348,56 до 5226,32 руб/га, салата – от 378,01 до 690,12 руб/га, редиса осеннего посева – от 2895,23 до 4371,63 руб/га в соответствии с полученной урожайностью в вариантах опыта.

Расчеты показали, что максимальные производственные затраты для всех овощей были в 1-м варианте с максимальной урожайностью.

Необходимо отметить, что во всех вариантах опыта с капельным поливом агротехнические мероприятия были одинаковыми, за исключением количества поливов и величин оросительных норм. Исходя из стоимости овощей (лук – 550 руб/т, редис – 1000 руб/т, салат – 11 240 руб/т) и расчетов производственных затрат установлены основные показатели экономической эффективности.

Расчет экономической эффективности возделывания овощей в зависимости от режима орошения приведен в табл. 2–5.

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания лука при капельном поливе

Вид затрат	Режимы орошения				
	Без орошения и удобрений	Без орошения с удобрением	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Товарная урожайность с 1 га, т	13,65	15,94	22,33	32,86	44,2
Стоимость продукции с 1 га, руб.	7507,5	8767,0	12 281,5	18 073,0	24 310,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	7874,23	8243,84	10 747,58	11 147,38	11 531,03
Затраты труда на 1 т продукции, чел. ч.	0,94	1,06	1,43	1,94	2,4
Себестоимость 1 т, руб.	576,8	517,18	481,31	339,24	260,88
Прибыль на 1 га, руб.	–366,73	523,16	1533,92	6925,62	12 778,97
Рентабельность производства, %	–4,7	6,3	14,3	62,1	110,8
Затраты на капельный полив, руб/га	0	0	2488,64	2863,64	3220,57

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания редиса (весенний посев) при капельном поливе

Вид затрат	Режимы орошения			
	Без орошения	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Товарная урожайность с 1 га, т	21,07	22,4	27,75	34,77
Стоимость продукции с 1 га, руб.	21 070,0	22 400,0	27 750,0	34 770,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	14 354,67	17 026,08	18 192,66	19 951,51
Затраты труда на 1 т продукции, чел. ч.	0,07	0,07	0,07	0,07
Себестоимость 1 т, руб.	681,28	760,09	655,59	573,81
Прибыль на 1 га, руб.	6715,33	5373,92	9557,34	14 818,49
Рентабельность производства, %	46,8	31,6	52,5	74,3
Затраты на капельный полив, руб/га	0	2376,88	2350,62	2554,87

Таблица 4. Экономическая эффективность возделывания салата при капельном поливе

Вид затрат	Режимы орошения			
	Без орошения	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Товарная урожайность с 1 га, т	2,08	3,77	5,18	8,68
Стоимость продукции с 1 га, руб.	23 379,2	42 374,8	58 223,2	97 563,2
Производственные затраты на 1 га, руб.	27 455,63	29 968,65	30 227,71	30 572,31
Затраты труда на 1 т продукции, чел. ч.	0,06	0,09	0,1	0,14
Себестоимость 1 т, руб.	13 199,82	7949,24	5835,47	3522,16
Прибыль на 1 га, руб.	–4076,43	12 406,15	27 995,49	66 990,89
Рентабельность производства, %	–14,8	41,4	92,6	219,1
Затраты на капельный полив, руб/га	0	2385,62	2530,37	2611,08

Таблица 5. Экономическая эффективность возделывания редиса (осенний посев) при капельном поливе

Вид затрат	Режимы орошения			
	Без орошения	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Товарная урожайность с 1 га, т	17,79	19,61	23,32	28,59
Стоимость продукции с 1 га, руб.	17 790,0	19 610,0	23 320,0	28 590,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	12 447,22	15 235,89	16 031,26	17 393,85
Затраты труда на 1 т продукции, чел. ч.	0,07	0,07	0,07	0,07
Себестоимость 1 т, руб.	699,40	776,94	687,45	608,39
Прибыль на 1 га, руб.	5342,78	4374,11	7288,74	11 196,15
Рентабельность производства, %	42,9	28,7	45,5	64,4
Затраты на капельный полив, руб/га	0	2385,62	2359,36	2554,87

Полученные результаты (табл. 2–5) свидетельствуют, что показатели экономической эффективности достигли максимальных значений в варианте опыта с поддержанием влажности почвы в слое 0–30 см от 80 % НВ: в среднем за 2021–2023 гг. при производственных затратах лука – 11 531,03 руб/га, редиса весеннего посева – 19 951,51 руб/га, салата – 30 572,31 руб/га, редиса осеннего посева – 17 393,85 руб/га. Урожайность овощей составила соответственно 44,2 т/га, 34,77 т/га, 8,68 т/га, 28,59 т/га; прибыль – 12 778,97 руб/га, 14 818,49 руб/га, 66 990,89 руб/га, 11 196,15 руб/га; рентабельность – 110,8 %, 74,3 %, 219,1 %, 64,4 % соответственно.

При возделывании редиса (весенний и осенний посевы) в 3-м варианте опыта при урожайности 22,4 и 19,61 т/га, с учетом затрат на капельный полив, прибыль от реализации составила 5 373,92 и 4 374,11 руб/га, а рентабельность – 31,6 и 28,7 %, однако при более низкой урожайности – 21,07 и 17,79 т/га – в 4-м варианте значения прибыли возросли – 6 715,33 и 5 342,78 руб/га, а рентабельности – 46,8 и 42,9 %.

Это говорит о том, что при возделывании редиса однократные поливы могут повлиять на незначительное увеличение урожайности, однако в общей совокупности затрат они ведут к уменьшению прибыли и рентабельности.

Экономическая эффективность капельного полива особенно наглядна при сопоставлении вариантов с поливом и без полива. Наиболее низкие показатели прибыли и рентабельности

получены в варианте без капельного полива на луке и салате: данные показатели имели отрицательные значения (лук –366,73 руб/га, салат –4076,43 руб/га).

Выводы

Возделывание лука репчатого и салата листового полукочанного без капельного полива обусловило получение самых низких доходов (лук –523,16 руб/га, салата –4076,43 руб/га) и меньшего значения рентабельности (6,3 и 14,8 %).

Однократные поливы при возделывании редиса привели к увеличению урожайности по сравнению с вариантом без полива, однако затраты на проведение полива – к снижению прибыли и рентабельности (редис весеннего посева – 5 373,92 руб/га, 31,6 %; редис осеннего посева – 4 374,11 руб/га, 28,7 %). Без полива урожайность составляла 6 715,33 руб/га и 5 342,78 руб/га, 46,8 и 42,9 % соответственно.

В лучших вариантах, в которых влажность почвы в слое 0–30 см в течение всей вегетации овощей поддерживалась в пределах 80–100 %

НВ, урожайность составила: лука репчатого – 44,2 т/га (прибыль – 12 778,97 руб/га, рентабельность – 110,8 %); редиса весеннего посева – 34,77 т/га (прибыль – 14 818,49 руб/га, рентабельность – 74,3 %); салата листового полукочанного – 8,68 т/га (прибыль – 66 990,89 руб/га, рентабельность – 219,1 %); редиса осеннего посева – 28,59 т/га (прибыль – 11 196,15 руб/га, рентабельность – 64,4 %).

Таким образом, экономические расчеты показали, что самая высокая урожайность овощей и прибыль получены в варианте опыта с экономически обоснованным (оптимальным) режимом орошения, в котором предполивная влажность почвы в слое 0–30 см в течение всего периода вегетации овощей составляла в пределах 80–100 % НВ.

Библиографический список

1. О государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 10.02.2025).
2. Лукашевич, В. М. Перспективы развития капельного орошения редиса в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / В. М. Лукашевич, А. А. Константинов // Почвоведение в прошлом, настоящем и будущем : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню почв, г. Баку, 5–6 дек. 2022 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; Хазар. ун-т ; под ред. А. Гулиева [и др.]. – Баку, 2023. – С. 247–248.
3. Лукашевич, В. М. Скорость впитывания воды дерново-подзолистой суглинистой почвой / В. М. Лукашевич // Вестн. БГСХА. – 2013. – № 4. – С. 104–108.
4. Опытное дело в полеводстве / Под ред. Г. Ф. Никитенко. – Москва : Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
5. Бусел, И. П. Экономика сельского хозяйства : учеб. пособие / И. П. Бусел, П. И. Малихтарович. – Минск : РИПО, 2014. – 447 с.
6. Составление технологических карт в растениеводстве : метод. указания / Белорус. гос. с.-х. акад. ; сост. А. С. Тихоненко. – Горки, 2009. – 51 с.
7. Ольгаренко, И. В. Оценка экономической, энергетической и экологической эффективности режимов орошения сельскохозяйственных культур / И. В. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия : сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск : ООО «Геликон», 2010. – Вып. 43. – С. 181–185.
8. Лихацевич, А. П. Зависимость оросительных норм от режима орошения культур / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. В. Ополько // Мелиорация. – 2015. – № 1 (73). – С. 44–53.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

У. Р. Сидаравичуте, магистрантка
С. И. Мацый, доктор технических наук
В. С. Мацый, аспирант

*Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия*

Аннотация

Описывается процесс обследования противо-селевых сооружений, а именно селеулавливающих гребенок инженерной защиты после окончания строительных работ в рамках геотехнического мониторинга. Приведены результаты расчета максимального расхода селя, который составил 38,0 м³/с. В настоящее время объект находится в работоспособном состоянии и не требует разработки дополнительных мероприятий по укреплению.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, противоселевые сооружения, селевые потоки, селе-подобные паводки.

Abstract

U. R. Sidaravichute, S. I. Matsiy, V. S. Matsiy
RESULTS OF THE SURVEY OF ANTI-MUDFLOW
STRUCTURES IN THE FOOTHILLS OF THE KRASNODAR
REGION

The process of inspecting anti-mudflow structures, namely, mudslides of engineering protection combs after the completion of construction work as part of geotechnical monitoring describes. The results of calculating the maximum flow rate of mudflow which amounted to 38.0 m³/s are given. Currently, the facility is in working order and does not require the development of additional strengthening measures.

Keywords: geotechnical monitoring, anti-mudflow structures, mudflows, mudflow flood.

Введение

Сход наиболее разрушительных селевых потоков в районе г. Новороссийска фиксируется с 1929 г. по сегодняшний день. Сложный рельеф Кавказских гор и непосредственная близость акватории Черного моря являются благоприятными факторами для активизации селевых процессов. Так, в 2002 г. селевым потоком были затоплены центральные улицы города, смыт мост, разрушены многие дома и пансионаты на побережье (сумма выпавших осадков – 50,3 мм).

Преобладающий тип селевых потоков на исследуемой территории – дождевой, такие потоки образуются в период затяжных ливневых дождей [1]. Сель образуется в довольно короткие сроки, и прогнозировать его появление возможно лишь по косвенным признакам – например, по сформированному руслу временных водотоков [2]. При наличии противоселевых сооружений в результате геотехнического мониторинга выявляют отклонения от исходного положения и на этой основе делают выводы об их разрушительной силе.

На сегодняшний день возможность прогнозирования и раннего обнаружения опас-

ных геологических процессов, в том числе оползневых процессов, обеспечивается геотехническим мониторингом [3]. Геотехнический мониторинг (далее – ГТМ) – это система циклических наблюдений и контроля за состоянием и изменением грунтовых, природных и техногенных условий в процессе строительства и последующей эксплуатации объекта [4]. Выделяют следующие методы ГТМ: визуально-инструментальные, геодезические, параметрические, виброметрические [5].

Проведение ГТМ с помощью геодезического (инструментального) метода делится:

на подготовительный этап (анализ имеющихся архивных материалов о селепроявлениях; запрос выписок о наличии пунктов государственной геодезической сети с планово-высотными координатами; анализ архивных данных о ранее проводимых инженерных изысканиях);

полевой этап нулевого цикла (закладка реперов, установка ственных марок и других точек, по которым будет проводиться съемка; оформление карточек закладки, абрисов, схемы теодолитного хода и др.);

камеральный этап нулевого цикла (обработка исходных полевых данных);

этап съемки циклов (периодическое фиксирование перемещение съемочных точек и их камеральная обработка);

анализ результатов наблюдений [5].

При проведении ГТМ путем геодезических измерений определяются высотно-плановые перемещения точек; в процессе рекогносцировки фиксируется наличие трещин и их развитие. Также в ходе производства работ переме-

жение точек анализируется после проведения каждого цикла наблюдений, что позволяет оперативно обнаружить критические смещения и предпринять необходимые меры по предотвращению чрезвычайных последствий.

Задача исследования – провести обследование существующих защитных сооружений с расчетом основных характеристик селевых потоков в составе геотехнического мониторинга с целью разработки рекомендаций по стабилизации ситуации (при необходимости).

Материалы и методы исследования

Участок работ расположен в восточном районе г. Новороссийска, на территории перевалочного комплекса «Шесхарис». Ближайшие к нему железнодорожные станции: Грушовая, расположенная в двух километрах к северо-западу на железнодорожной ветке Крымская – Грушовая, и Новороссийск, в семи километрах к северо-западу от Промежуточной нефтеперекачивающей станции (далее – ПНБ) «Шесхарис». Железнодорожные станции имеют погрузочно-разгрузочные площадки.

В непосредственной близости от участка изысканий проходит асфальтированная автодорога, которая начинается от автодороги I технической категории Краснодар – Новороссийск в районе г. Крымска, идет вдоль железнодорожной ветки Крымская – Грушовая, мимо станции Неберджаевская, через ПНБ Грушовую, Главный Кавказский хребет (Маркотхский перевал) и в районе ПНБ «Шесхарис» примыкает к федеральной автодороге I технической категории Москва – Новороссийск (см. рис. 1).

Район изысканий расположен в южной, предгорной части Краснодарского края; по климатическому районированию для строительства относится к району IV Б. Затяжные

ливневые дожди наблюдаются здесь преимущественно в теплое время года. Наиболее сильные осадки наблюдались в июле 2012 г. По данным метеостанции «Новороссийск», за сутки (с 7 часов 6 июля до 7 часов 7 июля) выпало 285 мм осадков, что превысило месячную норму более чем в 4 раза.

В районе г. Новороссийска складывается классический комплекс орографических условий, благоприятных для развития такого явления, как бора – порывистого холодного ветра северо-восточного направления, отличающегося интенсивностью и разрушительной силой [6]. Образуется бора преимущественно в холодное время года.

В соответствии с нормативным документом СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» перечень опасных метеорологических процессов и явлений, наблюдавшихся на территории района изысканий и требующих учета при проектировании, приведен в табл. 1.

Образование селевых потоков напрямую связано с периодами повышенной увлажненности. На рис. 2 представлен график суммарного количества осадков за 2018–2024 гг. [7].

Таблица 1. Опасные метеорологические явления

Процессы и явления	Количественные показатели проявления	Максимальное значение
<i>Метеостанция «Новороссийск»</i>		
Дождь	Слой осадков более 50 мм за 12 ч и менее	187,2 мм (7 июля 2012 г.)
Ливень	Слой осадков более 30 мм за 1 ч и менее	56 мм (15 августа 1947 г.)
Сильный снег	Слой осадков более 20 мм за период 12 ч и менее	54 мм (12 марта 1968 г.)
Ветер	Скорость более 30 м/с, для морских побережий – более 35 м/с, при порывах – более 40 м/с	45 м/с (14 января 1974 г.)
Гололед	Диаметр гололеда не менее 20 мм	22 мм (17 декабря 2001 г.)

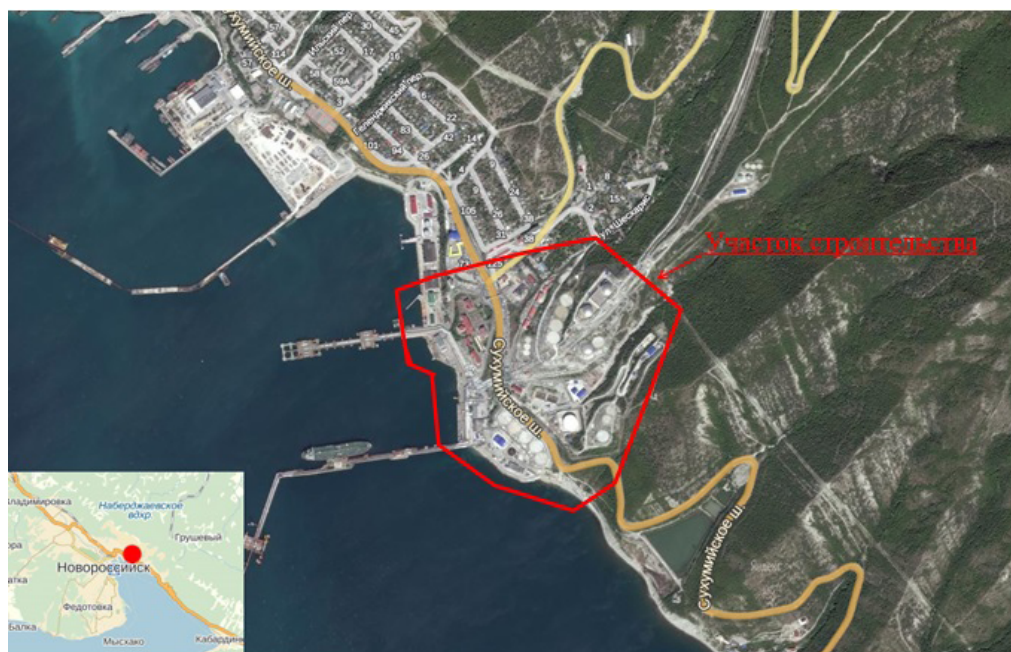


Рис. 1. Схема расположения объекта мониторинга

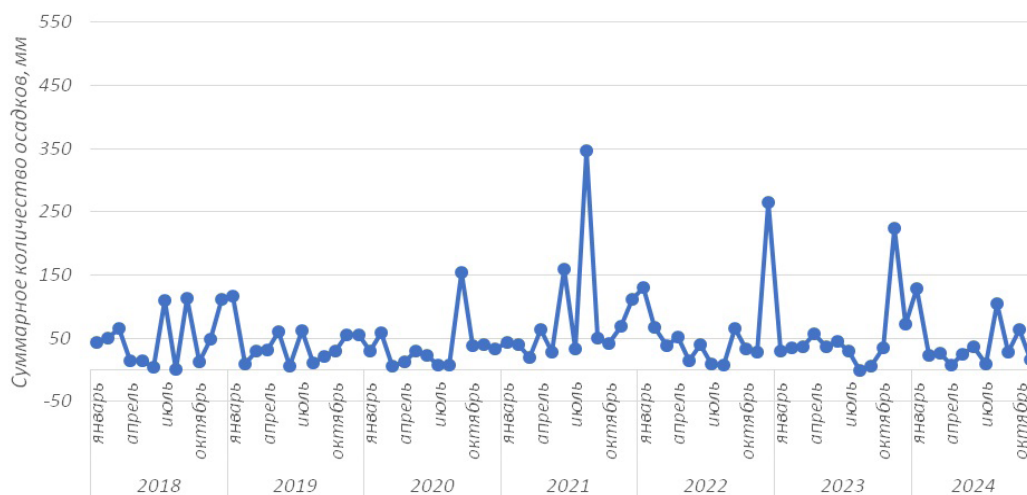


Рис. 2. Суммарное количество осадков по данным сайта rp5.ru

Большая часть наводнений на Черноморском побережье Краснодарского края за последние годы зафиксирована в период с июня по ноябрь (75 %), что соответствует наибольшему количеству осадков на графике (рис. 2) [8].

На участке изысканий развиты следующие экзогенные геологические процессы: выветривание, подтопление, селевые и оползневые явления. Все они тесно связаны между собой, активизируясь в связи с хозяйственной деятельностью человека и оказывая негативное влияние на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений.

Согласно СНиП 22-01-95, территория Новороссийска по степени селеопасности относится к умеренно опасным, что соответствует III категории селевой опасности (рис. 3) [9].

Исследуемый ручей «14-е ущелье» берет начало на абсолютной высоте 625 м, на южном склоне Маркотхского хребта; течет с северо-востока на юго-запад и впадает в Черное море; относится к пересыхающим горным ручьям. Уклон русла ручья – 197 ‰, уклон склонов водосбора – 340 ‰, что весьма значительно и способствует формированию высоких дождевых паводков.

В районе названного ущелья участились случаи выпадения ливневых дождей с большим количеством осадков – в результате образуются водо-каменные селевые потоки. Содержание воды в них может составлять до 70 % от общего объема; их гранулометрический состав представлен в табл. 2.

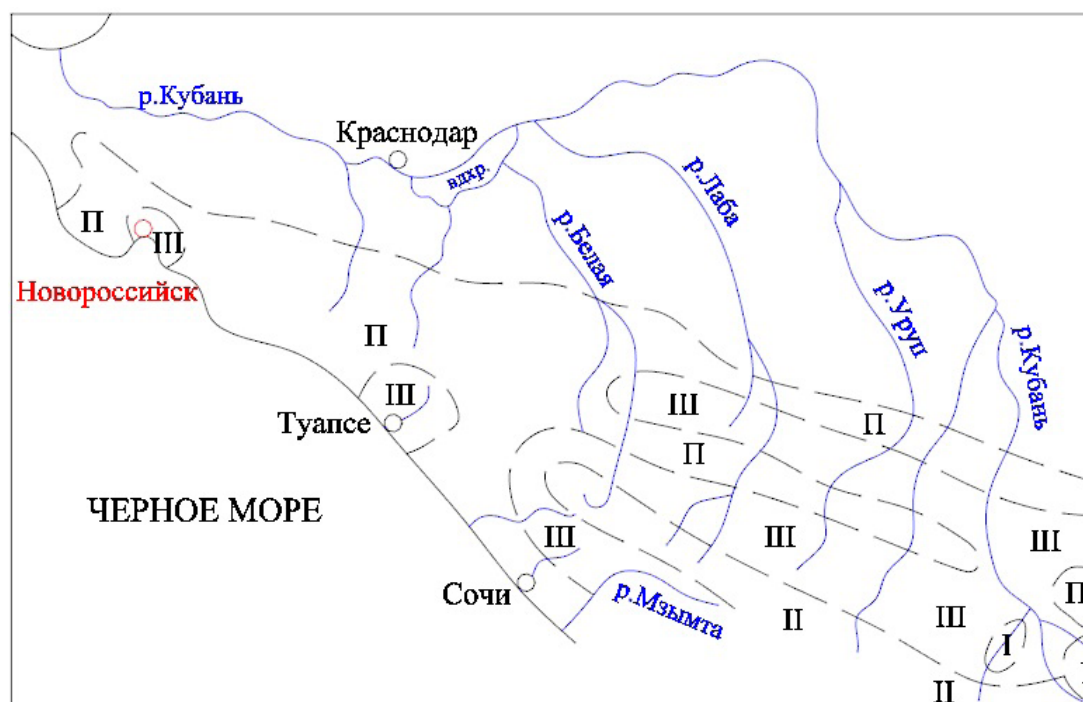


Рис. 3. Категории селеопасности (зона Западного Кавказа):

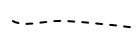
-  – река и ее название;  – первая категория селеопасности;
-  – граница побережья;  – вторая категория селеопасности;
-  – граница селеопасного района;  – третья категория селеопасности;
-  – населенный пункт и его название; П – потенциально селеопасная территория

Таблица 2. Гранулометрический состав селевых отложений

Тип фракции		Размер частиц, d , мм	Содержание, %	Обеспеченность, %
Крупно-обломочные	валунный	> 400,0	1,14	100,0
	глыбовый	> 300,0	1,16	98,86
		> 200	2,45	97,7
		> 100	14,46	95,25
		> 60	17,12	80,79
		> 40	16,38	63,67
		> 20	18,94	47,29
	галечниковый	> 10	9,49	28,35
		> 5	8,48	18,86
	гравийный	> 2	7,02	10,38
Пески	гравелистый	> 1	1,56	3,36
	крупный	> 0,5	1,63	1,80
	средней крупности	> 0,25	0,10	0,17
	мелкий	> 0,1	0,06	0,17
	пылеватый	< 0,1	0,01	0,01

Для принятия проектных решений по защите территории от селевых потоков и селеподобных паводков максимальный расход селей при 1%-й обеспеченности определен согласно ВСН 03-76.

Максимальный расход селевого потока, сформированный ливневыми осадками, рассчитывается по формуле

$$Q_{ср} = q_{1\%} \cdot m_a \cdot \lambda'_p \cdot \left(\frac{1}{W_{отр}} \right)^{1,08} \cdot F, \quad (1)$$

где $Q_{ср}$ – максимальный расход селевого потока; $q_{1\%}$ – модуль максимального дождевого стока вероятностью превышения $P = 1\%$, $\text{м}^3/(\text{с} \times \text{км}^2)$; m_a – коэффициент, зависящий от гидрологического района расположения водосбора; λ'_p – переходный коэффициент от селевого расхода обеспеченностью $P = 1\%$ к расходу другой обеспеченности; $W_{отр}$ – коэффициент текучести селевой массы; F – площадь водосбора.

Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристики селевого потока

Название параметра	Обозначение	Единица измерения	Значение
Расчетная вероятность ежегодного превышения максимального расхода селевого потока	P	%	1
Объемный вес твердого компонента селя	γ_m	т/м ³	1,37
Средняя скорость течения селевого потока	$V_{ср}$	м/с	3,5
Средняя глубина живого сечения	$h_{ср}$	м	0,88
Средняя скорость течения селевого потока	$V_{макс}$	м/с	6,3
Средняя глубина живого сечения	$h_{макс}$	м	1,32
Условная ширина селевого потока по верху	B_y	м	11,9
Максимальный расход селя	$Q_{ср}$	м ³ /с	38,0
Объем селевого паводка (твердая и жидкая фазы)	$W_{ср}$	м ³	31800
Объем дождевого паводка	$W_{вр}$	м ³	41600
Объем выноса твердых материалов (в плотном теле) за расчетную волну селевого паводка	$W_{мр}$	м ³	6900
Объем селевых отложений (в рыхлом теле) на участке расчетного створа	$W_{рыхр}$	м ³	8075
Среднегодовой объем выносимых твердых материалов	$W_{тг*}$	м ³	1300

*ТГ – среднегодовой твердый сток согласно ВСН 03-76 (Инструкции по определению расчетных характеристик дождевых селей).

Определение основных характеристик селевого потока проведено с целью сопоставления значений с теми расчетными (по проекту), что непосредственно влияют на подбор сооружения при проектировании. Выраженное отклонение его значений может быть основой

для принятия решений по укреплению или переустройству существующих сооружений.

Селевые потоки часто приурочены к ложбинам и долинам горных рек, по которым и движется селевой поток; при выходе на прилегающие равнины он распадается на ряд протоков [10].

Результаты исследований и их обсуждение

С целью предотвращения катастрофических последствий активизации селевых процессов на объекте возведены селеулавливающие

гребенки инженерной защиты 14-го ущелья (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид селеулавливающих гребенок инженерной защиты 14-го ущелья

Для защиты прилегающих линейных и площадных объектов в русле 14-го ущелья возведен комплекс, который при образовании в русле селевого потока значительно снизит скорость, а также будет задерживать твердую и древесно-кустарниковую составляющие. В итоге уменьшится разрушительная сила потока, следовательно, будет обеспечено бесперебойное функционирование прилегающих объектов.

Такие сооружения, как противоселевые барьеры, являются динамическими объектами, так как они подвергаются смещениям за счет внешних (природных) и внутренних нагрузок. В результате воздействия данных деформирующих факторов сооружения отклоняются от своего исходного положения. Эти отклонения носят циклический характер, и без должного наблюдения сооружение со временем перестает надлежащим образом выполнять свои функции [11].

В целях обеспечения безопасности населения, в том числе безопасной эксплуатации прилегающих объектов, а также для своевременного выявления отклонений сооружений от исходного положения и предупреждения развития опасных геологических процессов на объекте проводится непрерывный геотехнический мониторинг [12].

В ходе мониторинга отслеживается перемещение координат за цикл при наличии нулевого цикла, являющегося опорным при определении перемещений за первый цикл. Также в нулевом цикле при необходимости закладываются пункты для развития съемочного обоснования, съемочные точки (стенные марки, грунтовые реперы и др.), производится изучение местности.

Также осматриваются сооружение, склон, защищаемый участок, посредством схем, чертежей, фотографий фиксируются дефекты, составляются ведомости дефектов, оформляется заключение по общему состоянию и разрабатываются рекомендации по устранению обнаруженных дефектов.

Для определения перемещений защитных сооружений по верху подпорных стен заложены стенные марки, по которым и будет проводиться съемка в процессе мониторинга.

Цикличность геодезической съемки после ввода объекта в эксплуатацию устанавливается с частотой 1 месяц при отсутствии перемещений, превышающих допустимое значение, которое определяется соответствующими расчетами (5 мм); временной промежуток между циклами увеличивается. Геодезическая съемка с учетом сложных условий проведения работ базируется на методе полярных координат.

нат; по возможности рекомендуется применять метод прямой линейно-угловой засечки.

Таким образом, по результатам двух циклов произведен расчет перемещения координат съемочных точек по формуле (табл. 4)

$$\Delta S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta H^2}, \quad (2)$$

где ΔX – перемещение координат по оси x ;

ΔY – перемещение координат по оси y ;

ΔH – перемещение координат по высоте (h).

Для четырех защитных сооружений, на которых в совокупности установлено 33 знака, наибольшее перемещение (ΔS) зафиксировано на стенных марках Rp 14.4, 14.7, 14.8 и составило 2 мм (сооружение 14-го ущелья), что соответствует допустимому значению.

Таблица 4. Ведомость высотно-плановых перемещений
стенных марок для защитных сооружений

№ п/п	Тип знака	№ знака	Перемещения за цикл, мм			
				ΔY	ΔH	ΔS
1	Стенные марки	Rp 14.1	–1	–1	0	1
2		Rp 14.2	–1	–1	0	1
3		Rp 14.3	0	1	0	1
4		Rp 14.4	–1	–1	1	2
5		Rp 14.5	0	0	–1	1
6		Rp 14.6	–1	0	1	1
7		Rp 14.7	–1	–2	0	2
8		Rp 14.8	–1	2	0	2
9		Rp 20.1	–1	–1	0	1
10		Rp 20.2	0	–1	0	1
11		Rp 20.3	0	0	0	0
12		Rp 20.4	0	–1	0	1
13		Rp 20.5	0	0	0	0
14		Rp 21.1	–1	0	1	1
15		Rp 21.2	1	1	0	1
16		Rp 21.3	0	0	0	0
17		Rp 21.4	1	0	1	1
18		Rp 21.5	0	0	0	0
19		Rp 21.6	1	0	1	1
20		Rp 21.7	0	0	1	1
21		Rp 21.8	0	0	1	1
22		Rp 21.9	0	0	0	0
23		Rp 21.10	0	1	0	1
24		Rp 21.11	0	1	0	1
25		Rp 21.12	0	0	1	1
26		Rp 21.13	0	0	0	0
27		Rp 21.14	0	0	0	0
28		Rp 22.1	1	0	–1	1
29		Rp 22.2	0	–1	1	1
30		Rp 22.3	–1	1	0	1
31		Rp 22.4	0	0	0	0
32		Rp 22.5	0	0	0	0
33		Rp 23.1	0	0	–1	1

Заключение

В гранулометрическом составе селевых потоков 14-го ущелья преобладают глыбоватые фракции 20–200 мм (66,9 %). Максимальный расход селевого потока по расчету составил $Q_{ср} = 38,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

Результаты полевых работ и последующей камеральной обработки показали, что за период *цикл 0 – цикл 1* планово-высотные перемещения (ΔS) геодезических знаков, заложенных в период проведения работ нулевого цикла, не превышают допустимые погрешности измерений (5 мм). Максимальные перемещения получены на сооружении 14-го ущелья и составили 2 мм. Объект находится в стабильном работоспособном состоянии, что подтверждено результатами геотехнического

мониторинга и визуальным осмотром. Следовательно, не подтверждена необходимость увеличивать частоту проведения геодезических наблюдений. Принятие мер по разработке или усилению защитных мероприятий не требуется.

Для поддержания работоспособного состояния сооружений рекомендуется проводить периодические чистки после обильных паводков, которые за последние 6 лет зафиксированы в период с июня по ноябрь (75 % всех осадков).

При наличии данных за три и более цикла можно строить прогнозы об активности опасных геологических явлений на исследуемом участке.

Библиографический список

1. Дзаганя, Л. М. Применение лесомелиорации для селезащиты на Черноморском побережье Западного Кавказа / Л. М. Дзаганя // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : тр. 6-й Междунар. конф., г. Душанбе – Хорог, 20–26 сент. 2021 г.: в 2 т. / Селевая ассоциация, Нац. академия наук Таджикистана ; отв. ред. С. С. Черноморец, К. С. Висхаджиева. – Душанбе : Промоушн, 2021. – Том 1. – С. 405–417.
2. Маций, С. И. Противоселевая защита : монография / С. И. Маций, Л. А. Сухляева. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 168 с.
3. Сергиенко, Е. А. Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты и опасных геологических процессов / Е. А. Сергиенко, В. С. Шевченко, В. В. Угринов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам IX Всерос. конф. молодых ученых, г. Краснодар, 24–26 нояб. 2015 г. / Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 876–877.
4. Маций, С. И. Геотехнический мониторинг : метод. указания / С. И. Маций, А. К. Рябухин // Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 51 с.
5. Проектирование и строительство противоселевых сооружений для защиты автомобильных дорог : отраслевой дорожный методический документ : распоряжение М-ва транспорта Рос. Федерации от 17.08.2015 № 1469-р. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456050231> (дата обращения: 20.03.2025).
6. Сокольская, О. Н. Градо-климатическое зонирование города Новороссийска с учетом особенностей ветрового режима / О. Н. Сокольская, В. В. Каранова // Строительство: наука и образование. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 33–45. <https://doi.10.22227/2305-5502.2022.4.3>
7. rp5.ru. Расписание погоды : погода в 240 странах мира. – С.-Петербург. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 11.11.2024).
8. Гниломедов, Е. В. Обзор опасных гидрологических явлений Краснодарского края / Е. В. Гниломедов // Тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та гидрометеоролог. информации – мирового центра данных. – 2018. – № 183. – С. 105–134.
9. Хворостов, В. В. Некоторые особенности селевых процессов в бассейнах рек Черноморского побережья Краснодарского края / В. В. Хворостов // География Краснодарского края: антропогенные воздействия на окружающую среду : сб. науч. тр. / Кубан. гос. ун-т. – Краснодар, 1996. – С. 26–33.

10. Лаврушин, Ю. А. Особенности динамики высокоскоростного осадконакопления водоканальных селевых потоков горных долин и склонов / Ю. А. Лаврушин // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. – 2018. – № 76. – С. 110–134.

11. Фялковский, А. Л. Обработка данных при геодезическом мониторинге динамических объектов с использованием ГНСС / А. Л. Фялковский // Инженерные изыскания. – 2017. – Т. XI, № 9. – С. 42–52. <https://doi.org/10.25296/1997-8650-2017-9-42-52>

12. Лесной, В. А. Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог / В. А. Лесной, С. И. Маций // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам X Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 120-летию И. С. Косенко, г. Краснодар, 26–30 нояб. 2016 г. / Кубан. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина. – Краснодар, 2017. – С. 1096–1097.

Поступила 7 мая 2025 г.

• НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ •

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР – ВКЛАД В ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ

Н. Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук

г. Минск, Беларусь

Перед аграрным комплексом страны поставлена задача – увеличить объемы высококорентабельного производства растениеводческой и животноводческой продукции, сохранять и повышать плодородие почв. Несомненно, за последние годы заметны существенные сдвиги в повышении эффективности работы АПК, особенно в отрасли животноводства, урожайности и валовых сборов ряда сельскохозяйственных культур. В то же время очевидны и неиспользуемые резервы, которые способствовали бы повышению экономической эффективности сельскохозяйственного производства, сохранению плодородия почв.

Известно, что от того, насколько рационально используются почвы и применяемые ресурсы, технологии возделываемых сельскохозяйственных культур на каждом поле, зависит уровень их урожайности, качество полученной продукции и ее себестоимость и, как следствие, обеспеченность животноводства кормами, населения продовольствием, рентабельность производства молока, мяса и другой продукции. Недаром наши мудрые предки утверждали: «Что вырастишь, то и пожнешь».

Вопрос повышения урожайности сельскохозяйственных культур и обеспеченности населения продовольствием занимает умы ученых и практиков многие годы. Научными исследованиями доказано, что урожайность сельхозкультур напрямую зависит как от запа-

сов элементов минерального питания в почве в форме, доступной для растений, так и от технологий их возделывания.

Для получения более высокой урожайности при низких и средних запасах элементов питания в почве необходимо применять минеральные удобрения. Естественное плодородие почв, используемых под пашню в Беларуси, низкое. Анализ статистических данных показывает, что в 1960–1970 гг. под зерновые культуры применялись минеральные удобрения в следующих дозах: NPK – 97–105, из них азота – 14–34 кг/га, что обеспечивало получение средней урожайности зерна в этот период 8,5–13,1 ц/га.

В результате принятых на Пленуме ЦК КПСС 1965 г. решений по химизации и мелиорации сельскохозяйственных земель увеличилось производство и применение минеральных удобрений, что способствовало росту урожайности зерновых и иных культур, а также повышению плодородия почв. В среднем за 1971–1975 гг. при внесении NPK 161 (из них азота – 69 кг/га) урожайность зерновых составила 21,2 ц/га. Однако в 1976–85 гг., даже при некотором увеличении применения удобрений (NPK 197 кг/га), роста урожайности зерновых культур не отмечалось. Только в 1986–1990 гг., с внедрением в производство интенсивных технологий их возделывания, в том числе и усовершенствованных систем

применения более высоких доз азотных удобрений (в среднем 86 кг/га), урожайность увеличилась в среднем на 8 ц/га и на площади более 2 млн га составила 29,6 ц/га. При этом среднегодовой прирост урожайности и валовых сборов зерна достиг почти 40 %.

Роста средней урожайности зерновых культур в Беларуси в период после распада СССР не наблюдается вследствие ряда причин – прежде всего, организационных. Так, статистические данные свидетельствуют, что после существенного снижения доз применяемых минеральных удобрений (NPK – 161, в том числе азотных – 57 кг/га) урожайность зерновых и зернобобовых культур за 1990–2000 гг. в среднем составила лишь 20,3 ц/га. Только при некотором увеличении доз минеральных удобрений (NPK – 230, в том числе азотных – 93 кг/га) урожайность зерновых повысилась: в среднем за период 2006–2024 гг. был достигнут уровень 31,5 ц/га. Однако это лишь приближается к показателям средней урожайности 1986–1990-х гг. и почти в два раза ниже потенциально возможной при складывающихся погодных условиях.

Анализ производственных и научных результатов исследований формирования урожайности зерновых культур показывает, что одна из причин отсутствия ее роста в среднем по стране заключается в недостаточном уровне вносимых доз удобрений. Например, за период 2016–2021 гг. в среднем по стране степень применения минеральных удобрений под зерновые культуры составила: NPK – 180, в том числе азотных – 83, фосфорных – 20, калийных – 77 кг/га. Это существенно ниже научно обоснованных доз минеральных удобрений, рекомендуемых Программой «Агробизнес» на 2021–2025 гг., для получения средней по стране урожайности зерновых 40 ц/га. Обращает на себя внимание тот факт, что в ряде сельхозпредприятий Гродненской, Минской и других областей, где применяются более высокие дозы удобрений, при тех же погодных условиях получают урожайность зерновых культур на уровне 60–80 и более ц/га.

Вторая важная причина высокой себестоимости производства зерна и отсутствия роста урожайности в последние годы – это устаревшие технологии использования азотных удобрений. Азот – один из важнейших эле-

ментов, определяющих плодородие почвы, минеральное питание растений, урожайность и качество растениеводческой продукции. На дерново-подзолистых почвах инновационные технологии применения азотных удобрений в оптимальных дозах обеспечивают повышение (в сравнении с фоном РК) урожайности зерновых культур на 40–50 и более процентов. При этом 1 кг азота окупается 15–32 кг зерна, что в 5–10 раз больше, чем фосфорными и калийными, а также увеличивает содержание белка в зерне на 2–5 %. На более окультуренных почвах на азотные удобрения приходится до 90 % от общей прибавки урожайности от минеральных удобрений.

В то же время работа с азотными удобрениями требует от агронома все больших знаний и умений. Например, чтобы оптимизировать азотное питание растений, необходимо учитывать обеспеченность почв усвояемой растениями формой азота по каждому полю (различия составляют 3–5 раз), а также интенсивную биологическую трансформацию азотных удобрений в почве, особенности применения их разных форм и др.

В настоящее время в Беларуси азотные удобрения под зерновые и другие культуры (в основное внесение и подкормки) вносят усредненными по полям дозами, не учитывая обеспеченность почв и растений азотом, как это рекомендуется такими документами, как Отраслевой регламент «Применение удобрений при возделывании зерновых культур. Типовые технологические процессы» (2014 г.), «Организационно-хозяйственные особенности ранневесеннего ухода за посевами озимых и технологические основы весеннего сева в условиях 2025 года» (рекомендации подготовлены в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»), «Рабочий план Министерства сельского хозяйства и продовольствия по подготовке и проведению весенних полевых работ в 2025 году». Такая технология применения азотных удобрений, не учитывающая степени обеспеченности почв и растений данным элементом питания, часто приводит к полеганию посевов, поражению их болезнями, снижению качества и рентабельности производства продукции – в итоге к низкой эффективности проводимых мероприятий.

Вызывает сомнение экономическая и экологическая целесообразность применения в ряде сельхозпредприятий-рекордсменов в среднем по 220–250 кг/га азота удобрений под зерновые культуры без учета обеспеченности почв и растений азотом. Известно, что вследствие высоких доз его использования отмечается потеря до 30 %, происходит биологическая деградация почв. Поэтому поиски путей совершенствования технологий, связанных с азотными удобрениями, обеспечивающими повышение урожайности с высокой рентабельностью, актуальны и имеют большое народнохозяйственное значение.

Продуктивность зерновых и других культур – результат их вегетации в конкретных почвенно-климатических и погодных условиях. Сельскохозяйственные земли Беларуси по отдельным полям различаются гранулометрическим составом, увлажнением, степенью эродированности, содержанием гумуса, азота, подвижных соединений фосфора и калия и в целом уровнем плодородия. В течение периода вегетации сельскохозяйственных культур интенсивность потребления элементов минерального питания изменяется по фазам развития, в почвах формируются различные гидротермические условия, по-разному влияющие на трансформацию соединений элементов минерального питания почвы и внесенных удобрений, а также на доступность их растениям.

В Беларуси в последние годы климат довольно неустойчив, что отражается на почве: в результате избыточной влаги или ее недостатка в течение вегетационного периода, весенне-летних заморозков или высоких летних температур существенно снижается потенциальная урожайность зерновых и других культур. Поэтому важнейшим резервом повышения урожайности зерновых и других культур может быть внедрение в производство Беларуси усовершенствованных, более наукоемких технологий их возделывания.

Принципиальная особенность современных технологий выращивания сельхозкультур заключается в переходе от системы интенсификации к стратегии оперативного управления процессом формирования и сохранения компонентов структуры урожайности с учетом

состояния почвенно-агрохимических свойств каждого конкретного поля и погодных условий.

Не умаляя важности других агротехнических приемов, все же следует особо подчеркнуть, что основой таких технологий должна быть система более эффективного комплексного использования удобрений (прежде всего, азотных) и других средств интенсификации возделывания сельскохозяйственных культур. Опыт земледелия Германии, Бельгии, Нидерландов, других развитых стран Европы показывает, что внедрение подобных технологий обеспечивает производство зерна на промышленной основе и ежегодное получение средней урожайности зерновых культур 7,5–8 т/га при рентабельности 35–50 %. Применение более высоких доз минеральных удобрений и совершенствование технологий возделывания зерновых культур позволили аграриям ряда регионов России за период 2010–2023 г. увеличить производство зерна в 2,4 раза.

На основе изучения мирового и отечественного опыта ученых и практиков как Советского Союза, так и Беларуси нами впервые были разработаны с применением изотопа азота ^{15}N :

1) пригодный для условий Беларуси новый метод оценки степени обеспеченности дерново-подзолистых и торфяных почв усвояемой растениями формой азота. Приказом № 168 Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 21.10 1991 г. данный метод введен в действие в рамках Республиканского стандарта «Почвы. Метод определения потенциально усвояемого азота» с 1 января 1992 г.;

2) оригинальные технологии внесения азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры. Эти разработки успешно использовались в 1986–1990 гг. при функционировании интенсивных технологий ежегодно на площади около 2 млн га, существенно повлияв на повышение урожайности и валовых сборов зерновых и других культур.

К настоящему времени предложенные ранее методические и технологические разработки по применению азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры усовершенствованы с учетом новых результатов исследований (см., например, мои работы: «Торфяно-болотные почвы Полесья: их транс-

формация и пути эффективного использования», 2015; «Инновационные технологии применения азотных удобрений: теория, методология, практика», 2020; «Инновационные технологии комплексного применения удобрений и других средств интенсификации возделывания зерновых культур в Беларуси», 2024 и др.).

Рекомендуемые инновационные технологии соответствуют требованиям мирового уровня, предусматривают использование азотных удобрений в комплексе с микроэлементами, регуляторами роста, физиологически активными веществами и средствами защиты растений под зерновые, картофель, кукурузу, травы и другие культуры с учетом биологической потребности в азоте по этапам роста и развития растений, результатов

почвенной и растительной диагностики, форм удобрений и погодных условий.

Применение таких технологий в производственных условиях обеспечивает – в сравнении с базовыми – во-первых, повышение коэффициента использования азота из удобрений в 1,5–2,0 раза, урожайности зерновых культур на 5–10 ц/га (достигая уровня 70–80 и более) и рентабельности производства зерна и другой продукции; во-вторых, снижение затрат азота на единицу прибавки урожая на 20–30 % и потерь в 1,8 раза, минерализации органического вещества почвы на 12–34 % и потерь азота почвы на 40–60 кг/га.

Некоторые результаты исследований, проведенных с применением изотопа азота ^{15}N , приведены в таблице.

Таблица. Влияние уровня плодородия суглинистых почв и технологий применения азотных удобрений на урожайность озимой пшеницы*

Технология**	Доза азота, кг/га	Урожайность	Прибавка	Окупаемость, кг зерна / кг азота	Статьи баланса $N_{уд.}$, %	
		ц/га			усвоено	потери
Содержание в почве						
Поле 1: рН – 4,6; гумус – 1,38 %; $N_{у\text{св.}}$ – 121 кг/га; P_2O_5 – 69; K_2O – 123 мг/кг						
$P_{90}K_{120}$ – фон	–	29,9	–	–	–	–
Фон + N_6	140	41,0	11,1	7,9	26	30
Фон + N_d	130	48,2	18,3	14,1	47	18
± к базовой	–10	+7,2	+7,2	+6,2	+21	–12
Поле 2: рН - 5,3; гумус – 1,92 %; $N_{у\text{св.}}$ – 190 кг/га; P_2O_5 – 135; K_2O – 206 мг/кг						
$P_{90}K_{120}$ – фон	–	37,7	–	–	–	–
Фон + N_6	140	61,6	23,9	17,1	32	18
Фон + N_d	120	68,0	30,3	25,3	61	10
± к базовой	–20	+6,4	+6,4	+7,2	+31	–8
Поле 3: рН – 6,5; гумус – 3,47 %; $N_{у\text{св.}}$ – 297 кг/га; P_2O_5 – 358; K_2O – 265 мг/кг						
$P_{90}K_{120}$ – фон	–	49,6	–	–	–	–
Фон + N_6	140	69,7	20,1	14,4	34	16
Фон + N_d	105	76,0	26,4	25,1	72	9
± к базовой	–35	+ 6,3	+ 6,3	+ 10,7	+ 38	–7

П р и м е ч а н и е. *Приведены средние за 1986–1990 гг.; **Технология: N_6 – базовая; N_{30} – основное; N_{90} – ранневесенняя подкормка; N_{20} – начало трубкувания; N_d – по фазам развития с учетом результатов почвенной и растительной диагностики.

В Беларуси зерно – важнейшее сырье для пищевой и технической промышленности, около 80 % объемов его валовых сборов используется в качестве концентрированных кормов в животноводстве. Посевные площади зерновых культур ежегодно составляют более 2 млн га. На производство зерна затрачиваются огромные материальные, энергетические, трудовые и финансовые ресурсы. Внедрение инновационной технологии комплексного применения азотных удобрений, других средств интенсификации возделывания зерновых и других культур может существенно повлиять на экономическую эффективность работы агропромышленного комплекса страны.

Наши расчеты показывают, что внедрение в производство предлагаемой технологии и применение средних научно обоснованных доз азотных удобрений на посевной площади зерновых культур без особых дополнительных

затрат может увеличить урожайность зерна (в среднем до 45 ц/га) и повысить его валовый сбор на 1–1,5 и более млн тонн при более низкой себестоимости. При этом ориентировочные ежегодные потери плодородия почв снизились бы на 1,7 млн тонн гумуса.

Таким образом, при использовании новых методических решений можно значительно повысить урожайность, валовые сборы и рентабельность производства зерновых и других культур, сохранить и повысить плодородие почв. Для этого в Беларуси налажено промышленное производство, применяются азотные, фосфорные, калийные и комплексные макроудобрения, удобрения новых форм для внекорневых подкормок (Экогум АФ и Экогум ФК), макроудобрения и микроудобрения в хелатной форме типа МикроСтим, Экогум Комплекс, биологический регулятор роста Экосил и др. Новые методические разработки изданы массовым тиражом.

Поступила 17 марта 2025 г.

К 80-летию Великой Победы

СОТРУДНИКИ ИНСТИТУТА МЕЛИОРАЦИИ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

В Институте мелиорации трудилось немало участников Великой Отечественной войны: среди ученых, научных и хозяйственно-административных работников были фронтовики и партизаны. Память об этих людях должна бережно храниться в памяти поколений, так как все меньше становится живых свидетелей и участников той страшной войны, а ее итоги переписываются, искажаются.

В дни празднования 80-летия Победы мы хотим вспомнить поименно сотрудников нашего института: и тех воинов, которые в 1941–1945 гг. воевали с врагом на своей земле, освобождали Беларусь, Украину, Литву, Польшу, Германию, и тех, кто сражался в партизанских отрядах.

Самое непосредственное участие в боевых действиях на фронтах Великой Отечественной принимали военнообязанные Степан Гордеевич Скоропанов, Василий Мартынович Зубец, Андрей Федорович Печкуров, Андрей Игнатьевич Ивицкий, Евгений Иванович Багреев, Израиль Моисеевич Рубенчик, Петр Иванович Щитников, Юрий Федорович Буртыс, Константин Августович Гулейчик, Александр Петрович Рубан, Дмитрий Аврамович Забелло, Григорий Иосифович Лашкевич, Фрума Евновна Гинбург, Еким Михеевич Бабинцев, Антон Филиппович Данилович, Дмитрий Александрович Бысов и др.

В силу возраста Александр Иванович Михальцевич, Ефрем Алексеевич Малышев, Евгений Петрович Юрочка не могли быть призваны на фронт в начале войны, но они, как и Анатолий Михайлович Олейник, Анатолий Васильевич Ключко, Борис Вениаминович Юрчик и др., воевали в белорусских партизанских отрядах.

Подробнее информация о каждом из упомянутых бойцов Красной армии представлена на сайте «РУП Институт мелиорации». Данные об их боевом пути, подвигах и наградах приведены согласно материалам Центрального архива Министерства обороны Российской Федерации, размещенным на сайтах «Мой полк», «Подвиг народа», «Память народа», «Дорога памяти».

В тылу трудились Захар Николаевич Денисов (в 1944–1955 гг. – заведующий отделом болотоведения нашего института), Семен Иванович Тризно (в 1944–1945 гг. – и. о. директора института), Константин Яковлевич Кожанов (в 1940–1947 гг. – начальник сектора гидрологии в Московском отделении Гидроэнергопроекта), Бронислав Брониславович Бельский (1941–1944 гг. – помощник управляющего Земетчинского сахарного комбината (Пензенская обл.), Васса Федоровна Шебеко (в 1941–1944 гг. – преподаватель, заместитель директора по научной части Борисоглебского дорожно-строительного техникума (Воронежская обл.), Владимир Иванович Полунин (в 1941–1944 гг. – фрезеровщик, мастер, старший мастер, конструктор завода № 466 Наркомата авиапромышленности в г. Горьком; в 1944–1945 гг. служил курсантом в воинской части № 355 Народного комиссариата государственной безопасности). После войны они были награждены медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

Смертью храбрых пали Иван Яковлевич Арнаутов, Павел Григорьевич Войцехович, Мордух Аронович Каплан, Григорий Игнатьевич Пикулик, Борис Николаевич Саковец, Евгения Ивановна Кесарева. Замучены в фашистских застенках Зиновий Григорьевич Толчинский, Григорий Давидович Эркин и др.

Все советские люди верили в непереносимое освобождение родной земли от нацистских захватчиков. Вечная память павшим.

Честь и слава нашим ветеранам – участникам Великой Отечественной войны.



СТЕПАН ГОРДЕЕВИЧ СКОРОПАНОВ

Родился 7 ноября 1910 г. в д. Ботвиново Чечерского р-на Гомельской обл.

В 1939–1946 гг. служил в рядах Рабоче-крестьянской Красной армии (РККА), пройдя путь от рядового до подполковника (последнее звание получил в 34 года).

Служил на Западном фронте; начальник политотдела 184-й гаубично-артиллерийской бригады 329-й артиллерийской дивизии прорыва 59-й армии Первого Белорус-

ского фронта. Участвовал также в обороне Ленинграда, освобождении Беларуси, Польши и во взятии Берлина. Был дважды ранен и тяжело контужен.

Первое боевое крещение и первую награду – орден Красного Знамени – С. Г. Скоропанов получил за проявленное мужество в ходе боях за оборону Москвы в октябре 1941 г.

В ряде наградных листов, в которых руководство характеризовало Степана Гордеевича для представления к той или иной награде, отмечалось, что «тов. Скоропанов С.Г. как наиболее политически грамотный и опытный работник выполняет наиболее ответственные поручения Военного Совета Армии», «оказывал помощь в организации эвакуации с поля боя раненых и погребении трупов, погибших в боях бойцов и командиров. Своим личным примером показывал командирам и политработникам в наведении большевистского порядка в подразделениях». Подчеркивалось, что он, «сплотив личный состав, обеспечил успешное выполнение боевых задач, поставленных перед бригадой».

Также Степан Гордеевич награжден орденами Отечественной войны I степени (1945, 1985), Красной Звезды (15.02.1944), Красного Знамени (16.12.1944), медалями «За оборону Москвы», «За оборону Ленинграда», «За освобождение Варшавы», «За взятие Берлина», «За победу над Германией».

До августа 1946 г. находился в составе Группы советских войск в Германии.

Впоследствии – видный ученый в области общего земледелия и мелиорации: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик АН БССР (1961), заслуженный деятель науки БССР (1968), академик ВАСХНИЛ (1972), член-корреспондент Академии сельхознаук ГДР (1974–1989), академик Академии аграрных наук Республики Беларусь (1992).

В течение ряда лет работал директором нашего института (1948–50, 1952–1959).



ВАСИЛИЙ МАРТЫНОВИЧ ЗУБЕЦ

Родился 22 мая 1907 г. в д. Городок Глусского р-на Могилевской обл.

Место и дата призыва – июль 1941 г., Минский горвоенкомат, г. Минск.

Службу начал в звании инженер-капитана, затем – военинженер 3-го ранга и инженер-майор. Воевал на Западном и Третьем Белорусском фронтах. Начальник производственного отделения отдела аэродромного строительства 1-й Воздушной армии.

В представлениях к ряду наград Василий Мартынович характеризовался так: «Военинженер 3 ранга Зубец был направлен на работу по подготовке аэродромов в 19 РАБ, где быстро возглавил всю руководящую работу и самостоятельно принял целесообразные и правильные решения. Своей инициативой т. Зубец добился своевременной вывозки снега с аэродромов без помощи авиатранспорта, широко используя местную рабсилу и гужтранспорт. Хорошо организовал работы на 4 аэродромах. (...) Отличная работа т. Зубца была оценена генерал-инспектором ВВС КА т. Синяковым», «За время войны т. Зубец отлично организовал и справился со строительством 10 аэродромов, проявляя в работе исключительную энергию, настойчивость и умения».

Отмечая, что В. М. Зубец достоин награждения орденом Отечественной войны II степени за умелое руководство по строительству аэродромов, начальник отдела аэродромного строительства I-й Воздушной армии полковник Блохин писал: «Инженер-майор Зубец, работая в должности начальника строительного отделения за период Восточно-Прусской операции провел большую работу по строительству оперативных аэродромов. В период Кенигсбергской операции лично руководил строительством 4 оперативных аэродромов (...). Грамотен, инициативен, находчив».

Награжден орденами Красной Звезды (15.10.1943), Отечественной войны I степени (10.07.1944), Отечественной войны II степени (29.04.1945 и 06.04.1985 г.); медалями «За оборону Москвы», «За отвагу» (21.06.1942), «За боевые заслуги» (1942), «За взятие Кенигсберга», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

Завершил армейскую службу 28.10.1945 г.

После демобилизации долгие годы отдал работе в мелиоративной отрасли в качестве управленца высокого уровня и ученого (директор Белорусского государственного института по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства, заместитель министра Министерства сельского хозяйства Белорусской ССР (1945–1959), директор нашего института в 1959–1977).

Доктор технических наук (1972), профессор (1970), член-корреспондент Академии сельскохозяйственных наук БССР, заслуженный деятель науки БССР.



АНДРЕЙ ИГНАТЬЕВИЧ ИВИЦКИЙ

Родился 13 июня 1904 в д. Святозерье Глусского р-на Могилевской обл.

Время и место призыва – июнь 1941 г., Минский РВК, г. Минск.

Воинские звания – инженер-капитан и инженер-майор.

Место службы: Управление Военно-Воздушных Сил Западного фронта, 1-я Воздушная армия; Второй и Третий Белорусский фронты.

Участвовал в боях за оборону Москвы и освобождение ряда городов Беларуси и Литвы, в штурме и взятии Кенигсберга, других городов Восточной Пруссии.

Награжден орденами Красной Звезды (12.02.1943), Отечественной войны I степени (10.07.1944), Отечественной войны II степени (21.07.1945 и 06.04.1985), медалями «За оборону Москвы», «За взятие Кенигсберга», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.». В частности, в представлениях Ивицкого к орденам Отечественной войны I и II степени указывалось, что он «грамотный, энергичный специалист аэродромной службы и хороший организатор, исключительно самоотверженный оперативный офицер, особенно показавший себя в период наступательных операций Красной армии в 1944–45 гг. на территории Литвы и Восточной Пруссии».

После войны Андрей Игнатьевич Ивицкий стал крупным ученым-гидротехником, гидрологом, ведущим мелиоратором; работал в системе АН БССР. В 1957 г. стал доктором технических наук, профессором (1960), членом-корреспондентом Академии наук БССР (1961), заслуженным деятелем науки Белорусской ССР (1974), лауреатом премии Совета Министров СССР (1981).



АНДРЕЙ ФЕДОРОВИЧ ПЕЧКУРОВ

Родился 5 июля 1899 г. в г. Кричеве Могилевской обл.

Дата и место призыва – 27 июня 1941 г., Минский РВК, г. Минск.

Воинское звание – капитан; воевал на Западном, Северо-Западном, Втором и Третьем Прибалтийском фронтах, в 1944–45 гг. – командир роты 122-й отдельной дорожно-строительной бригады Первой ударной армии Третьего Прибалтийского фронта.

Андрей Федорович был неоднократно ранен.

Руководство, представляя командира роты А. Ф. Печкурова к ордену Красной Звезды (24.08.1944), отмечало следующее: «Тов. Печкуров служит в батальоне с марта 1942 г. Честный и добросовестный офицер, хорошо знающий дорожно-мостовое дело. Аккуратен в работе. Умеет точно в назначенный срок решить поставленную перед ним задачу. На производстве вникает во все мелочи, умеет правильно организовать дорожные работы и личный состав роты на их выполнение». Подчеркивалось, что «благодаря умелому руководству и знанию дорожного дела по производственным показателям его рота занимает одно из первых мест в батальоне. 28–29.07.1944 г. под сильным минометным и пулеметным огнем противника ротой Печкурова был построен мост и заделаны все фугасные воронки...».

Помимо указанной награды, Андрей Федорович награжден орденами Отечественной войны I и II степени (24.08.1944 г. и 06.04.1985 г.), медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (9.05.1945).

После окончания боевых действий вернулся на работу в Белорусский научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства, где продолжительное время заведовал гидротехнической лабораторией (1945–1976) и одновременно являлся заместителем директора института по научной работе (1955–1969). С 1976 г. по 1990 г. работал в институте старшим научным сотрудником.

Андрей Федорович Печкуров – старейший ученый Беларуси в области гидротехнических мелиораций, в частности регулирования водного режима торфяных почв и повышения устойчивости русел рек и каналов. Его разработки вошли во многие учебники, нормативные и методические документы, проектные решения.



ИЗРАИЛЬ МОИСЕЕВИЧ РУБЕНЧИК

Родился в январе 1912 г. в Минске.

Служил в РККА в 1934–1936 гг.

Дата и место призыва – июнь 1941 г., Ворошиловский РВК, г. Минск.

Прошел путь от рядового сапера до командира батальона самоходных орудий. Уже в военные годы окончил военное училище и получил звание младшего лейтенанта. В составе

41-го самоходного артполка, который был придан танковой бригаде, воевал на Западном и Первом Украинском фронтах.

Трижды ранен: 2 раза легко (27 июля 1941 г. под г. Кричевым и 28.02 1942 г. под г. Медынь Калужской обл.) и один раз крайне тяжело. Так, «во время боев на Житомирском и Коростеньском направлениях, являясь командиром тяжелого танка, в наступательном бою умело управлял огнем своей батареи; 2 января 1944 г., ведя бой с танками противника у Новоград-Волынского, захватил пленных и трофеи. В этом бою танк был подбит и загорелся, мл. лейтенант Рубенчик получил тяжелые ранения лица, у него оторван нос, лицо обезображено».

Награжден орденами Красной Звезды (1944), Отечественной войны I степени (06.08.1946 и 06.04.1985), медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (09.05.1945).

После демобилизации работал на Минской опытной болотной станции, затем – в БелНИИ мелиорации и водного хозяйства вначале младшим, потом старшим научным сотрудником (в отделах осушения, организации производства мелиоративных работ).

Кандидат технических наук (1959).



ПЕТР ИВАНОВИЧ ЩИТНИКОВ

Родился 17 января 1906 г. в д. Смольяны Толочинского р-на Витебской обл.

Служил в РККА в 1927–1928 гг.

Дата и место призыва – июнь 1941 г., Кагановичский РВК, г. Минск.

Воинское звание: старший техник-лейтенант. Служил инженером по изысканию аэродромов Отдела аэродромного строительства 9-го района авиационного базирования 17-й воздушной армии Третьего Украинского фронта.

Награжден орденом Красной Звезды (23.05.1945), медалями «За оборону Москвы» (01.05.1945), «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (09.05.1945), «За освобождение Белграда» (04.11.1945), «За взятие Будапешта» (09.11.1945).

Начальник отдела аэродромного строительства подполковник Живинов 14 февраля 1945 г. так изложил заслуги Петра Ивановича, представляя его к ордену:

«Ст. техник-лейтенант Щитников на Западном фронте, в условиях сильных снежных заносов и бездорожья, произвел обследование Знаменского аэроузла, состоящего из 4 аэродромов. Организовал и руководил работами по уборке снега и подготовке к весенней эксплуатации аэродромов "Знаменка" и "Оболовка". В течение мая и июня 1944 г. обследовал 51 оперативный и стационарный аэродром на территории Украинской ССР.

Во время Ясско-Кишиневской и Белградской наступательных операций тов. Щитников изыскал новые и обследовал оставленные противником 42 аэродрома. Лично организовал восстановление и строительство аэроузла "Панчево" в количестве 9 аэродромов. Организовал сбор и охрану трофейного имущества (100 тонн бензина, 50 тонн других видов горючего, 100 баллонов для сжатого воздуха, 250 парашютов и много другого имущества).

Тов. Щитников в течение всего периода наступательных операций полностью обеспечивал авиачасти хорошо расположенными и доброкачественными аэродромами, всегда был вместе с передовыми отрядами наступающими частями Красной армии и Народно-освободительной армии Югославии, лично участвовал в освобождении от противника аэродромов "Рума", "Радинцы Вел.", "Крушедол". Несколько раз был под обстрелом противника при обследовании аэродромов, расположенных в зоне между фронтом противника и наших войск. За смелость и решительность при изыскании и обследовании аэродромов достоин представления к правительственной награде – ордену Красной Звезды».

В Советской армии служил до 1946 г.

С 1946-го по 1952 г. работал в системе Минводхоза БССР, начальником отдела и директором Белгипроводхоза (1952–57), затем до 1964 г. – заместителем начальника Главного управления мелиорации и водного хозяйства при Совете Министров БССР.

В Институте мелиорации заведовал отделом организации производства мелиоративных работ, затем исследовательской группой (1964–76).



ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ БАГРЕЕВ

*Родился 25 октября 1912 г. в г. Юхнове Смоленской обл.
В РККА – с октября 1938 г.
Место призыва – Горецкий р-н Могилевской обл.
Участник Великой Отечественной войны с 1942 г.
Воинские звания – мл. лейтенант, лейтенант.
Место службы – 788 стрелковый полк 214-й стрелковой
Кременчугско-Александровской Краснознаменной, орденов
Суворова, Богдана Хмельницкого дивизии, Сталинградский
фронт, Донской фронт.*

Четырежды ранен: один раз тяжело, трижды легко.

В наградном листе сказано: «В ноябре 1942 г. во время прорыва окружения в районе Сталинграда деревни Нижняя Гнилая со своим взводом ворвался в траншею противника под жаркий гранатный бой, в ходе которого было уничтожено 50 гитлеровцев. Багреевым лично уничтожено 9 немецких солдат. В этом неравном бою он был тяжело ранен и направлен в госпиталь».

В июне 1945 г. представлен к награждению орденом Отечественной войны II степени за мужество и отвагу, проявленные в боях против немецко-фашистских захватчиков: «В боях за д. Паньшино под Сталинградом в августе 1942 г., оставшись с группой бойцов 15 человек, отразил контратаку роты пехоты противника и из ручного пулемета лично убил немецкого офицера и 5 солдат». Евгений Иванович также награжден орденом Отечественной войны I степени (06.04.1985), медалями «За оборону Сталинграда» (22.12.1942), «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За отвагу» (06.08.1946).

После войны защитил кандидатскую диссертацию, работал в нашем институте в отделе освоения мелиорированных земель (1948–1972) старшим научным сотрудником и агрономом.



КОНСТАНТИН АВГУСТОВИЧ ГУЛЕЙЧИК

Родился 22 июля 1903 г. в д. Каменка Узденского р-на Минской обл.

*Дата и место призыва – 7 сентября 1939 г. и июль 1941 г.,
Минский горвоенкомат, г. Минск.*

*Воинское звание – ст. лейтенант. Агроном сельхоз-
отделения Управления тыла 2-й гвардейской танковой армии
Орловского военного округа; Первый Белорусский фронт.*

В Советской армии служил до 3 января 1946 г.

Руководство отметило честный и самоотверженный фронтовой труд Константина Августовича, в частности, в наградном предписании к награждению его орденом Красной звезды (14.09.1945): «Т. Гулейчик на фронте находился с декабря 1943 г., работая в армейском и фронтовом аппарате по специальности. Систематически выполнял специальные задания по обеспечению продовольствием, бывая непосредственно в боевых подразделениях (роты, батареи, батальоны). Он организовывал подсобные хозяйства, применяя все знания как специалист по сельскому хозяйству».

Награжден также медалями «За боевые заслуги» (04.11.1945), «За взятие Берлина», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

В 1946–1952 гг. работал заведующим отделом экономики нашего института, занимался вопросами размещения технических культур травопольных севооборотов на торфяно-болотных почвах. Кандидат сельскохозяйственных наук (1952).



ЮРИЙ ФЕДОРОВИЧ БУРТЫС

Родился 28 марта 1925 г. в Минске.

На фронте – с июля 1944 г. Дата и место призыва – 7 июля 1944 г., Ворошиловский РВК, г. Минск.

Рядовой. Место службы – 294-й гвардейский стрелковый полк 97-й гвардейской стрелковой Полтавской Краснознамённой, орденов Суворова и Богдана Хмельницкого дивизии; 184 гвардейский стрелковый полк, Третий Белорусский фронт.

С декабря 1944 г. по февраль 1945 г. участвовал в наступательных боях. При штурме Кенигсберга 7 февраля 1945 г. был тяжело ранен в две ноги. После штурма города дважды лежал в госпиталях; из хирургического полевого передвижного госпиталя № 470 выбыл 8 февраля 1945 г., а 10 июля 1945 г. – из эвакогоспиталя № 3346.

Инвалид Великой Отечественной войны. Награжден орденом Славы III степени (15.02.1968), орденом Отечественной войны I степени (06.04.1985).

После окончания в 1952 г. Белорусского политехнического института в течение 40 лет работал в сфере гидротехники и мелиорации, в том числе в Институте мелиорации с 1960-го по 1993 г.

Кандидат технических наук (1966).



ФРУМА ЕВНОВНА ГИНБУРГ

Родилась в 1911 г. в Минске.

Участник Великой Отечественной войны.

Награждена медалями «За победу над Германией», «За трудовое отличие», Юбилейной медалью «За доблестный труд (за воинскую доблесть)», орденом Отечественной войны II степени (дата наградного документа – 06.04.1985).

Проработала в Институте мелиорации почти 30 лет в отделах кормовых культур, гидротехнических мелиораций и луговодства (1945–1975).



ДМИТРИЙ АВРАМОВИЧ ЗАБЕЛЛО

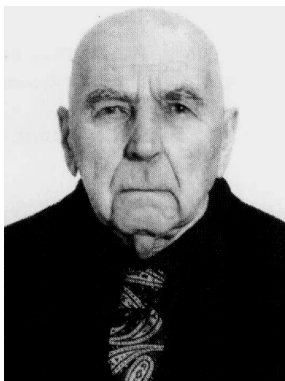
Родился 7 ноября 1903 г. в д. Вороново Кричевского р-на Могилевской обл.

Воинское звание – сержант.

Участник Сталинградской битвы. Служил с 1942 г. в 194-м армейском запасном стрелковом полке 51-й армии Сталинградского фронта, затем на Первом Прибалтийском фронте.

Награжден медалью «За оборону Сталинграда», орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985).

После войны защитил кандидатскую диссертацию (1947) и работал в Институте мелиорации с 1950-х гг. до 1976 г., занимаясь вопросами луговодства.



ГРИГОРИЙ ИОСИФОВИЧ ЛАШКЕВИЧ

Родился 10 октября 1904 г. в д. Остров Кормянского р-на Гомельской обл.

В 1941–1942 гг. находился в эвакуации, работал научным сотрудником Кировской опытной станции. В 1942–45 гг. – в действующей армии.

После демобилизации, с 1945-го по 1971 г., руководил отделом сельскохозяйственного использования мелиорированных земель Белорусского научно-исследовательского института мелиорации и водного хозяйства. Доктор сельскохозяйственных наук (1957), член-корреспондент АН БССР (1961).

Награжден орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985).



АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ РУБАН

Родился 19 сентября 1924 г. в д. Щорсы Новогрудского р-на Гродненской обл.

Дата и место призыва – 5 июля 1944 г., Любчанский райвоенкомат Гродненской обл.

Место службы: 78-й запасной стрелковый полк 127-й стрелковой дивизии, Первый Украинский фронт. Разведчик дивизиона.

Воинские звания – мл. сержант, сержант, капитан.

Вот как описан подвиг Александра Петровича в представлении его к медали «За отвагу» 19 апреля 1945 г., когда армия находилась на подступах к центру Берлина: «При форсировании реки Шпрее батарея стояла на прямой наводке, противник перешел в контратаку. При ее отражении Рубан из автомата убил 8 немецких солдат».

Также награжден орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985), медалями «За взятие Берлина», «За освобождение Праги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.»

В нашем институте Александр Петрович работал почти 40 лет заведующим научно-исследовательской группой, главным инженером в отделе гидротехнических сооружений (1956–1994).



ЕФРЕМ АЛЕКСЕЕВИЧ МАЛЫШЕВ

Родился 23 октября 1911 г. в д. Заполье Копаткевичского р-на Гомельской обл.

С 1942-го по 1944 г. – партизан. Родной брат Героя Советского Союза Федора Алексеевича Малышева, командира диверсионной группы 78-го отряда 125-й Копаткевичской бригады Полесского соединения.

Награжден орденами Отечественной войны II степени (15.08.1944, 06.04.1985).

В 1944–46 гг. работал директором Минской болотной станции. С 1946-го по 1978 г. – в Институте мелиорации (в лаборатории мелиорации переувлажненных минеральных земель).



АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ МИХАЛЬЦЕВИЧ

Родился 15 мая 1925 г. в д. Петровичи Новомышского р-на Брестской обл.

В начале войны был связным партизанского отряда, затем его рядовым бойцом.

Награжден медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» и орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985).

С 1954 г. деятельность Александра Ивановича Михальцевича связана с нашим институтом. Один из ведущих в Беларуси ученых по орошению сельскохозяйственных культур. Кандидат технических наук (1966).



АНТОН ФИЛИППОВИЧ ДАНИЛОВИЧ

Родился 23 августа 1903 г. в д. Лучники Слуцкого р-на Минской обл.

Дата поступления на армейскую службу – 25.03.1933 г.

Воинское звание – техник-интендант 1 ранга.

Место службы – 8 гвардейский стрелковый полк 4-й гвардейской стрелковой дивизии 59-й армии Западного фронта.

Попал в плен 20.06.1942 г., работал на угольной шахте в Чехословакии до освобождения в 1945 г.

Окончил службу в Советской армии 17.09.1945 г.

Награжден медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

С 1946-го по 1970 г. работал в БелНИИ мелиорации и водного хозяйства в отделе кормовых культур. Кандидат сельскохозяйственных наук (1953). Исследовал агротехнические приемы повышения урожайности и устойчивости клевера на торфяно-болотных почвах.



ЕВГЕНИЙ ПЕТРОВИЧ ЮРАЧКА

Родился 9 апреля 1929 г. в д. Бор Пуховичского р-на Минской обл.

В 1943–44 гг. был связным партизанского отряда.

Награжден орденом Отечественной войны II степени (дата наградного документа – 06.04.1985).

После войны работал агрономом, научным сотрудником Могилевской областной сельскохозяйственной станции и нашего института. Кандидат сельскохозяйственных наук (1966).



ЕКИМ МИХЕЕВИЧ БАБИНЦЕВ

Родился 4 сентября 1925 г. в п. Исток Посольского сельсовета Кабанского р-на (Бурятская АССР).

Дата призыва – 08.01.1943 г.

Служил в воинской части 22-го истребительного авиационного полка 12-й воздушной армии Забайкальского военного округа.

Награжден орденом Отечественной войны II степени, медалями «За победу над Японией» и «За боевые заслуги».

Полковник в отставке.

В нашем институте работал начальником штаба гражданской обороны (1976–1991, 1997–2002).



ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ БЫСОВ

Родился 1 января 1923 г. в г. Ворошиловграде (ныне – Луганск) Украинской ССР.

Дата призыва – 24.10.1941.

Место службы – 87-й запасной стрелковый полк 27-й запасной стрелковой бригады 2-й Армии. Служил в Закавказском, Сибирском и Дальневосточном военных округах на офицерских должностях политсостава (1941–1966).

Подполковник в отставке.

Награжден орденом Красной Звезды (20.04.1953), медалью «За боевые заслуги» (20.06.1949).

В Институте мелиорации работал старшим инспектором по кадрам и спецработе, начальником отдела кадров (1966–1983).



АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ КЛЮЧКО

Родился 8 мая 1924 г. в д. Рыбцы Пуховичского р-на Минской обл.

В 1943–44 гг. находился в партизанском отряде, работал помощником машиниста.

Награжден орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985).

В нашем институте в течение почти 20 лет работал главным инженером, заместителем начальника планово-производственного отдела, главным механиком института.



АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ОЛЕЙНИК

Родился 23 июня 1921 г. в с. Зозуленцы Казатинского р-на Житомирской обл.

В 1942–44 гг. служил в партизанском отряде им. Калинина, действовавшем в Плещеницком районе.

Награжден орденом Отечественной войны I степени (06.04.1985).

Работал в Институте мелиорации старшим инженером, заведующим отделом снабжения (1970–1988).



БОРИС ВЕНИАМИНОВИЧ ЮРЧИК

Родился 28 февраля 1923 г. в Минске.

Дата и место призыва – лето 1944 г., Ворошиловский РВК г. Минска.

До 1944 г. находился в партизанском отряде, затем в рядах Советской армии (в 199-м армейском запасном стрелковом полку).

Воинское звание – рядовой.

Награжден орденом Отечественной войны II степени (06.04.1985).

В Институте работал техником, гидротехником, старшим лаборантом в отделе осушения (1946–1983).

НАШИ ЮБИЛЯРЫ



АЛЕКСАНДР ЛЕОПОЛЬДОВИЧ БИРЮКОВИЧ (к 70-летию)

Александр Леопольдович Бирюкович родился 18 апреля 1955 г. в Минске.

Трудовую деятельность начал в 1972 г. рабочим экспериментальной базы «Жодино» Смолевичского р-на. В 1979 г. окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию по специальности «агрохимия и почвоведение» и получил квалификацию ученого агронома.

После окончания вуза работал старшим агрохимиком Витебской областной станции по химизации сельского хозяйства (1979–1982), учился в аспирантуре БелНИИ земледелия (1982–1985), затем работал там младшим, старшим научным сотрудником отдела многолетних трав и луговодства (1985–2002).

В 1989 г. Александр Леопольдович успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Пастбищные травосмеси для овец и их удобрение в условиях супесчаных почв Центральной части БССР».

С 2002 г. по 2017 г. – ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией сенокосов и пастбищ Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси. В 2012 г. ему было присвоено ученое звание доцента по специальности «агрономия». В 2017–2020 гг. работал в РУП «НПЦ Беларуси по земледелию» в должности ведущего научного сотрудника отдела полевого кормопроизводства. С 2020 г. по настоящее время продолжает работу в РУП «Институт мелиорации», с 2021 г. – в должности заведующего лабораторией использования осушенных торфяных и минеральных земель.

Вся научно-исследовательская деятельность Александра Леопольдовича направлена на решение таких актуальных задач, как разработка приемов эффективного использования и окультуривания сельскохозяйственных земель путем адаптивного размещения культур, рациональное применение удобрений и других агротехнических приемов для повышения плодородия и продуктивности осушенных почв. Под руководством А. Л. Бирюковича выполняются важнейшие исследования по комплексу разработок для создания эффективного кормопроизводства на мелиорированных почвах.

Александр Леопольдович – автор 198 научных работ, в том числе 1 монографии (в соавторстве) по проблемам луговодства, кормопроизводства и рационального использования мелиорированных земель.

На протяжении длительного периода он является секретарем совета по защите диссертаций при РУП «Институт мелиорации».

Коллектив института искренне поздравляет Вас, уважаемый Александр Леопольдович, с юбилеем и желает крепкого здоровья, счастья, дальнейших творческих успехов. Пусть удача сопутствует каждому Вашему дню!

• ЧТОБЫ ПОМНИЛИ •



СЕМЕН КОНСТАНТИНОВИЧ РЕВЯШКО (к 100-летию)

Семен Константинович Ревяшко родился 1 июня 1925 г. в д. Гончары Лидского р-на Гродненской обл.

Трудовую деятельность начал в 1944 г. рабочим Барановичского отделения железной дороги, где проработал до 1947 г. В 1953 г. окончил гидромелиоративный факультет Белорусской сельскохозяйственной академии в Горках и получил специальность инженера-гидротехника.

В 1953–1954 гг. работал инженером Пинской экспедиции Белгипроводхоза, затем учился в аспирантуре БелНИИ мелирации и водного хозяйства (1954–1957), после окончания которой работал младшим, старшим научным сотрудником в лаборатории русловых процессов и регулирования водоприемников (1957–1977), старшим научным сотрудником в лаборатории эксплуатации гидромелиоративных систем (1977–1986).

В 1958 г. С. К. Ревяшко защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Допустимые скорости на размыв для песчаных и торфяных грунтов Полесья». Он автор более 30 опубликованных работ по вопросам создания устойчивых на размыв и заиление русел регулируемых рек-водоприемников.

Награжден Почетной грамотой БелНИИ мелирации и водного хозяйства, бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Семен Константинович вписал яркую страницу в историю Белорусского НИИ мелирации и водного хозяйства. Память о трудолюбивом и высокопрофессиональном ученом навсегда останется в сердцах знавших его коллег, а его научные труды всегда будут востребованы новыми поколениями исследователей.



**ГЕОРГИЙ СЕРГЕЕВИЧ
ДРОБОТ
(к 95-летию)**

Георгий Сергеевич Дробот родился 4 апреля 1930 г. в д. Чучевичи Лунинецкого р-на Брестской обл., в самом центре Полесья.

В 1956 г. окончил агрономический факультет Белорусской сельскохозяйственной академии в Горках, получив специальность ученого агронома. Трудовую деятельность начал в том же году в должности главного агронома Коссовской МТС Ивацевичского р-на. Здесь проявились его незаурядные организаторские способности, что явилось началом карьерного роста.

С 1958-го по 1961 г. Г. С. Дробот работал начальником инспекции земледелия отдела семеноводства Брестского областного управления сельского хозяйства, далее – заместителем заведующего и заведующим отделом сельского хозяйства Брестского обкома КПБ (1961–1966 гг.), начальником Барановичского районного управления сельского хозяйства (1966–1969 гг.).

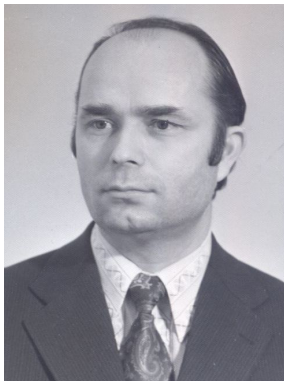
С 1969-го по 1990 г. Георгий Сергеевич – директор Экспериментально-производственного предприятия БелНИИ мелиорации и водного хозяйства. В 1979 г. он защитил кандидатскую диссертацию по теме «Совершенствование обработки старопашотных торфяно-болотных почв», опубликовал более 10 научных работ по способам рациональной обработки торфяных почв.

Под руководством Г. С. Дробота Экспериментально-производственное предприятие обеспечивало решение двух задач: производство овощной продукции для минчан и проведение полевых исследований по разным направлениям НИР в БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

Награжден двумя орденами «Знак почета», Почетными грамотами Минводхоза СССР и Минсельхоза БССР.

Избирался депутатом Ивацевичского и Барановичского районных советов Брестской области, членом Барановичского райкома (1967–1969 гг.) и Брестского обкома (1962–1969 гг.), членом партбюро БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

Георгий Сергеевич всегда отличался высоким профессионализмом, принципиальностью, уважительным отношением к подчиненным, поэтому он заслуженно пользовался большим авторитетом среди сотрудников института.



МИХАИЛ ИВАНОВИЧ СВЯТЦЕВ (к 90-летию)

Михаил Иванович Святцев родился 4 апреля 1935 г. в пос. Зелёный Дуб Рогачевского р-на Гомельской обл.

В 1958 г. окончил торфяной факультет Белорусского политехнического института, получив специальность инженера-механика. С 1958-го по 1962-й г. трудился на торфопредприятии «Красная Беларусь» Быховского р-на Могилевской обл., затем там же – главным инженером; в 1962–1963 гг. – начальником отдела и заместителем главного инженера торфяной опытной станции «Дукора» Института торфа Академии наук БССР. После обучения в аспирантуре АН БССР (1963–1966) Михаил Иванович начал работу в Институте мелиорации и луговодства как младший научный сотрудник.

После защиты диссертации в 1968 г. и получения ученой степени кандидата технических наук он работал старшим научным сотрудником отдела гидротехнических сооружений. В 1976 г. – заведующий отделом патентной службы, внедрения, координации и научно-технической информации, в 1993 г. – заместитель директора по общим вопросам. С 1995 г. по 2007 г. работал ведущим научным сотрудником.

Михаил Иванович опубликовал более 50 научных работ, в том числе методические рекомендации, 2 авторских свидетельства на изобретения и 12 рационализаторских предложений. Его научные исследования связаны со спецификой строительства сельскохозяйственных дорог и других земляных сооружений на торфяных грунтах, анализом их водно-физических и физико-механических свойств, разработкой приборов и оборудования для их определения.

Михаил Иванович Святцев активно участвовал в общественной жизни нашего института: был секретарем комсомольской организации, членом обкома профсоюза, председателем профкома, секретарем партбюро, заседателем народного суда Советского района, депутатом районного совета. Благодаря его инициативе и скрупулезной работе вышла в свет книга, посвященная 95-летию юбилею Института мелиорации.

М. И. Святцев награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР, Почетными грамотами Минводхозов СССР и БССР, БелНИИ мелиорации и водного хозяйства и Академии аграрных наук Республики Беларусь, а также медалью «Ветеран труда», серебряной и бронзовой медалями, дипломами ВДНХ СССР и БССР.

Михаил Иванович Святцев отличался активной жизненной позицией, уравновешенностью и порядочностью, всегда имел принципиальную позицию по разным вопросам. Светлая память о нем как о талантливом ученом и прекрасном человеке навсегда сохранится в сердцах всех его коллег.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнале печатаются оригинальные материалы, не опубликованные ранее в других печатных изданиях.

2. Статья должна быть направлена в редакцию журнала «Мелиорация» в соответствии с **Порядком представления рукописей статей** (см.: <https://niimel.by>, сайт РУП «Институт мелиорации», Журнал «Мелиорация»).

3. Статья должна быть написана на русском языке, а аннотация – на русском и английском языках.

4. Объем статьи должен составлять не менее 14 тыс. печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др., но не более 40 тыс. печатных знаков, включая текст, иллюстрации, таблицы, библиографический список.

5. Представляемые материалы должны иметь следующую структуру:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

аннотацию на указанных языках (500 знаков);

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, где излагается методика исследования, обсуждаются полученные результаты, представляются графики и рисунки;

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

библиографический список.

6. В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по исследуемой проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

7. В Основной части статьи должны содержаться: описание объекта/-ов и метода/-ов исследования, подробное освещение содержания исследований, проведенных автором/-ами. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

8. В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

9. Библиографический список оформляется в соответствии с приказом ВАК Республики Беларусь от 08.09.2016 №206, располагается в конце статьи, источники нумеруются согласно порядку цитирования и заключаются в квадратные скобки (например: [1], [2]). Обязательно указывается общее количество страниц в книге или номера страниц в статье от ее начала до окончания. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

10. Иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

11. Тексты статей набираются кеглем 11, шрифт – Arial Narrow, междустрочный интервал – 1,2, отступ – 1.

12. Электронный вариант следует набирать в *Microsoft Word*, формулы – в формульном редакторе *Office*. Вставку символов выполнять через меню «Вставка\Символ». Выключку вверх и вниз (H2, H1) выполнять через меню «Формат\Шрифт\Верхний индекс», «Формат\Шрифт\Нижний индекс». Латинские буквы набираются курсивом. Греческие буквы и другие математические знаки следует брать из гарнитуры *Symbol*. Математические формулы (lim, sum, ln, sin, Re, Im и т. д.) и цифры набираются прямым начертанием.

13. Рисунки представляются в виде отдельных файлов в формате TIFF или JPEG 300—600 точек на дюйм. Текст на рисунках должен быть набран гарнитурой *Arial*, курсив. Размер кегля соизмерим с размером рисунка (желательно кегль 8). Площадь простых рисунков не должна превышать 100–150 см², размер сложных – не более 130–160 см².

14. Размерность всех величин, используемых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ).

15. Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить в него редакционные правки.