

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.7-17>



УДК 631.432:631.615:631.62:631.674

Исторические и экологические аспекты гидромелиоративных исследований на Кировской лугоболотной опытной станции (к 105-летию образования станции)

© 2024. Н. А. Уланов^{1, 2}, А. Н. Уланов^{1, 2}✉

¹ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Кировская обл., Российская Федерация,

²Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», п. Юбилейный, Оричевский р-н, Кировская обл., Российская Федерация

В статье представлена история зарождения и развития гидромодульных исследований на Кировской лугоболотной опытной станции, их практическое воплощение и экологическое значение при разработке принципов щадящей, почвозащитной и средообразующей системы земледелия на органических почвах в условиях Северо-Востока европейской части РФ. Основным объектом многолетних исследований служил типичный низинный торфомассив «Гадовское», расположенный на территории Котельничской торфяной базы Кировской области. Особое внимание уделяется поиску наиболее эффективных способов регулирования водного режима осушаемых болот, используемых в кормопроизводстве. Установлено, что наиболее оперативным, результативным и экологически безопасным является метод шлюзования, когда дополнительная влага к корнеобитаемому слою подается снизу. Показан наиболее оптимальный диапазон режима грунтовых вод для однолетних и многолетних кормовых трав. Представлена корреляционная зависимость урожайности от степени осушения торфяной залежи. Существенный вклад в мелиоративную науку внесли гидромодульные исследования на выработанных торфяниках Кировской области. На торфомассивах «Гадовское», «Зенгинское», «Бахтинское», «Пищальское» и других изучали химический состав грунтовых и сбросных болотных вод, установлена взаимосвязь водно-физических свойств и водного режима остаточной залежи с пищевым и температурным режимами, а также с коэффициентом водопотребления растений и несущей способностью выработанной почвы. Агроэкологический мониторинг выработанных торфяников, находящихся в культуре более 40–60 лет, показал, что в процессе эксплуатации этих объектов происходит постепенное снижение их продуктивности, обусловленное понижением общего агрофона, частичным и даже полным нарушением гидрологических функций осушительной сети. Чтобы окончательно не потерять эти антропогенные образования из сферы культурного природопользования, необходим, прежде всего, периодический ремонт всей осушительной системы. Дальнейшая перестройка внутри ландшафтной оболочки позволит сконструировать принципиально новые постболотные лесолуговые агроэкосистемы, где могут быть предусмотрены иные альтернативные кормопроизводству направления (охотничье-промысловое, лесохозяйственное, ягодно-лекарственное, грибное и др.).

Ключевые слова: торфяные и выработанные почвы, водный режим, способы регулирования, открытая и закрытая осушительная сеть, биохимическая сработка торфа, пожароопасность, продуктивность культур, удобрения, агроэкологический мониторинг, грунтовые воды

Благодарности: работа выполнена без финансового обеспечения в рамках инициативной тематики.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Уланов Н. А., Уланов А. Н. Исторические и экологические аспекты гидромелиоративных исследований на Кировской лугоболотной опытной станции (к 105-летию образования станции). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(1):7–17. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.7-17>

Поступила: 19.09.2023

Принята к публикации: 15.01.2024

Опубликована онлайн: 28.02.2024

Historical and ecological aspects of hydro-reclamation research at the Kirov Meadow-Swamp Experimental Station

(to the 105th anniversary of the Station's formation)

© 2024. Nikolay A. Ulanov^{1, 2}, Anatoly N. Ulanov^{1, 2}✉

¹Vyatka State Agrrotechnological University, Kirov, Russian Federation

²Kirov Meadow-Swamp Experimental Station – branch Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Kirov, Russian Federation

The article presents the history of the origin and development of hydromodule research at the Kirov Meadow-Swamp Experimental Station, their practical implementation and ecological significance in the development of the principles of a saving, soil-protective and environment-forming system of agriculture on organic soils in the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation. The main object of long-term research is a typical lowland peatland «Gadovskoye», located on the territory of the Kotelnich peat base of the Kirov region. Special attention is paid to the search for the most effective ways to regulate the water regime of drained swamps used in feed production. It has been established that the most operational, efficient and environmentally friendly method is sluicing, when additional moisture is supplied to the root layer from below. The most optimal range of groundwater regime for annual and perennial forage grasses is shown. The correlation dependence of yield on the degree of drainage of peat deposits is presented. A significant contribution to the reclamation science was made by hydromodule studies on the cutover bogs of the Kirov region. The chemical composition of groundwater and waste swamp waters has been studied on the «Gadovskoye», «Zenginskoye», «Bakhtinskoye», «Pishchalskoye» peatlands, and others, the relationship of the water-physical properties and water regime of the residual deposit with food and temperature regimes, as well as with the coefficient of water consumption of plants and the bearing capacity of the soil of cutover bogs has been established. Agroecological monitoring of the developed peatlands, which have been in culture for more than 40–60 years, shows that during the operation of these facilities there is a gradual decrease in their productivity, due to a decrease in the total agricultural background, partial and even complete violation of the hydrological functions of the drainage network. In order not to completely lose these anthropogenic formations from the sphere of cultural nature management, it is necessary, first of all, periodic repairs of the entire drainage system. Further restructuring within the landscape shell will make it possible to construct fundamentally new post-swamp forest-meadow agroecosystems, where other alternative fields to forage production (hunting, forestry activity, berry-official, mushroom, etc.) can be provided.

Keywords: peat and developed soils, water regime, methods of regulation, open and closed drainage network, biochemical response of peat, fire hazard, crop productivity, fertilizers, agroecological monitoring, groundwater

Acknowledgement: the work was done without financial support in the framework of the initiative topics.

The authors thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Ulanov N. A., Ulanov A. N. Historical and ecological aspects of hydro-reclamation research at the Kirov Meadow-Swamp Experimental Station (to the 105th anniversary of the Station's formation). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(1):7–17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.7-17>

Received: 19.09.2023

Accepted for publication: 15.01.2024

Published online: 28.02.2024

В мае 2023 года исполнилось 105 лет со дня основания Кировской лугоболотной опытной станции (филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»). Независимо от ведомственной принадлежности станции, основным направлением исследований является разработка научных основ кормопроизводства в условиях осушенных торфяников и систем кормления КРС. Однако приоритетным направлением все эти годы было изучение гидрологических особенностей осушаемых болот с целью эффективного управления их водным режимом.

При освоении болотных образований под промышленную торфодобычу или нужды мелиоративного земледелия первоочередной задачей является разовый сброс вековых запасов болотных вод в ближайший водоприемник. Согласно Водному кодексу РФ, болото, как гидрологический объект, на 85–97 % состоя-

щий из воды, относится к водным объектам. Особенность этого природного объекта в том, что более 80 % этих запасов воды не подчиняются закону гравитации, а прочно удерживаются молекулярными и капиллярными силами торфа [1]. Известный болотовед-гидролог А. Д. Дубах, отмечая двоякую особенность болота: «гидрологически торфяное болото есть, несомненно, водоем, эксплуатационно – несомненно, суша», огромное значение придавал именно последнему его состоянию [2]. Даже после незначительного сброса «лишней» воды принципиально меняется экологическое предназначение болота, многократно возрастает хозяйственное значение обнажившегося торфяного месторождения. Из инертного объекта, слабо реагирующего на изменения климатических условий, осушаемое болото, используемое в дальнейшем в качестве почвы, стано-

вится в огромной степени зависящим от деятельности человека и климатических особенностей региона, где оно образовалось.

Степень воздействия на природный гидрологический режим болота зависит от его будущего хозяйственного назначения. Так, при использовании торфяного месторождения, как объекта промышленной торфодобычи, главной задачей является предупреждение загораний торфа. В условиях незащищенности «торфяного тела» растительностью высокая его пожароопасность дело частое и обычное [1, 3]. Поэтому степень осушения здесь соизмеряется с несущей способностью торфяной залежи, обеспечивающей безопасное передвижение механизмов и машин, участвующих в технологии торфоизвлечения. Обычно для низинных типов залежи уровень грунтовых вод (УГВ) не рекомендуют опускать ниже 20–30 см. В случае переосушки, возврат воды из водоприемников обратно на территорию торфодобычи практикуют через систему водоперекачивающих станций. При использовании осушаемого болота в сельскохозяйственном или лесном производстве норма осушения диктуется биологическими требованиями возделываемых культур и она, как правило, значительно выше [1].

Вся история Кировской лугоболотной опытной станции неразрывно связана с использованием осушаемых болот под кормовые, овощные, технические, а в последствие и под лесные культуры. Осушение торфомассива «Гадовское» – основного объекта исследований, было начато в 1918 году. Сравнительно хороший уклон поверхности болота и наличие низко расположенного водоприемника – р. Быстрица, благоприятствовало проведению осушительных работ и давало возможность снизить уровень почвенно-грунтовых вод на требуемую для растений глубину [4].

Первый канал длиной 1,5 км был выполнен вручную жителями близлежащей д. Ключи. В дальнейшем каналы прокладывали на расстоянии 50–60 м друг от друга. Из-за отсутствия спецмашин работы по осушению велись крайне медленно. Тем не менее, во второй половине 20-х годов начались исследования по изучению влияния УГВ на различные виды сельскохозяйственных культур [5, 6]. В 1932 году на базе Вятской опытно-мелиоративной станции создали «Гидромодульный отдел», что позволило на юго-восточной части торфомассива

осуществить серию исследований по изучению способов первичного осушения болот. Первые опыты по определению эффективности жердяного дренажа, заложенного на глубину 1 м через 21, 32, 45, 64 и 80 м, проводили на одном из пастбищных участков. Было установлено, что с увеличением частоты расположения дренажа грунтовые воды опускались на 7–15 см [7]. Уже тогда, в период с 1932 по 1940 год, было отмечено, что односторонний сброс болотных вод в отдельные годы приводит к жесткому дефициту влаги и снижает урожайность многолетних трав, особенно во второй период вегетации.

В конце 40-х годов, когда станция входила в состав Всесоюзного НИИ болотного хозяйства (г. Минск), проводились первые опыты по регулированию водного режима путем дождевания и шлюзования. На пастбищном травостое изучали оросительную норму 500 м³/га (при двукратном поливе норма 250 м³/га). Наибольший эффект от этого приема (урожайность в 1,5–1,7 раза выше по отношению к контролю без орошения) был получен при сочетании полива и полной дозы минеральных удобрений N₄₅P₃₀K₆₀ [7]. Спустя многие годы, к приему дождевания вернулись вновь. Так, в исключительно засушливых условиях 1972–1974 гг. эффективность полива проверяли на пастбищном травостое, который использовался в режиме трех циклов стравливания [8]. Полив осуществляли после второго стравливания дальнеструйной установкой ДДН-70 нормой 300 м³/га и на фоне азотного удобрения в дозе 60 кг/га д. в. В результате полива урожайность трав увеличилась, в зависимости от слоя торфа, в 2,5–5,5 раза. Кроме этого, орошение позволило более равномерно распределить зеленую фитомассу по циклам стравливания: 30:34:36 %. Следует отметить, что глубина промачивания почвы, даже при двукратном поливе, не превышала 8–14 см. При поливе торфяной почвы необходимо учитывать одно обстоятельство – при подаче воды сверху происходит резкое увеличение биохимической сработки торфяной залежи. А этот процесс, согласно концепции шадящего земледелия, необходимо максимально сдерживать. Водобалансовые наблюдения показали, что при поливе в жаркую ветреную погоду значительная часть поливной воды (до 20–30 %) испаряется. Особенно часто непродуктивные

потери воды отмечали на старосеянных задер-
нелых участках с пересошим верхним слоем
профиля. В конце 60-х – начале 70-х годов
в целях эффективного использования мине-
ральных удобрений и увеличения количества
стравливания травосмеси была организована
система орошения всей территории долго-
летнего культурного пастбища (ДКП) – 160 га.
Применяли короткоструйные установки «Вол-
жанка», была построена вся необходимая инфра-
структура: водопроводы, насосная станция, для
водоснабжения на базе магистрального канала
возле старого поселения работников станции
(р. Чернушка) был выкопан пруд с максимальной
глубиной 2,5–3,0 м. К сожалению, все это про-
существовало недолго. Выяснилось, что для
обеспечения пастбищных трав необходимым
количеством влаги вполне достаточно ее зимне-
весенних запасов в почве, а эксплуатация
самой системы оказалась очень затратной.
В течение 2-3 лет всё оборудование было
демонтировано, так и не окупившись.

Альтернативным и не менее эффектив-
ным способом регулирования водного режима
осушенных торфяников является шлюзование.
Система шлюзов обеспечивает сброс избытка
воды в весенний период, что позволяет проводить
полевые работы в оптимальные сроки (обра-
ботка почвы, посев, начало выпаса и другие).
В период формирования урожая шлюзование
позволяет поддерживать оптимальный УГВ
для разных культур. Первую серию опытов по
шлюзованию пастбищ проводили И. А. Лобанов,
М. М. Карчевский, А. Г. Трестман в конце 30-х
годов прошлого столетия [9, 10, 11]. Исполь-
зовались весьма примитивные самодельные
задвиги в деревянном исполнении, однако
и эти устройства обеспечивали прибавку урожая
на 17–21 % пастбищной травосмеси, кг/га:
полевица белая (10), овсяница луговая (15),
овсяница красная (15), клевер белый (15),
тимофеевка луговая (15), мятлик луговой (30).
В 1973 году попытки регулировать водный
режим путем шлюзования глубоко осушенных
участков (УГВ – 300 см) были предприняты
Н. П. Фоминых. Впервые в условиях торфяных
почв была изучена оперативность работы шлюза,
т. е. время полного заполнения водой регули-
руемого участка, которое составило 8–10 дней,
УГВ при этом удалось поднять на 90–100 см.

Изучение эффективности закрытого
дренажа было продолжено в 50–60-е годы на
участках невыработанной части торфомассива

«Гадовское» с разной степенью осушения и
оторфованности. Помимо жердяного дренажа,
изучали действие фашинного, кротового, щеле-
вого, дощатого, каменного, гончарного и других.
В разные годы в этом направлении работали
М. Я. Лапицкий, Д. И. Козлов (1948–1952 гг.),
А. И. Федоров (1952 г.), А. А. Исполинов
(1950–1955 гг.), Ф. В. Игнатенко (1953–1955 гг.).
Способы регулирования водного режима путем
закрытого дренажа, кроме торфомассива
«Гадовское», изучались и успешно применялись
на торфомассивах «Чашково» и «Бахтинское»
Кировской области. Наибольшее практическое
применение получил кротовый дренаж. Тех-
нологию регулирования поверхностного стока
путем кротового дренажа впервые применили
в колхозе «Прогресс» на Ключевском болоте
[12]. Использовали дренажно-кротовый плуг
ДКН-2 с дренами диаметром 5 и 8 см и расши-
рителями диаметром 10 и 15 см на тяге с трак-
тором С-80. Расстояние между дренами 10–20 м,
глубина заложения – 60 см. В результате на
этом участке (15 га) был получен неплохой
для того времени урожай сена многолетних
трав (6,6 т/га), озимой ржи (2,1 т/га), овса и
ячменя (2,6 т/га). Продолжительность полез-
ного последствия прослеживалась в зависи-
мости от ботанического состава торфа на протя-
жении 2–5 лет. К сожалению, этот прием невоз-
можен на травянисто-древесной залежи из-за
большого количества погребенной древесины.

Огромное внимание уделялось гончар-
ному дренажу, как наиболее перспективному
на тот момент виду. Ведущим специалистом
по изучению этого способа регулирования
водного режима был Ф. В. Игнатенко, рабо-
тавший в 1955–1958 гг. директором станции.
Филипп Васильевич лично руководил всеми
гидромодульными исследованиями. Он изобре-
л, испытал и внедрил в производство бестран-
шейный дренаж, который, после усо-
вершенствования в 1958–1962 гг., успешно
применяли при осушении пойменных лугов
Кировской области.

В 1968–1972 гг. проводили исследо-
вания по изучению эффективности еще одного
вида закрытого дренажа – пластмассового.
В качестве объекта был выбран переувлаж-
ненный участок, используемый под пастбище
и сенокос. Дрены закладывали на глубину
1,0 и 1,5 м через расстояние 15, 30, 45 и 60 м.
В наибольшей степени оптимизации агрофи-

зических показателей почвы (температура, влажность, аэрация) и формированию травостоев способствовало междреннее расстояние 45 и 60 м. Так, урожайность пастбищной смеси с доминированием лисохвоста лугового в среднем за 5 лет увеличилась с 5,4 (в контроле) до 6,6 т/га сухого вещества (СВ) (на регулируемом участке). Понижение УГВ с 87 до 128 см способствовало повышению урожайности укосного травостоя с 6,2 до 7,7 т/га СВ [7, 8, 13]. К сожалению, спустя 50 лет значительная часть дрен была забита торфяным илом и оксидами Fe^{3+} , что существенно снизило их работоспособность.

Особая тема в истории гидромелиоративных работ станции – это идея глубокого осушения болот посредством строительства редкой сети (через 500 м) глубоких каналов (2-3 м), врезанных в минеральное дно торфяной залежи. Предложение было сделано ведущим специалистом в области теории осушения болот профессором А. Д. Брудастовым, эвакуированным в 1941 году на станцию с группой сотрудников отдела осушения Всесоюзного НИИ гидротехники и мелиорации (ВНИИГиМ). Отведение болотных вод в водоприемник осуществляли в то время частой сетью (через 100 м) мелких (0,8-0,9 м) каналов. В этой связи в период 1941–1955 гг. А. А. Исполиновым и В. С. Станкевичем под общим административным руководством и непосредственным участии Я. Я. Бергмана, М. Я. Лапицкого, Д. И. Козлова, А. И. Федорова проводилась сравнительная оценка глубокого и мелкого способов осушения юго-восточной части торфомассива «Гадовское». Необходимо помнить, что станция в этот период организационно входила в состав ВНИИГиМ, поэтому в научном плане все капитальные работы по переустройству осушительной сети проводились под контролем ученых этого института и лично А. Д. Брудастова. В ходе рекультивации частая сеть мелких осушителей была ликвидирована, нарезаны новые более глубокие (до 2,0–2,5 м) магистральные каналы, очищены от затопления устья жердяного дренажа, проведено углубление с выравниванием необходимого уклона основного водособирателя – р. Чернушки. В результате увеличился размер производственных полей, дополнительное осушение проблемных переувлажненных участков позволило в более ранние сроки проводить весенне-полевые

работы, на 15–30 % увеличилась урожайность однолетних и многолетних кормовых культур, особенно травосмесей с доминированием костреца безостого и других корневищных трав.

Исследования по оценке действия и последствий глубокого и мелкого осушения продолжались в разные периоды А. И. Федоровым, Н. И. Чирикиным, Е. Л. Журавлевой, В. М. Мамаевым [7]. Были поставлены уточняющие задачи: установить степень влияния на урожай положения грунтовых вод, их экологически безопасный диапазон, наиболее оптимальный для трав интервал среднесуточных температур воздуха и другие. Анализ 11-летних наблюдений за кострецовым лугом показал, что в разные годы при одном и том же положении УГВ величина урожайности непостоянна. Криволинейная зависимость показывает, что максимальный урожай (9,8 т/га СВ) за два укоса получили при УГВ – 130 см, при более низких и высоких значениях УГВ урожай сена резко снижался. Данные корреляционного отношения указывают на достаточную функциональную зависимость урожая от УГВ. Однако индекс детерминации показал, что только 44 % варьирования показателей урожайности сена костреца безостого обусловлено варьированием УГВ, а 56 % – другими факторами. Кроме того, данные корреляционного отношения указывали на достаточно высокую функциональную зависимость урожая сена костреца безостого от температуры воздуха. Наибольшие урожаи были получены при среднесуточной температуре в пределах 12,7–13,5 °С [7]. Многолетние наблюдения позволили рекомендовать степень осушения для некоторых культур, возделываемых на торфяных почвах. Так, для яровых зерновых (пшеница, овес, ячмень) средний за вегетацию УГВ должен составлять 100–110 см, озимых зерновых (рожь, пшеница) – 110–120 см, овощей и корнеплодов – 120–140 см, кукурузы – 130–150 см, укосных многолетних трав – 90–110 см, пастбищных трав – 120–130 см.

Анализ результатов сравнительной оценки глубокого и мелкого способов осушения показал, что на первых этапах осушительных работ создается видимость явного преимущества работы глубоких каналов, врезанных в песчаное дно болота. В очень стремительном режиме производится односторонний сброс болотных вод на всей осушаемой территории

массива, тем обеспечиваются достаточно высокие прибавки урожая кормовых культур, особенно в периоды с обильными осадками. Однако негативные последствия глубокого осушения для самой торфяной залежи проявились значительно позднее. Так, на одном из участков (10-е поле), осушаемом с 40-х годов каналом глубиной 2,5–3,0 м, длительное стояние грунтовых вод за отметкой ниже 2,0 м привело к необратимой биохимической деградации всего профиля залежи. Большую часть вегетационного периода влажность корнеобитаемого слоя здесь, за редким исключением, не поднималась выше уровня влажности разрыва капилляров (ВРК). Более того, на глубине 70–80 см, куда не проникала влага осадков и отсутствует капиллярная связь с грунтовыми водами, образовалась углеподобная битумообразная торфяная прослойка, разрывающая влагообмен между горизонтами в границах всей торфяной залежи. В структуре многолетних севооборотов на этом участке почти половину занимали однолетние культуры, включая пропашные. Частая обработка почвы на фоне глубокого осушения привела к значительной фракционной перестройке и лавинообразной минерализации органического вещества (ОВ) торфа, спровоцировала эрозионные процессы. За 80 лет пребывания участка в культуре мощность торфяного слоя на нем уменьшилась на 1,2–1,5 м [14, 15].

С начала 70-х годов происходит активное освоение сотрудниками станции выработанных торфяников на торфомассивах «Пищальское», «Гадовское», «Зенгинское», «Бахтинское», «Ключевское» и других. Изучаются различные системы удобрения, дается экологическая оценка видов и сортов новых кормовых культур, их кормовой и семенной продуктивности, создаются многоцелевые укосные травостои, разрабатывается технология первичного освоения и дальнейшего использования этих объектов в кормопроизводстве, производится почвенно-мелиоративное и агрохимическое обследование практически всех выработанных болот Кировской области на предмет их пригодности в народном хозяйстве. Было установлено, что результативность этих работ и технологий напрямую зависит от гидрологической обстановки и возможности управлять водным режимом этих объектов.

В 1973–1985 гг. на торфомассивах «Гадовское» и «Зенгинское» проводили серию опытов по изучению влияния УГВ и остаточного слоя

торфа на водный, воздушный, температурный и пищевой режимы выработанных торфяников [8, 15]. Многолетними наблюдениями на разных объектах установлено, что на выработанных торфяниках водный режим зависит от сочетания трех основных факторов: биологических особенностей культур, слоя остаточного торфа и УГВ. С увеличением слоя торфа от 0 до 120 см в 2,5–3,0 раза возрастают влагозапасы и уменьшаются их колебания в течение сезона. Наиболее благоприятный водный режим формируется на участках со слоем торфа 50–100 см и средним УГВ 70–90 см, наиболее жесткий складывается на торфянисто-глеевых (торф 0–30 см) и полностью сработанных участках. В зависимости от слоя торфа, УГВ и метеоусловий, одновременно в пределах одного массива могут создаваться различные типы водного режима: от периодически десуктивно-выпотного торфяного до периодически промывного [14, 15].

Большое значение для развития теории водопотребления многолетних трав имели лизиметрические исследования. Были изучены основные элементы водного баланса под луговой укосной культурой на выработанной почве с разной степенью осушения и оторфованности, установлен коэффициент водопотребления, изучены размеры потерь элементов питания с фильтрационными водами, определена потребность в дополнительном орошении [8].

В производственных условиях в рамках одного из кормовых севооборотов в 1987–1991 гг. проводились первые опыты по определению ионного состава грунтовых и сбросных вод, величины потерь элементов питания с дренажным стоком. Установлено, что в химическом составе сбросных вод доминирует Ca^{2+} (60–74 мг/л), далее идет Mg^{2+} (14–47 мг/л), NO_3^- (5–50 мг/л), P_2O_5 (0,01–0,07 мг/л). Общая степень минерализации грунтовых вод выше, чем сбросных. В обоих случаях болотные воды по составу характеризуются как гидрокарбонатно-кальциевые [7, 15].

При проведении механизированных работ в условиях гидроморфных почв очень часто возникает проблема их крайне низкой несущей способности, особенно на слабо осушенных участках. Поэтому при проведении полевых работ, без учета этого обстоятельства, образуются глубокие технологические колеи, а также разрушается дернина даже старовоз-

растных травостоев, ухудшается микрорельеф. В 1990–1994 гг. проводились исследования по выявлению степени разрушающего и уплотняющего действия движителей на профиль и дернину участков разной степени осушения, а также влиянию этого фактора на урожайность травостоев. Было установлено, что для снижения негативного воздействия на дернину и урожай старовозрастного травостоя тимopheевки луговой необходимо соблюдать следующие максимально допустимые уровни удельного давления: при УГВ 60–80 см в течение вегетационного периода эта величина должна быть не больше 150 кПа при двух и четырех проходах движителей и 200 кПа при двух проходах; при УГВ 100–120 см – 150–200 кПа при двух проходах [16].

К концу 70-х годов промышленная добыча торфа на многих торфомассивах центральной части Кировской области находилась в стадии завершения. В соответствии с государственной программой рекультивации антропогенно нарушенных ландшафтов, на некоторых выработанных торфяных месторождениях области после реконструкции осушительной сети была построена система двустороннего регулирования водного режима путем оборудования ковшовых затворов переливного типа. Аналогичная система в начале 80-х годов была построена и на выработанных торфяниках торфомассива «Гадовское», на полях последней очереди освоения. Кроме того, в соответствии с проектом «Дальние просторы», в границах всего севооборота №5 научно-производственного стационара предусматривалось строительство с полным набором всех существующих способов регулирования водного режима, включая орошение и закрытый дренаж. Был построен железобетонный оросительный пруд, водопроводы, скважины для обеспечения поливной водой, лабораторный корпус, помещения для насосной станции, энергетических установок и прочая инфраструктура. К сожалению, многие из этих намерений до конца не были реализованы. Все постройки, скважины, водопроводы и оросительные установки со временем были демонтированы. Остались отдельные шлюзы и участки с закрытым дренажем.

Спустя 40 лет, к идее двустороннего регулирования водного режима станция вернулась вновь. За основу были взяты сохранившиеся и исправно работающие шлюзы одного из кормовых севооборотов проекта «Дальние

просторы». Здесь следует отметить, что указанный проект был разработан институтом «Кировгипропроводхоз» более 40 лет назад для территории, недавно вышедшей из-под торфодобычи, т. е. пребывающей в начальной стадии освоения. Согласно технической документации, система двустороннего регулирования водного режима предусматривала высокий эффект и быструю окупаемость затрат. Однако ни научного, ни производственного подтверждения этих расчетных ожиданий за все эти годы не было зафиксировано.

Чтобы проверить задекларированную в начале 80-х годов работоспособность системы шлюзования в ее современном состоянии, начиная с 2013 года, в рамках специальной программы проводили научно-производственный опыт по изучению ее эффективности в условиях старопахотных выработанных торфяников. Подконтрольная зашлюзованная территория – 90 га. Было установлено: 1. КПД шлюзования составляет всего 60–65 %. 2. Полная гидростатическая стабильность водного режима после закрытия шлюза достигается за 9–11 дней, после открытия шлюза – за 4–5 дней. 3. Эффективность шлюзования находится в прямой зависимости от количества осадков и вида культур. Кроме того, установлено, что эффективность удобрительных средств значительно выше при оптимальной влажности почвы. Регулирование водного режима, позволило: на 20–30 % снизить минерализацию органического вещества торфа; на 20–35 дней увеличить продолжительность периода с оптимальной влажностью почвенного профиля; снизить интенсивность позднеосенних и раннеосенних заморозков, а также пожароопасность производственных полей; уменьшить глубину промерзания почвы и ускорить полное оттаивание на 1,5–2,0 недели. К основным факторам, снижающим эффективность и оперативность шлюзования, необходимо отнести огромную, проявившуюся со временем, пестроту агрофизических свойств почвенного покрова, неравномерность рельефа и большую внутрпочвенную инерцию сопротивления движущейся влаги [17].

Таким образом, вся вековая история освоения и сельскохозяйственного использования торфяных и выработанных почв торфомассива «Гадовское» и аналогичных ему объектов базируется на эффективном управ-

лении водным и пищевым режимами, на их умелом сочетании. Потенциал всех агроприемов (сорт, система удобрения, технология обработки и др.) в конечном итоге напрямую зависит от состояния водно-воздушного режима.

В отношении современного состояния гидрологической обстановки торфомассива «Гадовское» ситуация выглядит следующим образом. Территория невыработанной его части, площадью 450 га (севооборот №2), освоение которой началось более 100 лет назад, пребывает в крайне критическом положении. В допустимо работающем режиме, осуществляя круглогодичный сброс дренажных вод, работают лишь два магистральных канала: один, вырытый в 1919 году вручную (р. Чернушка), другой – глубокий (3-4 м), врезанный в подстилающую породу, выполняющий пограничную роль между землями станции и торфодобывающим предприятием «Оричевское» (канал №5). Из картовых каналов-собирателей со своими функциями по максимуму справляются три канала, отводящих сбросные воды с пастбищных участков. Остальные внутренние осушители, особенно примыкающие к молочно-товарным фермам, а также нагорно-ловчая сеть, практически не функционируют. Как результат, около половины невыработанной части торфомассива постоянно переувлажнены.

Состояние осушительной сети на выработанных торфяниках зависит от давности их освоения. Наиболее сложная ситуация на территории первой очереди освоения, начавшегося в середине 60-х годов (севооборот №3). За это время откосы и русло каналов частично разрушились и практически все заросли древесно-кустарниковой растительностью. Многие внутренние каналы не имеют необходимого уклона, поэтому гидрологически не связаны между собой. В условно работающем состоянии находятся один канал-собиратель и два магистральных канала, непосредственно связанных с водоприемником (р. Быстрица). Из-за большого количества строительного материала стремительно размножаются популяции бобров, усложняя ситуацию. На выработанных участках более позднего срока освоения («Дальние просторы»), в результате частичной реконструкции, гидрологическая обстановка более благоприятная. Значительная часть каналов здесь также заросла древесно-кустарниковой растительностью, откосы отдельных каналов разрушены, однако, в целом, осушительная сеть

оперативно осуществляет весенне-летний сброс дренажных болотных вод. Кроме того, имеется возможность восстановить систему шлюзов на этих объектах. В работающем состоянии гончарный дренаж, заложенный в 80-е годы.

Существует общая для выработанных торфяников проблема – это быстрая биохимическая сработка остаточной залежи при любом режиме ее сельскохозяйственного использования. В результате неравномерной сработки и всхолмленного характера болотного дна, разница в минимальных и максимальных отметках поверхности достигает 4 м, т. е. микро-рельеф приобретает форму мезорельефа. Как уже было отмечено, это обстоятельство значительно снижает эффективность управления водным режимом путем шлюзования. На контакте торфяного слоя и подстилающей его минеральной породы в анаэробных условиях практически всегда формируется оглеенный горизонт, мощностью 10–15 см, который приближаясь к корнеобитаемой зоне профиля или выходя на поверхность, в силу низкой водопроницаемости способствует созданию локально застойного водного режима в разных местах производственных полей. По причине низкой несущей способности, эти участки выводятся из пашни и очень быстро зарастают мелколесьем. Ежегодно их количество увеличивается, более того, по этой же причине полностью зарастают целые поля. В итоге качественно меняется структура ландшафта, его кормовая продуктивность, биосферная и экологическая роль [17].

Заключение. В сложившихся обстоятельствах торфяные и выработанные почвы продолжают быть основным средством производства в деятельности Кировской лугоболотной опытной станции – филиале Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса. Агроэкологический мониторинг показал, что без восстановления гидромелиоративных функций и кардинальной перестройки системы удобрения эти природные объекты уже не смогут, как прежде, быть полноценным источником энергонасыщенных кормов. В этой связи возникает естественный вопрос: какие еще альтернативные ресурсы, кроме кормовых, можно получать в создавшихся условиях на этих постболотных лесолуговых агроландшафтах? Зарубежный и отечественный опыт показывает, что у нарушенных торфодобывающей промышленностью болотных экосистем имеется много заслужи-

вающих внимания перспектив в плане их дальнейшего применения. В соответствии с международным проектом «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата» (2011–2018 гг.) выработанные торфяники предлагается повсеместно затопить. В настоящее время проект реализуется в восьми регионах РФ [18]. В этих условиях «экологического обводнения» на некоторых объектах возникает новое активно развивающееся направление – болотное (мокрое) растениеводство [19]. Мы считаем, что такой однозначный подход экологически оправдан лишь в отношении

бесхозных объектов, где поддерживать оптимальный водный режим экономически нецелесообразно. Выработанные земли, где пока еще удастся управлять водным и пищевым режимами, можно успешно использовать под вторичные хвойно-лиственные древостои и для получения так называемых непродуцируемых биологических ресурсов (ягодных, лекарственных, грибных, охотничье-промысловых, кормовых и др.) [20, 21, 22, 23, 24]. Опыт станции показывает, что такой комплексный подход к использованию выработанных торфяников позволяет увеличить общую их биологическую продуктивность в 1,5–2,0 раза.

Список литературы

1. Маслов Б. С. От водного объекта к болотной земле. Болота и биосфера: мат-лы IX Международной школы молодых ученых. Владимир, 2015. С. 93–108.
2. Дубах А. Д. Гидрология болот. М.: Гидрометеиздат, 1944. 228 с.
3. Козлова В. А., Ахметьева Н. П., Михайлов А. В. Химический состав природного и пиролизного торфа. Болота и биосфера: мат-лы IX Международной школы молодых ученых. Владимир, 2015. С. 209–213.
4. Торфяной фонд Кировской области по состоянию разведанности на 1 января 1969 г. М., 1970. 499 с.
5. Якимов В. П. Сельскохозяйственное использование болот Кировской области. Киров: Кировское обл. изд-во, 1942. 101 с.
6. Летковский С. Т. Луговое хозяйство и агротехника зерновых культур на торфяниках. Киров: Краев. изд-во (тип. Местпрома), 1936. 72 с.
7. Чирикин Н. И. Опыт освоения торфяников под культурные пастбища. Гидротехника и мелиорация. 1972;(2):15–19.
8. Зверков Ю. В. Вторая жизнь торфяников. Киров: Волго-Вят. кн. изд-во: Киров. отд-ние, 1982. 80 с.
9. Игнатенко Ф. В. Закрытый дренаж почв. Киров: Кн. изд-во, 1955. 85 с.
10. Игнатенко Ф. В. Закрытый дренаж почв. М.: Колос, 1965. 200 с.
11. Игнатенко Ф. В. Мелиорация земель: учебное пособие. Горки, 1974. 155 с.
12. Исполинов А. А. К вопросу влияния глубины осушения на изменение водно-физических свойств торфяной почвы и урожай трав. Сб. научн. тр. Т. II. Минск: АН БССР, 1953. С. 51–64.
13. Тимофеев А. Ф., Комарова Л. А. Почвы выработанных торфяников Кировской области и их водный режим. Труды ГСХИ. 1971;41:56–58.
14. Уланов А. Н. Регулирование водно-физических и тепловых свойств выработанных торфяников. Сб. научн. тр. Калинин, 1983. С. 116–121.
15. Уланов А. Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2005. 320 с.
16. Шуткин А. Т. Уплотняющее воздействие техники и урожайность трав на выработанных торфяниках. На торфяных почвах: научн. тр. Кировской лугоболотной опытной станции. Киров: типография «Миньон» ВМП «Авитек», 1993. Т. 2. Ч. 2. С. 52–53.
17. Копысов И. Я., Уланов Н. А. Особенности управления водным режимом выработанных торфяников, используемых в кормопроизводстве. Мелиорация и водное хозяйство. 2017;(5):7–12.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30528860> EDN: ZSBQJF
18. Каменнова И. Е., Минаев Т. Ю. Проект «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата». Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: мат-лы Международ. научн.-практ. конф. Тверь, 2018. С. 59–64.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35637199> EDN: XZWWZZ
19. Панов В. В., Кукушкина Е. Е. К вопросу о статусе обводненных торфяников и перспективах промышленного получения на них биомассы тростника. Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: мат-лы Международ. научн.-практ. конф. Тверь, 2018. С. 124–129.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35637252&pf=1> EDN: XZWWQH
20. Метелев Н. Д. Особенности выращивания сосны обыкновенной на выработанных торфяниках торфомассива «Гадовское» Оричевского района, Кировской области. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М., 2018. Вып. 18(66). С. 205–210.
Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

21. Метелев Н. Д. Современное состояние охотничьих ресурсов на территории выработанного торфомассива «Гадовское» в Оричевском районе Кировской области. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М., 2018. Вып. 18(66). С. 237–245.

Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

22. Ершик О. А. Сабельник болотный как перспективное лекарственное растение. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М., 2018. Вып. 18(66). С. 246–250.

Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

23. Кузмичева Н. А. Голубика болотная как перспективное лекарственное растение. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М., 2018. Вып. 18(66). С. 250–254.

Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

24. Метелев Н. Д. Фенологические фазы развития болотных ягодных культур на торфомассиве «Гадовское» в Оричевском районе Кировской области. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М., 2018. Вып. 18(66). С. 261–269.

Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

References

1. Maslov B. S. From the water object to rich land (historical and ecological aspects). Swamps and the Biosphere: Proceedings of the IXth International school of young scientists. Vladimir, 2015. pp. 93–108.

2. Dubakh A. D. Hydrology of wetlands. Moscow: *Gidrometeoizdat*, 1944. 228 p.

3. Kozlova V. A., Akhmet'eva N. P., Mikhaylov A. V. Chemical composition of natural and pyrolysis peat. Swamps and the Biosphere: Proceedings of the IXth International school of young scientists. Vladimir, 2015. pp. 209–213.

4. Peat fund of the Kirov region according to the state of exploration on January 1, 1969. Moscow, 1970. 499 p.

5. Yakimov V. P. Agricultural use of swamps in the Kirov region. Kirov: *Kirovskoe obl. izd-vo*, 1942. 101 p.

6. Letkovskiy S. T. Meadow farming and agrotechnics of grain crops on peatlands. Kirov: *Kraev. izd-vo (tip. Mestproma)*, 1936. 72 p.

7. Chirikin N. I. The experience of developing peatlands for cultural pastures. *Gidrotekhnika i melioratsiya*. 1972;(2):15–19. (In Russ.).

8. Zverkov Yu. V. The second life of peat bogs. Kirov: *Volgo-Vyat. kn. izd-vo: Kirov. otd-nie*, 1982. 80 p.

9. Ignatenok F. V. Closed soil drainage. Kirov: *Kn. izd-vo*, 1955. 85 p.

10. Ignatenok F. V. Closed soil drainage. Moscow: *Kolos*, 1965. 200 p.

11. Ignatenok F. V. Land reclamation: a textbook. Gorki, 1974. 155 p.

12. Ispolinov A. A. On the issue of the influence of the depth of drainage on the change in the water-physical properties of peat soil and the yield of grasses. Collection of scientific papers. Vol. II. Minsk: *AN BSSR*, 1953. pp. 51–64.

13. Timofeev A. F., Komarova L. A. Soils of the developed peatlands of the Kirov region and their water regime. *Trudy GSKhI*. 1971;41:56–58. (In Russ.).

14. Ulanov A. N. Regulation of the water-physical and thermal properties of the developed peatlands. Collection of scientific papers. Сборник научных трудов. Sbornik nauchnykh trudov. Kalinin, 1983. pp. 116–121.

15. Ulanov A. N. Peat and worked-out soils of the southern taiga of the Euro-Northeast of Russia. Kirov: *OAO «Dom pečhati – Vyatka»*, 2005. 320 p.

16. Shutkin A. T. The compacting effect of technology and the yield of grasses on the developed peat bogs. On peat soils: scientific research of the Kirov Meadow-Swamp Experimental Station. Kirov: *tipografiya «Min'on» VMP «Avitek»*, 1993. Vol. 2. Part. 2. pp. 52–53.

17. Kopysov I. Ya., Ulanov N. A. Management features water regime of degraded peatlands used in forage production. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo = Melioration and Water Management*. 2017;(5):7–12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30528860>

18. Kamennova I. E., Minaev T. Yu. Project on "Restoring peatlands in Russia - for fire prevention and climate change mitigation": experiences, prospects and lessons learnt. Problems and prospects of sustainable development of peat industry in Russia: Proceedings of the International scientific and practical Conference. Tver', 2018. pp. 59–64. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35637199>

19. Panov V. V., Kukushkina E. E. On the status of rewetted peatlands and prospects for industrial production of reed biomass on them (*Phragmites australis*). Problems and prospects of sustainable development of peat industry in Russia: Proceedings of the International scientific and practical Conference Tver', 2018. С. 124–129. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35637252&pf=1>

20. Metelev N. D. Features of cultivation of scots pine on peatlands of peatmass «Gadovskoe» Oriчевsky district, Kirov region. Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific papers. Moscow, 2018. Iss. 18(66). pp. 205–210.

URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

21. Metelev N. D. Modern state of hunting resources the territory of the developed thomasina «Gadovskoe» in Orichovsky district of the Kirov region. Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific papers. Moscow, 2018. Iss. 18(66). pp. 237–245.

URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

22. Yorshik O. A. Potentilla marsh as a promising medicinal plant. Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific papers. Moscow, 2018. Iss. 18(66). pp. 246–250.

URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

23. Kuzmicheva N. A. Blueberry swamp as a promising medicinal plant. Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific papers. Moscow, 2018. Iss. 18(66). pp. 250–254.

URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

24. Metelev N. D. Phenological phases of development of marsh berry crops on thomasine «Gadovskoe» in Orichovsky district of the Kirov region. Multifunctional adaptive feed production: collection of scientific papers. Moscow, 2018. Iss. 18(66). pp. 261–269.

URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-18-66.pdf>

Сведения об авторах

Уланов Николай Анатольевич, кандидат с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Октябрьский пр-т, д. 133, г. Киров, Российская Федерация, 610017, e-mail: info@vgatu.ru; старший научный сотрудник, Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», д. 33, п. Юбилейный, Оричевского р-на, Кировской обл., Российская Федерация, 612097, e-mail: bolotoagro50@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7954-0411>

Уланов Анатолий Николаевич, доктор с.-х. наук, профессор, Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», д. 33, п. Юбилейный, Оричевского р-на, Кировской обл., Российская Федерация, 612097, e-mail: bolotoagro50@mail.ru; ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Октябрьский пр-кт, 133, г. Киров, Российская Федерация, 610017, e-mail: info@vgatu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3265-3254>

Information about the authors

Nikolay A. Ulanov, PhD in Agricultural Science, associate professor, Vyatka State Agrotechnological University, Oktyabrsky pr-kt, 133, Kirov, Russian Federation, 610017, e-mail: info@vgatu.ru; senior researcher, Kirov Meadow-Swamp Experimental Station – branch Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, 33, Yubileiny settlement, Orichovsky district, Kirov region, Russian Federation, 612097, e-mail: bolotoagro50@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7954-0411>

Anatoly N. Ulanov, DSc in Agriculture, professor, Kirov Meadow-Swamp Experimental Station – branch Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, 33, Yubileiny settlement, Orichovsky district, Kirov region, Russian Federation, 612097, e-mail: bolotoagro50@mail.ru; Vyatka State Agrotechnological University, Oktyabrsky pr-kt, 133, Kirov, Russian Federation, 610017, e-mail: info@vgatu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3265-3254>

✉ – Для контактов / Corresponding author