

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Сборник научных трудов по материалам  
Международной научно-практической конференции  
студентов, магистрантов и аспирантов

Горки, 20 мая 2025 г.

Горки  
Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия  
2025

УДК 001.895:626.8(06)

ББК 38.778 я43

И66

Редакционная коллегия:

Ю. Н. Дуброва (гл. ред.), О. П. Мешик

А. С. Кукреш (отв. секретарь)

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. И. Желязко;

кандидат технических наук, доцент В. В. Дятлов

**И66 Инновационные подходы в мелиорации земель и строительстве** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов / редкол.: Ю. Н. Дуброва (гл. ред.). – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2025. – 144 с.  
ISBN 978-985-882-701-4.

В сборнике приведены научные статьи студентов, магистрантов, аспирантов, представленные на конференции «Инновационные подходы в мелиорации земель и строительстве».

Ответственность за достоверность предоставленной информации несут авторы. Предназначен для студентов, магистрантов и аспирантов, занимающихся научно-исследовательской деятельностью.

УДК 001.895:626.8(06)

ББК 38.778 я43

ISBN 978-985-882-701-4

© Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия, 2025

УДК 628.1

**Бараченя А. Н.**, студентка 2-го курса

## **ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ БЕЛАРУСИ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Водные ресурсы играют ключевую роль в экосистеме и экономике Беларуси. Однако в последние десятилетия усиливается антропогенное воздействие на водные объекты, что приводит к их загрязнению и деградации.

Вода – один из важнейших природных ресурсов, от которого зависит экологическое благополучие и здоровье населения. Беларусь обладает значительными водными ресурсами, включающими более 20 тысяч рек, 10 тысяч озёр и множество искусственных водоёмов. Однако в последние десятилетия водные объекты страны сталкиваются с серьёзными проблемами загрязнения, вызванными промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами. В данной статье рассматриваются основные источники загрязнения, их последствия и возможные пути решения экологических проблем [1].

**Цель работы** – изучить проблему загрязнения водных источников Беларуси

**Основная часть.** Проблемы загрязнения водных источников; пути решения.

Основные источники загрязнения водных ресурсов Беларуси:

Промышленные стоки – предприятия химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности сбрасывают в водоёмы тяжёлые металлы, нефтепродукты, органические соединения и другие вредные вещества.

Многие предприятия (химические, нефтеперерабатывающие, целлюлозно-бумажные) сбрасывают в водоёмы токсичные вещества: тяжёлые металлы (свинец, ртуть, кадмий); нефтепродукты; синтетические соединения. Пример: Загрязнение реки Свислочь промышленными отходами Минска [2].

Сельское хозяйство – использование минеральных удобрений и пестицидов приводит к попаданию нитратов, фосфатов и других химикатов в реки и озёра, вызывая эвтрофикацию.

Эвтрофикация (от др.-греч. εὐτροφία – хорошее питание) – насыщение водоёмов биогенными элементами, сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов.

Избыточное использование удобрений и пестицидов → попадание нитратов и фосфатов в воду → эвтрофикация (цветение воды, гибель рыбы).

Стоки с животноводческих ферм (органические загрязнения, патогенные бактерии).

Коммунальные сточные воды – недостаточно очищенные бытовые стоки содержат органические загрязнители, моющие средства и патогенные микроорганизмы.

Недостаточная очистка бытовых стоков → попадание в реки моющих средств, органики, микропластика.

Устаревшие очистные сооружения в малых городах и сёлах.

Транспорт и нефтепродукты – утечки ГСМ, аварии на нефтепроводах и ливневые стоки с дорог загрязняют водоёмы нефтепродуктами.

Разливы нефтепродуктов при авариях на АЗС и нефтепроводах.

Загрязнение ливневыми стоками с автодорог.

Твёрдые бытовые отходы – несанкционированные свалки вблизи водоёмов способствуют попаданию токсичных веществ в воду.

Свалки в водоохраных зонах → попадание токсинов в грунтовые воды.

Пластиковый мусор в реках (особенно проблема для Немана и Днепра [3]).

Наиболее загрязнённые водные объекты среди наиболее проблемных водных источников Беларуси можно выделить реку Свислочь (протекает через Минск) – загрязняется промышленными и коммунальными стоками, река Неман – страдает от сбросов предприятий Гродненской области, река Днепр – подвержена влиянию сельскохозяйственных стоков, озёра в районе Браславской группы – эвтрофикация из-за избытка удобрений [2].

Последствия загрязнения проявляются в виде ухудшения качества питьевой воды, что приводит к росту заболеваний (аллергии, болезни ЖКТ, онкология), гибель водных экосистем, приводящая к сокращению численности рыб (исчезновение стерляди в Днепре), экономические убытки, выливающиеся в виде затрат на очистку воды, и снижение туристической привлекательности, трансграничные проблемы – загрязнение рек (Западная Двина, Припять) [4].

Серьезность ситуации усугубляется тем, что загрязнение водных ресурсов приводит к целому ряду негативных последствий, а именно ухудшению качества питьевой воды, снижению биологического разнообразия, нарушению естественных экологических процессов, экономическим потерям.

Особую тревогу вызывает процесс эвтрофикации водоемов, вызванный избыточным поступлением биогенных элементов, а также накопление в водной среде опасных химических соединений.

Для снижения загрязнения водных ресурсов необходимо: внедрение экологически безопасных технологий в сельском хозяйстве (биологические удобрения, капельное орошение); ужесточение экологического законодательства и контроль за его соблюдением; развитие системы мониторинга качества воды в реальном времени; экологическое просвещение населения для снижения антропогенной нагрузки; модернизация очистных сооружений и внедрение современных технологий очистки сточных вод; повышать экологическую грамотность населения, вовлекая граждан в защиту водных ресурсов.

**Заключение.** Таким образом, загрязнение водных источников Беларуси представляет собой серьёзную экологическую проблему, требующую незамедлительных и системных решений. Основными источниками загрязнения остаются промышленные стоки, сельскохозяйственные отходы, коммунальные сточные воды и несанкционированные свалки. В результате ухудшается качество питьевой воды, гибнут водные экосистемы, а экономика несёт значительные убытки.

Только комплексный подход, включающий государственное регулирование, научные разработки и общественные инициативы, позволит сохранить водные ресурсы Беларуси для будущих поколений. Чистые реки и озёра – это не только залог здоровья нации, но и важный фактор устойчивого развития страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года / Утверждена Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ 11.08.2011. – № 72-Р. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: [strateg\\_fin\\_08\\_2011 \(1\).pdf](#). – Дата доступа: 04.05.2025.
2. Вильчицкий, П. Водные ресурсы Республики Беларусь: состояние и использование. [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.voda.na.by/index.files/95.htm>. – Дата доступа: 08.05.2025.
3. Основные показатели водопользования в Республике Беларусь / Информационный бюллетень ЦНИИКИВР. – 2012.
4. Седлухо, Ю. Состояние, проблемы и перспективы охраны поверхностных водоемов от загрязнения сточными водами / Ю. П. Седлухо // Вода: научно-технический журнал для специалистов Министерства жилищно-коммунального хозяйства. – 2010. – № 9. – С. 5–9.

УДК 628.112(476.1)

**Бараченя А. Н.**, студентка 2-го курса  
**РОДНИКИ СОЛИГОРСКОГО РАЙОНА**

*Научный руководитель – Боровиков А. А., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Родники – это природные источники подземных вод, выходящие на поверхность земли. Они играют важную роль в экосистеме, обеспечивая чистой водой реки, озера и подземные водоносные горизонты. Солигорский район, расположенный в центральной части Беларуси, обладает уникальными гидрологическими ресурсами, среди которых особое место занимают родники. Эти природные источники подземных вод не только формируют водный баланс территории, но и представляют значительную культурно-историческую ценность. В условиях возрастающей антропогенной нагрузки изучение и сохранение родников приобретает особую экологическую и социальную значимость.

**Цель работы** – изучить особенности родников Солигорского района, их гидрологическую роль, экологическое состояние и значение для местного населения.

**Основная часть.** Формирование родников – это сложный гидрогеологический процесс, зависящий от взаимодействия геологических, тектонических и климатических факторов.

Гидрогеологические условия формирования родников определяются комплексом геологических, тектонических и климатических факторов, обуславливающих циркуляцию подземных вод и их выход на поверхность. Родники, как естественные выходы подземных вод, возникают в местах пересечения водоносных горизонтов с земной поверхностью или гидрогеологическими окнами.

Формирование родников тесно связано с литологическим составом горных пород. Водопроницаемые породы, такие как пески и гравий, способствуют инфильтрации атмосферных осадков и формированию водоносных горизонтов. Непроницаемые породы, такие как глины и сланцы, служат водоупорными слоями, ограничивающими распространение подземных вод и направляющими их к местам разгрузки.

Тектонические нарушения, такие как разломы и трещины, играют важную роль в формировании родников. Они служат путями миграции подземных вод, обеспечивая связь между различными водоносными горизонтами и способствуя их выходу на поверхность.

Климатические условия, в частности, количество атмосферных осадков и температура воздуха, оказывают непосредственное влияние на формирование родников. Высокая интенсивность осадков способствует увеличению запасов подземных вод и, следовательно, увеличению дебита родников.

Солигорский район находится в пределах Припятского Полесья, где преобладают песчаные и супесчаные отложения, способствующие активному водообмену. Основные типы родников в районе: нисходящие – образуются на склонах холмов и балок; восходящие – встречаются реже, обычно связаны с напорными водоносными горизонтами. Родники питают малые реки, такие как Случь, Талька и другие, поддерживая водный баланс региона.

Наиболее известные родники Солигорского района:

- родник святителя Николая Чудотворца. Находится в г. п. Красная Слобода, 100 м на Юг от моста через р. Вызенка. Родник известен с древних времён, 15 января 2017 г. освящён в честь святителя Николая Чудотворца. Над родником сооружён каптаж из камней, находящийся под открытой часовней;

- родник в деревне Метявичи. Расположен в канаве, спуск к нему оборудован крутыми лестницами с насыпи дороги и в канаву. Родник восходящего типа, вода отводится через трубу, попадает в мелиоративный пруд, через который при помощи насосной станции сбрасывается в Солигорское водохранилище;

- родники в районе д. Тычины. По результатам лабораторных испытаний от 12 января 2022 г., образцы воды родников № 1 и № 2 в районе д. Тычины и родника в районе зоны отдыха «Ковалева Лоза» соответствуют санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам.

Родники Солигорского района – неотъемлемая часть белорусской традиционной культуры. Они являются местами проведения обрядов и праздников и объектами народных легенд и преданий.

**Заключение.** Родники Солигорского района – ценные природные объекты, требующие охраны и рационального использования. Для их сохранения необходимо: усилить контроль за качеством воды; запретить хозяйственную деятельность в водоохраных зонах; развивать экотуризм с учетом природоохранных норм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр Республики Беларусь. – Минск, 2022.
2. Отчет о состоянии окружающей среды Минской области. – 2023.
3. Полевые исследования кафедры гидрологии БГУ (2022–2024 гг.).
4. Материалы Солигорского районного исполнительного комитета.

УДК 556.34

**Бараченя А. Н.**, студентка 2-го курса

## **ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЫЖОК В ПРИЗМАТИЧЕСКОМ РУСЛЕ**

*Научный руководитель – Боровиков А. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Гидравлический прыжок – это явление резкого изменения глубины потока с переходом от сверхкритического (бурного) течения к докритическому (спокойному). Этот процесс сопровождается интенсивным перемешиванием воды, образованием вихрей и значительными энергопотерями. Гидравлический прыжок играет важную роль в гидротехнике, поскольку используется для гашения избыточной кинетической энергии потока в водосбросных сооружениях, каналах и других гидравлических системах.

Изучение гидравлического прыжка в призматических руслах (руслах постоянной формы и сечения) позволяет определить его параметры, такие как высота прыжка, длина зоны смещения и преобразования энергии. Эти данные необходимы для проектирования безопасных и эффективных гидротехнических сооружений.

В данной статье рассматриваются основные теоретические положения, описывающие гидравлический прыжок в призматическом русле, анализируются условия его возникновения и приводятся практические примеры применения этого явления в инженерной практике.

**Цель работы** – изучить гидравлический прыжок в призматическом русле.

**Основная часть.** Гидравлический прыжок в призматическом русле представляет собой сложное гидродинамическое явление, возникающее при переходе потока жидкости из сверхкритического состояния ( $Fr > 1$ ) в докритическое ( $Fr < 1$ ). Этот переход характеризуется резким увеличением глубины потока и интенсивной диссипацией энергии.

Принцип работы гидравлического прыжка обусловлен законом сохранения импульса. В условиях, когда поток сталкивается с препятствием или резким увеличением глубины, происходит трансформация кинетической энергии в потенциальную, что приводит к формированию скачка глубины. Этот скачок сопровождается образованием интенсивной турбулентности и вихревых структур, обеспечивающих преобразование энергии.

Для анализа гидравлического прыжка используются два ключевых уравнения:

$$Q = v_1 \cdot h_1 \cdot b = v_2 \cdot h_2 \cdot b, \quad (1)$$

где  $v_1, v_2$  – скорости до и после прыжка;  
 $h_1, h_2$  – глубины до и после прыжка;  
 $b$  – ширина русла.

Уравнение количества движения (Белланже). Упрощённое уравнение для прямоугольного русла:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + 8 Fr_1^2} - 1 \right), \quad (2)$$

где  $Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{gh_1}}$  – число Фруда перед прыжком.

Эти уравнения позволяют определить соотношение глубин до и после прыжка и оценить потери энергии.

#### Гидравлические прыжки классифицируются по числу Фруда

Тип прыжка	Число Фруда $Fr_1$	Характеристика
Слабый (колеблющийся)	1–1,7	Плавный переход, слабая турбулентность
Умеренный	1,7–2,5	Устойчивая форма, заметные волны
Оптимальный	2,5–4,5	Наиболее эффективное гашение энергии, устойчивая структура
Сильный (бурный)	4,5–9	Интенсивная турбулентность, значительные потери энергии
Разрушительный	>9	Хаотичное течение, сильное разбрызгивание, опасность разрушения русла

Для расчёта параметров гидравлического прыжка применяются аналитические, численные и экспериментальные методы. Аналитические методы основаны на законах сохранения массы, импульса и энергии, что позволяет получить уравнения, связывающие глубины до и после прыжка, а также потери энергии.

Численные методы, такие как конечно-разностные и конечно-элементные методы, позволяют более детально моделировать течение жидкости в области гидравлического прыжка, учитывая турбулентность и сложные геометрические условия. Эти методы требуют значительных вычислительных ресурсов, но предоставляют более точные результаты по сравнению с аналитическими методами.

Экспериментальные методы включают проведение лабораторных исследований на гидравлических стендах для измерения параметров прыжка, таких как глубина, скорость и потери энергии. Полученные экспериментальные данные используются для верификации аналитических и численных моделей. Комбинация различных методов позво-

ляет получить наиболее полное и достоверное представление о характеристиках гидравлического прыжка.

Основные параметры прыжка: глубина после прыжка  $h_2$  – определяется по уравнению Белланже; длина прыжка  $L$  – по эмпирическим формулам, например  $L \approx 6(h_2 - h_1)$ ; потери энергии  $\Delta E$  – вычисляются через разность удельных энергий до и после прыжка.

Гидравлический прыжок находит широкое применение в различных инженерных областях.

Гидравлический прыжок эффективно рассеивает кинетическую энергию потока, предотвращая эрозию русла и повреждение гидротехнических сооружений. В частности, в водосбросных сооружениях плотин и каналах, где скорость потока высока, применение гидравлического прыжка позволяет безопасно снизить энергию воды перед сбросом в приемный бассейн.

В системах водоснабжения и канализации гидравлический прыжок может применяться для смешивания химических реагентов с водой или сточными водами. Эффективное перемешивание, обеспечиваемое турбулентностью, возникающей при гидравлическом прыжке, способствует равномерному распределению реагентов и повышает эффективность процессов очистки.

В гидравлическом прыжке происходит интенсивное перемешивание воды с воздухом, что способствует повышению содержания растворенного кислорода. Этот процесс важен для поддержания жизнедеятельности водных организмов и улучшения качества воды в реках и каналах.

**Заключение.** Гидравлический прыжок – важное явление в гидравлике, используемое для управления энергией потока. Его расчёт и проектирование основаны на уравнениях неразрывности и количества движения. В зависимости от числа Фруда прыжок может иметь разную интенсивность, что учитывается при проектировании гидротехнических сооружений. Применение гидравлического прыжка позволяет повысить безопасность и долговечность конструкций, связанных с быстротекущими потоками воды. Практическое применение гидравлического прыжка в гидротехническом строительстве способствует повышению надежности и долговечности сооружений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чугаев, Р. Р. Гидравлика / Р. Р. Чугаев. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 672 с.
2. Киселев, П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П. Г. Киселев. – М.: Энергия, 1972. – 456 с.
3. Алытшкуль, А. Д. Гидравлические сопротивления / А. Д. Алытшкуль. – М.: Недра, 1982. – 224 с.

УДК 628.16

**Бурдыко М. С.**, студент 4-го курса

## **СООРУЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

Сооружения, на которых производится обработка сточных вод за счет использования процессов процеживания, включают: решетки, песколовки, отстойники.

Решетки для обработки сточных вод включают ряд видов, отличающихся по размерам прозоров и соответственно по степени задержания примесей, которая ими обеспечивается, а также в зависимости от подвижности элементов для задержания отбросов, направления движения сточной воды через решетку (рис. 1).



Рис. 1. Грабельная решетка

Сооружения, на которых производится отделение от сточных вод твердых и жидких примесей за счет использования процессов отстаивания, включают подгруппы песколовок. Основным параметром, характеризующим процесс отстаивания, является скорость осаждения или всплытия твердых или жидких примесей в воде в статических условиях. Скорость осаждения их зависит от ряда факторов: размера частиц примесей, их формы, плотности, скорости движения воды, от условий обтекания и сопротивления среды и т. д. Песколовки устроены таким образом, что в них осаждаются примеси с большей гидравлической крупностью, преимущественно минерального происхождения. Классификация песколовок базируется на их конструктивном исполнении с учетом направления движения сточной воды в них. Так, различают горизонтальные песколовки с прямолинейным и круговым

движением воды, вертикальные, тангенциальные и аэрируемые песколовки.



Рис. 2. Горизонтальная песколовка скребкового типа

Последние, как правило, представляют собой удлиненный резервуар с продольным движением сточной воды, которой придается винтовое движение за счет аэрации. Кроме того, в зависимости от способа удаления задержанного песка различают песколовки с механическим удалением песка и его удалением вручную.

В отстойниках происходит задержание частиц с меньшей гидравлической крупностью в сравнении с песколовками (как правило, это примеси органического происхождения). Классификация отстойников более сложная, нежели песколовок. Отстойники подразделяются на первичные и вторичные, т. е. сооружения, присутствующие в системах биологической очистки для предварительного осветления сточных вод (первичные) и для гравитационного разделения иловой смеси или отделения биопленки от биологически очищенной сточной воды (вторичные).



Рис. 3. Радиальный отстойник

Вместе с тем отстойники широко применяются для осветления сточных вод не только в биологической очистке, поэтому в классификации предусмотрена еще одна подгруппа – отстойники специального назначения, предназначенные для удаления из сточных вод различных примесей. К ним относятся нефтеловушки, жируловители, маслоловители, смололовители, продуктоловители и другие виды таких сооружений. По конструктивному исполнению с учетом направления движения сточной воды отстойники подразделяют на следующие типы: горизонтальные отстойники, представляющие резервуары прямоугольной формы, через которые прямолинейно движется сточная вода; радиальные отстойники, представляющие резервуары круглой формы с движением сточной воды от центральной части к периферийной или наоборот. К данной подгруппе относятся также отстойники с вращающимися сборно-распределительными устройствами с подачей исходной воды в отстойник и отведением за счет вращающегося устройства, включающего распределительный и сборный лотки; вертикальные отстойники, представляющие собой резервуары круглой (реже квадратной) формы с движением сточной воды преимущественно вертикально вниз или вверх. Вертикальные отстойники могут иметь исполнение, в котором подача сточной воды осуществляется по центральной трубе, из которой вода распределяется по поперечному сечению отстойника и далее поднимается вверх с выделением из нее примесей. Отдельный вид представляют вертикальные отстойники с нисходяще-восходящим потоком, в которых объем зоны осветления разделен на две части частично погруженной перегородкой с подачей исходных сточных вод в центральную часть отстойника и отведением осветленных вод из периферийной части отстойника либо в обратной последовательности. Также предусмотрено подразделение отстойников на подгруппы сооружений с осветлением в объеме воды и тонкослойных отстойников. В первом случае осветление осуществляется в объеме воды с глубиной в несколько метров, во втором — отстойная зона разделена полочными, трубчатыми или ячеистыми блоками на ряд слоев или потоков небольшой глубины. Уменьшение высоты отстаивания обеспечивает снижение турбулентности потока воды и продолжительности отстаивания. В тонкослойных отстойниках разделение на потоки и создание в них ламинарного движения жидкости с относительно небольшими скоростями без перемешивания отдельных струй позволяет интенсифицировать процесс осветления. Пластины тонкослойных модулей монтируются под углами 45–60° для обеспечения движения задержанных примесей по ним в осадочную зону.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водоотведение. учебник / Ю. В. Воронов, Е. В. Алексеев, В. П. Саломеев, Е. А. Пугачев. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
2. Водоснабжение и водоотведение: учебник для вузов / В. И. Калицун [и др.]. – М.: Стройиздательство, 2006. – 480 с.
3. ТКП 4 1 202 10 45- .0 - -20 (02250) Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования.
4. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод: учеб пособие / А. Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.

УДК 628.2:625.7(476)

**Вайтехович В. В.**, студент 3-го курса  
**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ ПОД АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

В Республике Беларусь, где 70 % территории подвержено подтоплению из-за высокого уровня грунтовых вод и обильных осадков, эффективные водоотводящие системы – критически важный элемент дорожной инфраструктуры. В связи с увеличением транспортной нагрузки актуальность применения бестраншейных методов прокладки водоотводящих сетей, таких как продавливание (pipe jacking) и прокалывание (pipe ramming), становится ключевой.

В Беларуси на участках с глинистыми и суглинистыми грунтами при прокладке водоотводящих сетей методом продавливания (Pipe Jacking) используются трубы диаметром 300–2000 мм на глубине 3–15 м без вскрытия дорожного покрытия.

В песчаных и торфяных грунтах, характерных для Полесья, используется метод прокалывания водоотводящих сетей для труб малого диаметра 100–600 мм.

Метод прокалывания является востребованным в различных типах грунта (вплоть до скального). Прокол под дорогой позволяет пробурить скважину длиной больше 50 метров с диаметром трубы выше 600 мм. Если диаметр трубы превышает 800 мм, выполнить прокол под дорогой лучше методом ГНБ.

В целом, все коммуникации прокладываются двумя методами: открытым или закрытым. Способ прокола выбирается в зависимости от типа трубопровода, объекта, рядом стоящих коммуникаций, а также вида грунта.

Популярные способы бестраншейной прокладки стальных, полимерных, полиэтиленовых труб:

1. Горизонтально направленное бурение (ГНБ) при котором максимально допустимая длина прокола – 650 м, а диаметр – 1000 мм. При выполнении этого метода отверстие расширяется поэтапно, а грунт из скважины достают илососом. Для укрепления стенок скважины, в нее подается специальный бентонитовый раствор. Во время движения инструмента, разрушающего породу, его работа контролируется локационной системой.

2. Бурошнековое бурение используют при прокладке полиэтиленовых, бетонных труб и стальных футляров. При этом методе используются мощные шнековые буровые установки, которые прокладывают трубопровод диаметром до 1720 мм и длиной до 100 метров или полые шнеки для бурения с глухим концом. Установка оснащается: активной буровой головкой или штангами с двойной стенкой. Рабочий процесс бурения контролируется пилотом.

3. Микротоннелирование используются при прокладке коллекторов стальных железобетонных труб с помощью специального микрошита AVN, который перерабатывает все виды породы: вплоть до скальных. Производительность работ составляет – до 15 метров за день, а контроль за выполнением работ осуществляет лазерная система ELS с гидростатическим уровнем. Если длина скважины больше 200 метров, то требуется установка дополнительной домкратной станции, которая сокращает временные затраты. Данный метод позволяет не укреплять котлован и следить за водопонижением, когда рядом грунтовые воды. Кроме того, практически вдвое сокращается время непосредственно рабочего процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о состоянии дорожной инфраструктуры. Минтранс РБ. – Минск, 2023. – 89 с.
2. Стандарты бестраншейных технологий. БелНИИС. – Минск, 2022. – 45 с.
3. Программа «Зеленая экономика Беларуси». – Минск, 2021. – 112 с.
4. Климатические данные 2020–2023 гг. Гидрометцентр РБ. – Минск, 2023.

УДК 619:616.981.49/636.598

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Разумовский М. А.**, студент 3-го курса

**Мишкевич А. И.**, студент 2-го курса

**Харькова В. А.**, студент 2-го курса

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПТИЧНИКОВ ОАО «АГРОКОМБИНАТ «ДЗЕРЖИНСКИЙ»**

*Научные руководители – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАЕ; Кудрявец Н. И., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Здоровье птицы – это фундаментальный фактор, определяющий качество производимой продукции и, как следствие, экономическую эффективность птицеводческого предприятия. Получение высококачественного мяса и яиц напрямую зависит от благополучия птицы, а это, в свою очередь, тесно связано с условиями её содержания [1, 3, 4, 7, 9]. Физические параметры и химический состав воздуха внутри птичника – величины динамичные, постоянно подверженные изменениям, обусловленным множеством факторов: температурой, влажностью, концентрацией газов (аммиака, углекислого газа, сероводорода) и пыли. Птица, как и любое живое существо, обладает способностью адаптироваться к колебаниям внешней среды, но её адаптационные возможности ограничены. Длительное воздействие неблагоприятных условий приводит к серьезным последствиям. Птица, содержащаяся в помещениях с плохим микроклиматом, испытывает стресс, проявляющийся в снижении аппетита, ослаблении иммунитета и, как результат, – повышенной восприимчивости к различным заболеваниям. Нарушается нормальный рост и развитие молодняка, возникают сбои в углеводном и минеральном обмене, что отражается на качестве крови и, в конечном итоге, на продуктивности. Необходимо отметить, что на жизнеспособность и продуктивность птицы существенное влияние оказывает не только химический состав воздуха, но и его степень загрязнения: как пылевой, так и бактериальной. Пыль, содержащая частицы органического происхождения (перья, помёт, остатки корма), служит отличной средой для размножения микроорганизмов, а сами частицы пыли могут механически раздражать дыхательные пути птицы. Бактериальная обсемененность воздуха – один из главных факторов, способствующих развитию инфекционных заболеваний. Только

обеспечив птице оптимальные условия содержания, включающие в себя полноценное питание, минимизацию стрессовых факторов и создание благоприятного микроклимата, можно рассчитывать на получение здорового, высокопродуктивного поголовья с хорошей энергией роста, развитыми естественными защитными механизмами организма и высокой жизнеспособностью. Здоровые птицы – залог успешного бизнеса в птицеводстве [2, 5, 6, 8]. В рамках проводимого исследования изучалась общая микробная обсемененность и видовой состав микрофлоры в птичниках производственной площадки в деревне Дворище, принадлежащей ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский». Для определения количественного и качественного состава микроорганизмов в воздухе птичников был использован седиментационный метод, признанный стандартной методикой в микробиологических исследованиях. Этот метод позволяет оценить количество микроорганизмов, оседающих на питательную среду за определенный период времени. Известно, что допустимая норма ОМЧ составляет 150 тысяч микробных тел, а в наших исследованиях наибольшее число – 142 тысячи – установлено в зимний период к концу выращивания. Результаты исследования бактериальной загрязненности воздуха птичников в течение различных сезонов года при клеточном выращивании бройлеров показали значительное увеличение общего микробного числа (ОМЧ) к концу цикла выращивания (50-й день), независимо от сезона. Это обусловлено накоплением органических веществ, повышением концентрации аммиака и других газов, а также увеличением численности самой птицы. Зимний период характеризуется более высоким уровнем ОМЧ, что может быть связано с меньшей интенсивностью вентиляции и, соответственно, более медленным выведением загрязненного воздуха из птичника. Весенний и летний периоды демонстрируют несколько меньшие показатели ОМЧ, что, вероятно, обусловлено более интенсивной вентиляцией в теплое время года. Однако, даже в летний период, уровень бактериального загрязнения остается достаточно высоким, что подчеркивает необходимость постоянного контроля и оптимизации микроклимата в птичниках. Дальнейшие исследования могут быть направлены на идентификацию преобладающих видов микроорганизмов, определение их патогенности и разработку мер по снижению уровня бактериальной контаминации воздуха в птичниках. Это позволит существенно улучшить санитарно-гигиенические условия содержания птиц и повысить их продуктивность и жизнеспособность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние "Апистимулина-А" на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49.
2. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства : курс лекций : в 2 частях / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Часть 1. – Гомель : БГСХА, 2013. – 312 с.
3. Гласкович, М. А. Разработка и внедрение в ветеринарную практику новых комплексных препаратов / М. А. Гласкович, С. А. Гласкович, М. И. Папсуева // Ветеринарная медицина на пути инновационного развития : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Гродно, 15 декабря 2015 года – 16 2017 года / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГГАУ, 2016. – С. 151–155.
4. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения : Сборник научных трудов по материалам конференции, Волгоград, 27–29 мая 2010 года. Часть 2. – Волгоград: Типография ООО «ТриАС», 2010. – С. 90–92.
5. Гласкович, М. А. Нанобио корректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
6. Гласкович, М. А. Влияние совместного использования пробиотика «Биофлор» и продуктов пчеловодства на продуктивность и иммунную систему цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, П. А. Красочко // Ветеринарная наука – производству. – 2005. – № 38. – С. 167–169.
7. Гласкович, М. А. Фагоцитарная активность псевдоэозинофилов крови у цыплят-бройлеров при введении в рацион «Апистимулина-А» / М. А. Гласкович, В. А. Медведский, П. А. Красочко // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : сборник статей III международной научно-практической конференции, Витебск, 30 мая 2003 года. – Витебск: ВГАВМ, 2003. – С. 53–54.
8. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
9. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 619:616.981.49/636.598

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Бараченя А. Н.**, студентка 2-го курса

**Леткиман А. В.**, студентка 3-го курса

**Рублев А. С.**, студент 3-го курса

## **РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА СТРЕСС**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент, профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Стресс – неотъемлемая часть жизни сельскохозяйственной птицы, и его влияние на продуктивность и репродуктивные качества в последние годы стало предметом интенсивных исследований. Хотя накоплен значительный объем информации о негативных последствиях стресса, современные научные данные постоянно раскрывают новые, ранее неизвестные аспекты его пагубного воздействия, показывая, что реальный масштаб проблемы значительно больше, чем предполагалось ранее [1, 2, 3, 5]. Например, развитие концепции витагенов – биологически активных веществ, способствующих выживанию – революционизировало наше понимание молекулярных механизмов защиты организма от стрессовых факторов. Исследования показали, что реакция организма на стресс – это сложная многоступенчатая молекулярная каскада, включающая активацию одних генов и подавление других. Этот тонкий механизм позволяет организму мобилизовать внутренние резервы для преодоления стрессовой ситуации с наименьшими потерями. Однако, ключевым фактором в негативном влиянии стресса на клеточном уровне является чрезмерное образование свободных радикалов – высокореактивных молекул, повреждающих все основные компоненты клетки: белки, липиды и ДНК. Эти повреждения накапливаются, приводя к дисфункции клеток и органов, снижению продуктивности и ухудшению репродуктивных показателей. Контроль над образованием свободных радикалов, путем, например, использования антиоксидантов и других биологически активных веществ, является перспективным направлением в снижении негативного влияния как внешних (климатические условия, транспортные перевозки, плотность посадки), так и внутренних (болезни, генетические факторы) стрессоров. В последние годы ученые уделяют все больше внимания изучению окислительного стресса – процесса, вызываемого накоплением

повреждений, вызванных свободными радикалами, включая окисление белков клеточных структур и повреждение ДНК. Окислительное повреждение ДНК особенно опасно, так как может приводить к мутациям и генетическим дефектам, которые наследуются последующими поколениями. Стрессовые факторы в птицеводстве многообразны и начинаются с момента вылупления цыплят. Недостаток тепла, неправильное кормление, недостаток света или, наоборот, чрезмерное освещение, недостаток пространства, неправильный микроклимат в птичнике, транспортировка, вакцинации, болезни, паразиты – все это оказывает значительное влияние на уровень стресса у птицы [2, 3, 4, 6, 7]. Психические (ранговые) факторы – борьба за лидерство в группе, конкурентная борьба в стаде. Размещение в одном птичнике кур, отличающихся по возрасту, нередко приводит к конкурентной борьбе. Процесс становления иерархии в стаде инициирует драки, расклевы, а у индеек – летальные исходы вследствие разрыва аорты. Стресс, вызванный конкурентной борьбой птицы за право пользования кормушкой и поилкой, определяется, как правило, недостатком корма, воды и инвентаря в птичниках. Недостаток оборудования обуславливает ослабление инертных особей в стаде, снижает продуктивность, повышает отход от расклева, каннибализма и других причин. Лучшими можно считать условия, когда порядок соподчинения, возникший в раннем возрасте птицы, не нарушается затем в течение всей ее жизни. Это условие, соблюдаемое при выращивании молодняка и содержании взрослой птицы в одних и тех же клетках без перемещения и нарушения сообщества, обеспечивает максимальное проявление продуктивных возможностей птицы. Каждый из этих факторов может привести к нарушению гормонального баланса, снижению иммунитета, ухудшению качества пера, повышению восприимчивости к инфекционным заболеваниям и, как следствие, снижению продуктивности и воспроизводительных функций. Более того, хронический стресс может приводить к развитию различных патологий, включая заболевания сердечно-сосудистой системы, иммунодефицитные состояния, нарушения обмена веществ, а также снижению способности к воспроизводству. В результате, птицеводы сталкиваются с экономическими потерями, связанными с снижением яйценоскости, ухудшением качества яиц, повышенной смертностью молодняка и снижением привесов. Поэтому разработка эффективных стратегий по снижению уровня стресса в птицеводстве является одной из наиболее важных задач современной

ветеринарной медицины и птицеводства. Это требует комплексного подхода, включающего улучшение условий содержания птицы, разработку рационов, обогащенных витаминами и микроэлементами, использование специальных препаратов, способствующих адаптации организма к стрессовым ситуациям, а также разработку эффективных методов мониторинга уровня стресса. Только сочетание всех этих мер позволит достичь значительного улучшения продуктивности и здоровья сельскохозяйственной птицы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49
2. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства : курс лекций : в 2 частях / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Часть 1. – Горки : БГСХА, 2013. – 312 с.
3. Гласкович, М. А. Разработка и внедрение в ветеринарную практику новых комплексных препаратов / М. А. Гласкович, С. А. Гласкович, М. И. Папсуева // Ветеринарная медицина на пути инновационного развития : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Гродно, 15 декабря 2015 года – 16 2017 года / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГАУ, 2016. – С. 151–155.
4. Гласкович, М. А. Нанобио корректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1-2. – С. 12–15.
5. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1-2. – С. 15–18.
6. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейль-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса "Кобб-500" / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 619:616.981.49/636.598

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Ковалева К. А.**, студентка 3-го курса

**Минич А. Д.**, студент 2-го курса

**Шкарампота Е. И.**, студентка 3-го курса

## **ВОЗДУШНАЯ СРЕДА ПТИЧНИКОВ – БЛАГОПРИЯТНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗВИТИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАЕ; Кудрявец Н. И. канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Воздушная среда птичников является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Они находятся на пылинках и вместе с ними удерживаются в воздухе, оседают на поверхность предметов и переносятся воздушными течениями на значительные расстояния [1–7]. Источником микробного и пылевого загрязнения в воздухе служат высохший помет, корм, капельки слюны и слизи. Установлено, что бактериальная контаминация воздуха неразрывно связана с пылью, которая является для микробов не только носителем, но и питательной средой. При концентрации микроорганизмов свыше 250 тыс/м<sup>3</sup> воздуха, бактериальная обсемененность и пылевая загрязненность воздуха птицеводческих помещений в значительной степени зависит от эффективности вентиляции и кратности воздухообмена. Допускается бактериальная обсемененность воздуха помещений в пределах 180–220 тыс/м<sup>3</sup>. Экспериментально доказано, что при увеличении микробной обсемененности воздуха птичников свыше гигиенических норм у птицы наступает микробный стресс, который, как правило, приводит к снижению иммунной реактивности и, как следствие – к снижению жизнеспособности, продуктивности и оплаты корма. Концентрация пыли в воздухе помещений, косвенным путем загрязняющая воздух и являющаяся носителем микроорганизмов, должна сводиться к минимуму. Целью работы послужило изучение общей микробной обсемененности и видового состава микрофлоры в птичниках, а также влияние микробной контаминации и видового состава на заболеваемость молодняка птиц в ОАО «Кленовичи» Крупского района Минской области. В своих исследованиях мы изучали бактериальную загрязненность воздуха птичников и влияние различных микроорганизмов на продуктивность и жизнеспособность птицы с расчетом коэффициентов корреляции, затрат кормов на единицу продукции. После убоя бройлеров

был рассчитан европейский показатель эффективности выращивания ЕРЕФ по формуле:

$$(M \cdot A) / (D \cdot C \cdot 10),$$

где  $M$  – живая масса 1 головы, г;  
 $A$  – сохранность поголовья, %;  
 $D$  – конверсия корма, кг;  
 $C$  – убойный возраст, дн.

Для определения количества и видового состава микроорганизмов использовали седиментационный метод. Известно, что допустимая норма ОМЧ составляет 150 тысяч микробных тел. в наших исследованиях наибольшее число – 142 тысячи – установлено в зимний период к концу выращивания. Весной, летом и осенью особых различий не наблюдалось. При напольном содержании стафилококки обнаруживаются во всех птичниках сразу после заселения птицы, притом их концентрация в десятки раз больше, особенно в зимний период. Значительное превышение можно объяснить тем, что при напольном выращивании трудно поддерживать подстилку в хорошем состоянии, поэтому при недостаточной вентиляции в осенне-зимний период в воздухе накапливается большое количество аммиака – благоприятной среды для развития стафилококка. Условно-патогенная микрофлора из группы кишечной палочки при неблагоприятных условиях может вызвать колибактериоз. Однако при клеточном выращивании бройлеров количество кишечной палочки во все сезоны было незначительно (максимальное число в конце выращивания в зимний период – 7 тысяч микробных тел). При напольном кишечная палочка выделялась в зимний период – 509 тысяч бактерий, что приводит к вспышкам колибактериоза и нарастанию падежа. Снижение зоотехнических показателей при увеличении микробной загрязненности воздуха птичников подтверждают рассчитанные коэффициенты корреляции. Из всех микроорганизмов наибольшее влияние на снижение среднесуточных приростов оказывают стафилококки ( $r = -0,2$ ), на сохранность поголовья – общее микробное число ( $r = -0,4$ ). Условия содержания оказали соответствующее влияние на продуктивность и жизнеспособность бройлеров и соответственно на экономику. Европейский показатель эффективности выращивания ЕРЕФ при клеточном способе по сравнению с напольным больше минимум на 34 единицы. Санитарная оценка воздушной среды птичников позволяет сделать следующие выводы: микробная загрязненность воздуха птичников во все периоды при клеточ-

ном выращивании бройлеров не превышает допустимых норм, при напольном способе – только первые 10 дней. Преимущество клеток по сравнению с напольным способом – лучшее санитарное состояние воздуха, более высокие показатели продуктивности и жизнеспособности птицы. При оценке санитарного состояния воздушной среды птичников во время профилактических перерывов и по периодам выращивания необходимо усилить контроль по стафилококку и кишечной палочке. Известно, что только от здоровой птицы можно получить доброкачественную продукцию и хорошо оплачиваемые корма. Организм животных может приспосабливаться к этим изменениям, но лишь до определенных пределов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
2. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейль-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
3. Гласкович, М. А. Нанобио корректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
4. Гласкович, М. А. Влияние совместного использования пробиотика «Биофлор» и продуктов пчеловодства на продуктивность и иммунную систему цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, П. А. Красочко // Ветеринарная наука – производство. – 2005. – № 38. – С. 167–169.
5. Гласкович, М. А. Фагоцитарная активность псевдоэозинофилов крови у цыплят-бройлеров при введении в рацион «Апистимулина-А» / М. А. Гласкович, В. А. Медведский, П. А. Красочко // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : сборник статей III международной научно-практической конференции, Витебск, 30 мая 2003 года. – Витебск: ВГАВМ, 2003. – С. 53–54.
6. Гласкович, М. А. Разработка и внедрение в ветеринарную практику новых комплексных препаратов / М. А. Гласкович, С. А. Гласкович, М. И. Палсуева // Ветеринарная медицина на пути инновационного развития : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Гродно, 15 декабря 2015 года – 16 2017 года / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГГАУ, 2016. – С. 151–155.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 619:616.981.49/636.598

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Федотова Д. А.**, студентка 3-го курса

**Авсиевич М. В.**, студентка 2-го курса

**Вайтехович В. В.**, студент 3-го курса

## **НЕКОТОРЫЕ КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ БОРЬБЫ СО СТРЕССАМИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Технически самым простым способом защиты от стрессов является их предупреждение. Однако в условиях промышленного птицеводства избежать стрессов практически невозможно, к тому же их отрицательные последствия становятся все более выраженными из-за высокой чувствительности современных кроссов птицы к факторам внешней среды [1, 3, 5, 6]. Интенсивная научно-техническая революция в сельском хозяйстве привела не только к увеличению стресс-факторов, но и к тому, что многие звенья технологии выращивания и содержания животных и птицы пришли в противоречие с физиологическими особенностями, возникшими и закрепившимися в процессе эволюции [2, 4, 5, 7]. Результаты исследований убедительно показали, что новая концепция антистрессовой защиты при выращивании цыплят-бройлеров должна включать следующие моменты:

1) поддержку цыплят в первые дни жизни после посадки – именно в этот критический период необходимо обеспечить эффективное развитие кишечника и иммунной системы;

2) необходимость учитывать важнейшее звено в борьбе с кормовыми стрессами – кормовые факторы: недокорм или перекорм птиц; использование несбалансированных рационов, резкая смена рациона или уровня кормления, недостаточное поение или полное прекращение поения и кормления при искусственной линьке; поддержку печени и стимулирование метаболизма микотоксинов;

3) использование специальных высокопитательных и сбалансированных предстартерных кормов, которые способствуют эффективному развитию кишечника в первые дни после вывода, что является залогом дальнейшей продуктивности и здоровья птицы;

4) поддержку цыплят до и после вакцинаций – это ключевой момент повышения эффективности данных мероприятий. При проведении ветеринарных мероприятий (вакцинации, диагностические исследования и т. д.) действие стрессора многообразно, что связано с отловом птицы, введением вакцины с помощью шприца или втиранием в перьевые фолликулы. Здоровая птица переносит прививку без особых отклонений в росте и продуктивности. Однако у ослабленной птицы возникают различные осложнения, которые могут привести к отходу, особенно при высокой реактогенности вакцины. Образование иммунитета связано с усилением обменных процессов в организме: птица тратит много аминокислот, витаминов, микроэлементов, поэтому в рационе прививаемой птицы за 1–2 дня до вакцинации следует повысить норму протеина на 2–3 %, витаминов А, Д, Е и группы В – на 5–10 %;

5) травматические факторы – ушибы, расклев, намины, хирургические травмы (дебикирование, обрезка гребня, крыльев, шпор и когтей). Травмы в результате ветеринарной обработки, скученности, наличия острых предметов не носят массового характера, однако опасность этого стресс-фактора заключается в том, что он может послужить началом расклева, поэтому травмированную птицу следует немедленно отделить от стада. Массовые травмы у птиц могут возникать при посадке цыплят в клетки на подножную сетку с широким просветом отдельных прутьев, после включения скребкового транспортера для уборки помета, после падения цыплят из клеток;

6) расклев или каннибализм – поведенческая реакция птицы на изменение внешних и внутренних факторов. К действенным методам профилактики расклева относят дебикирование. В результате правильно проведенного дебикирования улучшается состояние оперения, сводится к минимуму потеря пера, благодаря чему птица меньше расходует тепловой энергии, становится более спокойной, не травмирует друг друга; снижается смертность; уменьшается потребление корма. По мере роста птицы клюв не меняет свою форму и не создает проблем при потреблении корма и воды, при этом птица не расклеывает яйца и не разбрасывает корм;

7) поддержку птицы в условиях теплового стресса, что позволит существенно уменьшить падеж и предотвратить снижение роста и развития цыплят; защиту от негативного влияния технологических стрессов (прореживание, отлов птицы, взвешивание и др.), что предупредит снижение продуктивности. При выполнении этих операций у птиц

возникают ушибы, царапины, разрывы кожи, переломы костей крыльев и ног, что отрицательно сказывается на качестве мяса. Кроме того, при убое цыплят, подвергнутых в период отлова, погрузки и транспортировки длительному возбуждению, замедляется процесс обескровливания, что также оказывает существенное негативное влияние на качество тушек; снижение стрессовой нагрузки, что позволит существенно уменьшить падеж птицы (исключить синдром внезапной смерти и асциты); снижение стрессовых нагрузок, связанных с переводом птицы во взрослое стадо и возможными расклевами из-за увеличения интенсивности освещения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49.
2. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения : Сборник научных трудов по материалам конференции, Волгоград, 27–29 мая 2010 года. Часть 2. – Волгоград: Типография ООО «ТриАС», 2010. – С. 90–92.
3. Гласкович, М. А. Влияние совместного использования пробиотика «Биофлор» и продуктов пчеловодства на продуктивность и иммунную систему цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, П. А. Красочко // Ветеринарная наука – производству. – 2005. – № 38. – С. 167–169.
4. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства : курс лекций : в 2 частях / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Часть 1. – Горки : БГСХА, 2013. – 312 с.
5. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биокотейль-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
6. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биокотейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 636.52/.58.053.087.8(083.13)

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Тумарева М. В.**, студентка 2-го курса

**Мишкевич А. И.**, студент 2-го курса

**Горбач В. П.**, студент 3-го курса

## **БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПТИЦЕВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент, профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Птицеводство играет существенную роль в агропромышленном производстве, а продукция птицеводства занимает значительный удельный вес в питании населения [1, 2, 4, 6]. Повышение эффективности птицеводства предполагает дальнейшее становление и развитие в отрасли рыночных отношений и на этой основе усиление зависимости птицеводческих предприятий от потребителей продукции птицеводства, создание в отрасли конкурентной среды и, следовательно, рост производства и сбыта яиц и мяса птицы. Одной из первых отраслей сельского хозяйства, перешедших на промышленную основу производства, является птицеводство. Доля препаратов для птиц составляет 95 % мирового рынка лечебных препаратов для животных (более 7 млрд. долларов в стоимостном выражении). Как показывают научные исследования, постоянные стрессовые воздействия на поголовье, несбалансированное питание и нарушения санитарных норм содержания птицы вызывают значительные изменения в экологической нише штаммов микроорганизмов желудочно-кишечного тракта, а также изменения популяционного уровня кишечных бактерий. Стало очевидно, что интенсивные методы содержания птицы приводят к ослаблению здоровья, появлению новых заболеваний невыявленной этиологии, распространению кишечных инфекций, слабо поддающихся медикаментозному лечению. В связи с этим все более актуальной становится проблема профилактики, лечения и нормализации микробного баланса в пищеварительном тракте, минимизации последствий антибиотикотерапии, повышения эффективности выращивания и сохранности птицы, улучшения качества конечного продукта. Один из способов ее решения – разработка и применение лекарственных средств нового поколения, которые характеризуются высокой биодоступностью и положи-

тельно влияют на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта птицы, что приводит к оздоровлению всего организма в целом и снижению микробиома окружающей среды. К их числу относятся эубиотики – пробиотики и пребиотики и т. д. В последние годы накоплен значительный материал, отражающий действие различных пре- и пробиотических препаратов на сельскохозяйственных животных и птицу, человека.

Наиболее перспективным является создание симбиотиков – комплексов про- и пребиотиков, которые могут быть использованы для создания лечебно-профилактических препаратов, обладающих способностью положительно воздействовать на здоровье организма хозяина, повышать его естественную сопротивляемость, не оказывая при этом какого-либо отрицательного влияния на организм. Многие из симбиотиков влияют на гуморальный и клеточный иммунитет, зоотехнические показатели, могут служить естественными стимуляторами роста и обладать токсико- и радиопротективным действием, снижающим влияние неблагоприятных экологических факторов [3–6].

Микроэкологическая система организма – сложный филогенетически сложившийся, динамичный комплекс, включающий в себя разнообразные по количественному и качественному составу ассоциации микроорганизмов и продуктов их биохимической активности (метаболитов). Вопросы изучения микроэкологии сельскохозяйственной птицы на данный момент не стали менее актуальными, и поиск средств нормализации микробиоценоза приобрел еще большую интенсивность. В настоящее время в условиях интенсификации птицеводства и неблагоприятной экологической обстановки желудочно-кишечные заболевания птицы занимают в нашей стране второе место после вирусных и являются основной причиной гибели молодняка птиц.

Для нормального функционирования пищеварительной системы существенную роль играет нормальное состояние ее микробиоценоза. Важной проблемой в современном животноводстве и птицеводстве является целенаправленное формирование преобладания полезной микрофлоры с помощью натуральных биокорректоров. В связи с интенсификацией птицеводства значительно возросло количество неблагоприятных факторов внешней среды, отрицательно отражающихся на становлении и проявлении защитно-адаптационных механизмов и продуктивности птицы. Поэтому поиск средств и способов повышения защитных сил организма, способствующих повышению продуктивно-

сти, является актуальной задачей, особенно в условиях техногенных нагрузок.

У молодняка раннего возраста дисбактериоз кишечника нередко развивается в критические периоды жизни, связанные с возрастными иммунными дефицитами. В связи с тем, что развитие диарейных болезней у сельскохозяйственной птицы носит многофакторный характер, оптимизировать состав микрофлоры пищеварительного тракта и осуществлять коррекцию микробного статуса использованием только лишь лекарственных средств сложно. Поэтому для регулирования нормального состава микрофлоры кишечника в комплексе лечебно-профилактических мероприятий при диарейных болезнях молодняка большое значение приобретает применение пробиотиков, пребиотиков, иммуностимуляторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения : Сборник научных трудов по материалам конференции, Волгоград, 27–29 мая 2010 года. Часть 2. – Волгоград: Типография ООО «ТриАС», 2010. – С. 90–92.
2. Гласкович, М. А. Влияние совместного использования пробиотика «Биофлор» и продуктов пчеловодства на продуктивность и иммунную систему цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, П. А. Красочко // Ветеринарная наука – производству. – 2005. – № 38. – С. 167–169.
3. Гласкович, М. А. Фагоцитарная активность псевдоэозинофилов крови у цыплят-бройлеров при введении в рацион «Апистимулина-А» / М. А. Гласкович, В. А. Медведский, П. А. Красочко // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : сборник статей III международной научно-практической конференции, Витебск, 30 мая 2003 года. – Витебск: ВГАВМ, 2003. – С. 53–54.
4. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейля-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
5. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
6. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 636.52/.58.053.087.8 (083.13)

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Леткиман А. В.**, студентка 3-го курса

**Рублев А. С.**, студент 3-го курса

**Ковалева К. С.**, студентка 3-го курса

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

В настоящее время птицеводство является успешно функционирующей отраслью животноводства, способной в короткий срок улучшить ситуацию на мясном рынке страны [1–4]. Максимальный эффект в получении продуктов птицеводства возможен при обеспечении нормального физиологического развития птицы, оптимальных условий кормления и содержания цыплят-бройлеров. На современном этапе получить высокую продуктивность птицы без использования в рационах биологически активных веществ невозможно. Поиск новых фармакологических средств, физиологичных для птицы, экологически безвредных, обеспечивающих повышение продуктивности птицы и улучшающих качество продукции, имеет огромное народнохозяйственное значение. Интенсивность роста и развития птицы зависит от физиологического состояния ее организма [2, 4]. К фармакологическим средствам, регулирующим эти процессы, относятся пробиотики, обладающие многогранным действием на организм и оказывающие позитивное влияние на микробиологический пейзаж в кишечнике [1, 3]. Пробиотики – что это такое? Основоположителем концепции пробиотиков является И. И. Мечников, который еще в 1903 г. предложил практическое использование микробных культур-антагонистов для борьбы с болезнетворными бактериями. Фундаментальные исследования современной биологической, медицинской и ветеринарной науки позволили разработать и внедрить в практику многие пробиотики, основу которых составляют живые микробные культуры. Фундаментальные исследования взаимодействия пробиотиков с организмом животного показали, что процессы взаимодействия намного сложнее, чем простое выдавливание болезнетворных микроорганизмов. Пробиотики, в отличие от антибиотиков, не оказывают отрицательного воздей-

ствия на нормальную микрофлору, поэтому их широко применяют для профилактики и лечения дисбактериозов. В то же время эти биопрепараты характеризуются выраженным клиническим эффектом при лечении острых кишечных инфекций. Важной особенностью пробиотиков является их способность повышать противoinфекционную устойчивость организма, регулировать и стимулировать пищеварение. В медицинской практике для лечебного питания используются кисломолочные продукты, обогащенные бифидо- и лактобактериями, лизоцимом. Значительные исследования по использованию пробиотиков для функционального питания проведены в Беларуси. Они касаются традиционных, наиболее многочисленных кисломолочных продуктов с бифидобактериями, молочных продуктов с бифидобактериями и олигосахаридами и молочных продуктов с добавлением лактулозы. В последние годы для профилактики болезней, лечения животных и повышения их продуктивности широко применяют *пробиотики – бактериальные препараты из живых микробных культур*, эффективность которых связана с вызываемыми ими благоприятными метаболическими изменениями в пищеварительном тракте, лучшим усвоением питательных веществ, повышением сопротивляемости организма, а также с антагонистическим действием в отношении вредной для организма микрофлоры.

Пробиотики способны избирательно стимулировать симбионтную микрофлору кишечника, не вызывают побочных реакций, не имеют противопоказаний к применению и в комплексе с ветеринарно-санитарными мероприятиями могут положительно влиять на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта животных.

Пробиотики находят все более широкое применение в странах с развитым животноводством и птицеводством при выращивании молодняка. Понятие «пробиотик» в последние годы используется в нескольких значениях. Первоначально это название было применено для описания одного микроорганизма, стимулирующего рост других. Но позднее оно было использовано для описания кормовых добавок, оказывающих полезный эффект на организм животного-хозяина путем влияния на его кишечную микрофлору. В этой последней роли оно было определено как «организмы и вещества (субстанции), которые делают вклад в микробный баланс кишечника». Однако это определение не соответствует понятию «пробиотики», так как оно включает в себя и антибиотики, существенно отличающиеся по механизму действия от микроорганизмов. Пробиотики – это биологи-

ческие препараты, представляющие собой стабильные культуры симбионтных микроорганизмов или продукты их ферментации, которые способствуют росту последних. Они обладают разносторонним фармакологическим действием.

Научные исследования, широко проведенные у нас и за рубежом, позволили выяснить роль пробиотиков в нормализации микробиоценоза кишечника. У животных, получавших пробиотики, нормализуется кишечный микробиоценоз. При проведении бактериологических исследований установлено, что уменьшается частота выделения из внутренних органов патогенных сальмонелл, эшерихий и стафилококков. Пробиотики оказывают регенерирующее действие на различные структуры слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта на всем его протяжении у молодняка при гастроэнтерите и влияют на многие системы, связанные с повышением колонизационной резистентности кишечника.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49.
2. Гласкович, М. А. Фагоцитарная активность псевдоэозинофилов крови у цыплят-бройлеров при введении в рацион «Апистимулина-А» / М. А. Гласкович, В. А. Медведский, П. А. Красочко // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : сборник статей III международной научно-практической конференции, Витебск, 30 мая 2003 года. – Витебск: ВГАВМ, 2003. – С. 53–54.
3. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейль-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
4. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18
5. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в районах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 636.52/.58.053.087.8 (083.13)

**Гласкович С. А.**, исследователь

**Шкарампота Е. И.**, студентка 3-го курса

**Чирич М. В.**, студентка 2-го курса

**Харькова В. А.**, студентка 2-го курса

## **ИММУНОСТИМУЛЯТОРЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент, профессор РАЕ*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Наиболее распространенными и эффективными иммуностимуляторами, применяемыми для иммунокоррекции при различных патологиях животных и человека, являются препараты природного происхождения – производные бактерий (цельные бактерии, бактериальные липополисахариды), производные тимуса (Т-активин, тималин), а также препараты из продуктов пчеловодства (прополис, экстракты пыльцы, перги, маточное молочко, пчелиный яд). Из препаратов природного происхождения, обладающих сильно выраженным воздействием на иммунную систему, в последние годы обратили на себя внимание продукты пчеловодства – прополис, пыльца, перга, маточное молочко. Эти продукты обладают высокой биологической активностью и в то же время не токсичны. Все продукты пчеловодства являются концентратом биологически активных веществ – гормонов, микроэлементов, моно- и полисахаридов, стимуляторов роста. Мед содержит готовые к усвоению организмом углеводы, поливитамины, все микроэлементы, антибиотики. Цветочная пыльца содержит в своем составе заменимые и незаменимые аминокислоты, а также жиры. Углубленному изучению на протяжении ряда лет были подвергнуты такие продукты пчеловодства, как прополис, пыльца, перга, которые в результате исследования показали себя как концентрат биологически активных веществ. В настоящее время исследователями различных стран создан ряд апитерапевтических препаратов на основе пыльцы, перги и прополиса. Препараты на основе прополиса – это спиртовые настойки, мази, водно-спиртовые эмульсии для перорального, аэрозольного и наружного применения. Кроме того, разработаны инъекционные формы прополиса для активизации обменных процессов организма

человека и животных. На основе пыльцы разработаны только препараты для перорального применения. Литературные данные об использовании иммуностимуляторов, биологически активных веществ из продуктов пчеловодства (пыльцы, перги, прополиса) и их влиянии на иммунную систему свидетельствует о перспективности данного направления в иммуностимулирующей терапии при заболеваниях животных [1–7]. Антибактериальные вещества продуктов пчеловодства способствуют восстановлению нормальной микрофлоры глотки, желудочно-кишечного тракта, освобождают организм от скрытых очагов инфекции, помогают локализовать начальные очаги воспаления. Они снижают вирулентность микробов, увеличивают активность фармакологических антибиотиков. Следует учесть, что антибиотики продуктов пчеловодства не дают осложнений в виде микозов и аллергических реакций и эффективны почти при всех инфекциях. Все продукты пчеловодства снижают уровень холестерина, улучшают микроциркуляцию. Противодействуя агрегации тромбоцитов, флавоноиды улучшают состояние сосудов. Отдельные вещества дают антиоксидантный, противовоспалительный эффект. Продукты пчеловодства действуют на Т-лимфоциты, опсонофагоцитарную активность, нормализуют клеточный и гуморальный иммунитет. Все продукты пчеловодства удлиняют жизнь и приостанавливают процесс старения. Продукты пчеловодства в основном безвредны, дополняют друг друга. Они выводят из организма соли тяжелых металлов, улучшают деятельность центральной и периферической нервной системы, внутренних органов, эндокринных желез, сосудов, мышц, костей, суставов и других функциональных систем, нормализуют гомеостаз. Кроме воздействия в целом на организм животных и человека, биологически активные вещества пыльцы активизируют защитные силы организма, усиливают иммунологическую реактивность, являются стимуляторами Т-лимфоцитов, Т-хелперов, фагоцитарной активности нейтрофилов, обладают высокой регенерационной способностью при нарушении целостности тканей, нормализуют уровень гемоглобина, эритроцитов, РОЭ, положительно влияют на кроветворение. Достоинствами данных препаратов является их экологическая безопасность, небольшая токсичность и высокая биологическая активность. Используемые в мировой медицинской и ветеринарной практике иммуностимулирующие препараты позволяют активизировать угнетенные звенья иммунной системы при вводе их в комплекс лечебно-профилакти-

ческих мероприятий. Использование иммуно-стимулирующих препаратов для повышения продуктивности также оправданно. Птицы с активизированной иммунной системой менее подвержены воздействию патогенных и условно-патогенных возбудителей. Многие из иммуностимулирующих препаратов являются сильными индукторами интерферона. В связи с этим при профилактическом использовании иммуностимуляторов увеличивается биосинтез интерферона и происходит неспецифическая защита организма цыплят от проникновения вирусных возбудителей в чувствительные клетки. Указанные теоретические положения подтверждаются клиническим эффектом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49.
2. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биокотейля-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
3. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
4. Гласкович, М. А. Нанобио корректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
5. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения : Сборник научных трудов по материалам конференции, Волгоград, 27–29 мая 2010 года. Часть 2. – Волгоград: Типография ООО "ТриАС", 2010. – С. 90–92.
6. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства : курс лекций : в 2 частях / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Часть 1. – Горки : БГСХА, 2013. – 312 с.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биокотейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 628

Грицок И. А., студент 3-го курса

## **РЫБОВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Вольтцева В. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

В статье рассматриваются ключевые особенности развития рыбного хозяйства в Республике Беларусь. Описано текущее состояние отрасли, выявлены ключевые проблемы и обозначены перспективные направления устойчивого развития, включая внедрение современных технологий, развитие новых видов аквакультуры и расширение экспортного потенциала.

Рыбоводство является неотъемлемой частью агропромышленного комплекса Республики Беларусь и играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, развитии сельских территорий и рациональном использовании природных ресурсов. В условиях роста спроса на экологически чистую продукцию и необходимости импортозамещения аквакультура приобретает всё большее значение [1].

### ***1. Современное состояние рыбоводства.***

В Республике Беларусь функционирует свыше 60 специализированных рыбоводных хозяйств. Основу отрасли составляет товарное прудовое рыбоводство, ориентированное преимущественно на разведение карпа, белого амура, толстолобика и щуки [2]. По данным на 2023 г., объём товарной рыбы, произведённой в стране, составил около 18 тысяч тонн [3].

Параллельно развиваются направления интенсивного рыбоводства, включая использование специализированных систем, обеспечивающих многократную рециркуляцию воды с фильтрацией и поддержанием стабильных условий среды — установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) [4]. Такие технологии позволяют выращивать рыбу независимо от природных водоёмов, с высокой плотностью посадки и минимальным водопотреблением. Также применяются садковые хозяйства в проточных и стоячих водоёмах, особенно при выращивании форели.

Всё большую популярность приобретают ценные виды рыб, такие как радужная форель, сом и осётр. Также активно внедряются экологически безопасные технологии, включая биофильтрацию и использование альтернативных источников энергии [5].

## ***2. Проблемы развития отрасли.***

Несмотря на положительную динамику, рыболовная отрасль Беларуси сталкивается с рядом системных проблем:

- изношенность инфраструктуры. Значительная часть гидротехнических сооружений, водоёмов и насосных станций требует капитального ремонта и реконструкции [2];
- недостаток специализированных кормов. Основная доля высококачественных кормов импортируется, что увеличивает себестоимость продукции и снижает конкурентоспособность [3];
- климатические риски. Засушливые периоды, нестабильный уровень осадков и температурные колебания оказывают влияние на водный режим и рост рыбы [4];
- кадровый дефицит. Отмечается острый дефицит квалифицированных специалистов, особенно в сфере интенсивных и инновационных технологий аквакультуры [5];
- низкий уровень автоматизации. Во многих хозяйствах отсутствуют современные средства мониторинга качества воды, автоматической подачи корма и сбора данных [1].

## ***3. Перспективы развития.***

Для обеспечения устойчивого роста рыболовной отрасли Республики Беларусь необходим комплексный подход, включающий:

- модернизацию производственной базы – реконструкцию прудов, насосных станций и инфраструктуры хранения и переработки [2];
- развитие внутреннего производства специализированных комбикормов – создание технологических линий с учётом потребностей отечественных рыбоводов [3];
- внедрение инноваций – расширение использования установок замкнутого водоснабжения, биофильтров, цифровых датчиков и автоматизированных систем управления [4];
- поддержку кадрового потенциала – развитие профильного образования, стажировок и стимулирование молодых специалистов к работе в отрасли [5];
- укрепление позиций на внешних рынках – улучшение логистики, сертификации и продвижение белорусской продукции за рубежом [1].

## ***Заключение.***

Таким образом, рыболовство в Беларуси может способствовать устойчивому развитию регионов при условии системной государственной поддержки, внедрения современных технологических решений и эффективного управления водными ресурсами. Перспективы отрасли

связаны не только с обеспечением продовольственной безопасности, но и с формированием экспортно-ориентированного сегмента аквакультуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minagro.gov.by> (дата обращения: 20.05.2025).
2. Конончук, В. Эконометрическое моделирование рыбопродуктивности водоёмов : монография / В. Конончук, Т. Козлова. – Полоцк : Изд-во ПГУ, 2008. – 240 с.
3. Якимович, А. И. Состояние и перспективы рыбоводства в Беларуси : науч. монография / А. И. Якимович, А. И. Козлов. – Минск : НАН Беларуси, 2007. — 180 с.
4. Веренич Г. Д. Рыбное хозяйство Беларуси: анализ и перспективы / Г. Д. Веренич, Д. О. Чернецов // Вестник Гомельского гос. ун-та. – 2019. – Вып. 3. – С. 45–53.
5. Козлова, Т. В. Органическое рыбководство в Беларуси: вызовы и возможности : монография / Т. В. Козлова, А. И. Козлов. – Полоцк : ПГУ, 2021. – 200 с

УДК 636.626

**Данькова С. Б.**, магистрант

### **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ПРОБ ПОЧВЫ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ**

*Научный руководитель – Дуброва Ю. Н., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

В настоящее время в Беларуси более 2,2 млн. га земель осушены мелиоративными системами, способными изменять влажность почвы в корнеобитаемом слое в широких пределах [1]. Точность поддержания влажности почвы в оптимальных пределах, способствующих получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, во многом зависит от точности оперативного контроля фактической влажности почвы. Для такого контроля традиционно рекомендуется термостатно-весовой метод. Достоинством метода является его простота и надежность получаемых результатов, однако, ему присущи и серьезные недостатки. Метод трудоемок, требует значительных затрат электроэнергии и 2–3 суток для определения влажности. В процессе отбора образцов почвы, особенно торфяной, она перемешивается, появляются существенные нарушения естественной объемной влажности. Таким образом, совершенствование термостатно-весового метода является актуальной задачей. Настоящие исследования посвящены изысканию способа уменьшения искажений естественной влажности почвы во время отбора

проб при одновременном снижении затрат труда, связанных с ее определением.

В Государственной программе [1] особое внимание уделяется использованию мелиорированных земель. Следует отметить, что для Беларуси характерно крайне неравномерное внутривегетационное распределение осадков, которое в 70 % лет не обеспечивает оптимальный водный режим почвы. В таких климатических условиях получать высокие и устойчивые по годам урожаи сельскохозяйственных культур невозможно без регулирования влажности почвы [2].

Научными исследованиями, например [3], установлена тесная связь величины урожая с водным режимом почвы. В работе [4] показано, что для каждой фазы развития растений существуют оптимальные значения влажности почвы. Одним из надежных методов определения влажности почвы является традиционный термостатно-весовой метод [5]. Один из его недостатков заключается в том, что в процессе отбора проб почвы изменяется естественное объемное влагосодержание почвы, что отрицательно сказывается на полученных результатах.

Изменения естественной объемной влажности почвы имеют место даже при наиболее щадящем отборе образцов с помощью стального тонкостенного кольца с острой кромкой. Это объясняется наличием непостоянных по величине сил трения пробы почвы о внутреннюю поверхность кольца. При очень острой кромке образец почвы лишь слегка касается стенок кольца. Однако, после отбора первых проб кромка кольца притупляется. Вместо чистого среза почва снимается, разрывается, поэтому образец почвы имеет увеличенный диаметр. Возникают силы трения о стенку кольца величина которых зависит от особенностей почвы в месте отбора пробы. Учесть влияние сил трения с помощью поправочных коэффициентов невозможно. Силы трения сжимают отбираемый образец почвы вертикально, изменяя его начальную (естественную) объемную влажность. Попытки увеличением количества отбираемых образцов почвы повысить точность лишь повышают затраты труда, так как при этом нарушения естественной объемной влажности почвы сохраняются. Неточные результаты контроля влажности почвы приводят к ошибкам в ее регулировании и к снижению урожаев, получаемых с мелиорированных земель.

Задачей настоящих исследований была попытка установить зависимость точности определения объемной влажности торфяной почвы от высоты кольца, используемого для отбора проб почвы. Очевидно, высота кольца при прочих равных условиях влияет на величину сил

трения почвы о стенку кольца и следовательно, на точность получаемого результата. Это и было положено в основу исследований.

В процессе исследований необходимо было попытаться установить целесообразное значение высоты кольца, при котором уменьшается разброс найденных значений влажности проб почвы и повышается точность общего результата. Оптимальная высота кольца позволила бы уменьшить количество отбираемых проб почвы, позволяющих достигнуть заданной точности определения среднего значения ее влажности и снизить, соответственно, затраты труда.

На мелиорированных торфяниках, занятых многолетними травами, была выбрана площадка 1×1 м. Верхний слой почвы высотой 20 см был снят, а сама площадка тщательно зачищена. Затем на этой площадке отбирали пробы почвы кольцами диаметром 50 мм и высотой 15 мм, 30, 45, 60 мм. Пробы отбирались всеми кольцами поочередно. Всего каждым кольцом по площадке было отобрано по 30 проб. Затем термостатно-весовым методом определяли влагосодержание отобранных проб почвы. Полученные результаты обработали методами математической статистики, и сделали выводы.

Среднее значение объемной влажности почвы на площадке составило 37,4 %. Объемная влажность, полученная с помощью кольца высотой 15 мм, оказалась равной 40 %. При высоте кольца 30 мм объемная влажность составила 30,8 %, а при высоте кольца 45 мм она была равна 40,4 %. Объемная влажность найденная с помощью кольца высотой 60 мм оказалась равной 33,3 %. Таким образом, зависимости найденного значения объемной влажности почвы от высоты кольца обнаружено не было. Решено было оценивать величину отклонения (рассев) полученных значений объемной влажности проб почвы от ее среднего значения в зависимости от высоты колец, которые при этом использовались.

Среднее квадратичное отклонение частных значений влажности находили по зависимости:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\Delta i)^2}{n}}, \quad (1)$$

где  $\Delta i$  – разница между средним значением  $\bar{X}$  и каждым частным значением влагосодержания почвы.

Средняя ошибка среднего арифметического:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (2)$$

Коэффициент вариации массы влаги:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Точность определения объемной влажности почвы:

$$P = \frac{m}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Значения объемной влажности, полученные с помощью каждого кольца в 30-кратной повторности, были обработаны по приведенным выше формулам.

При высоте кольца 15 мм объем отбираемой пробы почвы составил 29,43 см<sup>3</sup>. Среднее значение объемной влажности (при 30 измерениях) равно 40 %. Среднее арифметическое значение массы влаги в отбираемой пробе почвы составило  $\bar{X} = 12,09$  г.

Среднее квадратичное отклонение:  $\sigma = 2,4$  %.

Средняя ошибка среднего арифметического:  $m = 0,44$  %.

Коэффициент вариации массы влаги в пробе почвы оказался значительным:  $V = 19,85$  %.

Это отчасти объясняется естественной пространственной неравномерностью распределения влаги в почве на площадке.

Точность определения среднего значения:  $P = 3,64$  %.

При высоте кольца 30 мм объем отбираемой пробы почвы возрос до 58,83 см<sup>3</sup> (против 29,43 см<sup>3</sup> при высоте кольца 15 мм). Среднее значение объемной влажности почвы, найденное с помощью этого кольца, составило 30,8 %, т. е. примерно на 9 % меньше, чем в первом случае. Это можно было бы объяснить увеличившимся сжатием образца за счет выросших сил трения почвы о стенку кольца и перемещения влаги в нижние слои почвы неотобранной пробой.

Среднее арифметическое значение запаса влаги в образце почвы составило  $\bar{X} = 18,1$  г.

Среднее квадратичное отклонение:  $\sigma = 4,26$  %. Как видно, оно возросло в 1,8 раза по сравнению с первым случаем.

Средняя ошибка среднего арифметического:  $m = 0,8$  %.

Коэффициент вариации увеличился примерно на 4 %, что должно отрицательно сказаться на точности определения среднего значения

влажности:  $V = 23,66 \%$ . Это говорит об усилении влияния нестабильных факторов, участвующих в процессе взаимодействия кольца с торфяной почвой.

В результате снизилась точность определения среднего значения:  $P = 4,44 \%$  (против  $3,64 \%$ ), т. е. более чем на  $20 \%$  по сравнению с первым случаем. Возросший объем отбираемой пробы почвы должен был бы оказать положительное влияние на точность определения среднего значения влажности на площадке, однако, этого не произошло.

При высоте кольца  $45 \text{ мм}$  объем пробы почвы составил  $88,3 \text{ см}^3$ . Найденное среднее значение объемной влажности почвы составило  $40,4\%$ , т. е. весьма близкое к значению, полученному в первом случае.

Среднее арифметическое значение запаса влаги в отбираемых образцах составило  $\bar{X} = 35,7 \text{ г}$ .

Среднее квадратичное отклонение равно:  $\sigma = 10 \%$ , что больше в  $5$  раз и в  $2,3$  раза по сравнению с первым и вторым вариантом. Таким образом, увеличение высоты кольца приводит к существенному увеличению рассева частных значений влажности относительно среднего.

Средняя ошибка среднего арифметического:  $m = 1,8 \%$  также подтверждает сказанное.

Коэффициент вариации увеличился по сравнению с предыдущим вариантом на  $4,54 \%$  и составил:  $V = 28 \%$ .

Снизилась точность определения среднего значения влажности почвы на площадке:  $P = 5,04 \%$ .

При высоте кольца  $60 \text{ мм}$  объем пробы почвы возрос до  $117,7 \text{ см}^3$ . Среднее значение найденной объемной влажности почвы составило  $38,3 \%$ , т. е. близко к первому и третьему случаю.

Среднее арифметическое значение запаса влаги в образце равно  $\bar{X} = 45,13 \text{ г}$ .

Среднее квадратичное отклонение:  $\sigma = 12,25 \%$ . Это значит, что с увеличением высоты кольца наблюдается увеличение рассева отдельных значений влажности проб почвы от среднего значения, что не способствует повышению точности и должно снижать ее при уменьшении количества отбираемых проб почвы.

Средняя ошибка среднего арифметического:  $m = 2,24 \%$ .

Коэффициент вариации массы влаги в пробах почвы имеет тенденцию к снижению:  $V = 28 \%$ .

Поэтому несколько повысилась точность определения среднего значения:  $P = 4,96 \%$ . Это говорит о том, что кольцо при дальнейшем

увеличении его высоты уже не способно внести более сильные воздействия на естественное влагосодержание почвы в отбираемой пробе.

Анализ показывает, что с увеличением высоты кольца показатели точности быстро ухудшаются. При увеличении высоты в три раза (от 15 мм до 45 мм) среднее квадратичное отклонение возросло в четыре раза. Коэффициент вариации массы влаги в пробе почвы увеличился при этом в 1,5 раза, а точность определения среднего значения влажности на площадке снизилась в 1,4 раза.

### **Выводы.**

1. Высота кольца определяет общую массу отобранных проб почвы, что имеет практическое значение, т.к. связано с неудобствами их транспортировки от точки к точке в полевых условиях, а также со временем и затратами на их сушку до постоянного веса.

2. Высота кольца в значительной степени влияет на точность определения среднего значения объемной естественной влажности почвы. С увеличением высоты кольца точность падает.

3. Наилучшие результаты получаются при использовании колец малой высоты (не более 0,3 диаметра кольца). За счет этого можно уменьшить число отбираемых проб без снижения точности определения среднего значения влажности почвы в поле. Таким образом, проведенные исследования позволили дать производству важную рекомендацию по сокращению затрат труда при отборе проб почвы и повышению точности получаемых при этом результатов о влагосодержании почвы. Рекомендация повышает оперативность контроля влажности почвы и, тем самым, позволяет уменьшить погрешности регулирования водновоздушного режима почвы и способствовать получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Государственная программа «Аграрный бизнес» 2021–2025 годы. – Минск: Беларусь, 2021. № 59.

2. Голченко, М. Г. Научно-практические основы орошения сельскохозяйственных угодий на минеральных почвах Республики Беларусь: Автореф. дисс. доктор техн. наук 06.01.02 / Институт мел. и луговодства НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 49 с.

3. Мелиорация и водное хозяйство. – Минск: Урожай, 1976, № 4. – С. 6.

4. Терентьев, В. М. Особенности физиологии роста хлебных злаков на торфяной почве. – Минск: Наука и техника, 1970. – 80 с.

5. Емельянов, В. А. Полевая радиометрия влажности и плотности почвогрунтов. – М.: Агропромиздат, 1970. – С. 4.

УДК 631.6:551.508.7

Данькова С. Б., магистрант

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН, ВЫЗЫВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

*Аннотация.* Реконструкция мелиоративных систем на современном этапе предусматривает сгущение старого дренажа новыми дренами. Опыт эксплуатации реконструированных осушительных систем показал, что вымочки сельскохозяйственных культур появлялись на полях уже на 2–3 год эксплуатации, несмотря на сгущение дренажа. Вымочки на полях появляются, если коэффициент фильтрации грунтов менее 2 м/сут. Одна из причин появления вымочек на полях – широкомаштабная вспашка почвы плугами с оборотом пласта. Второй важной причиной ухудшения работы старого дренажа послужило механическое уплотнение грунтов на большую глубину под действием тяжелой сельскохозяйственной техники.

*Ключевые слова:* осушительные системы, междренное состояние, кольматация, уплотнение грунтов.

**Введение.** Осушительные системы, построенные 30–40 лет назад, длительное время обеспечивали приемлемый водный режим почвы, необходимый для получения хороших урожаев сельскохозяйственных культур. Постаревшие осушительные системы перестали нормально работать и урожаи существенно снизились. Началась их широкомаштабная реконструкция. Анализ современных проектов реконструкции показал, что почти в каждом из них предусматривается сгущение старого дренажа новыми дренами. Проектировщики уверены, что старый дренаж ухудшил свою работу из-за ошибок, допущенных при расчетах междренных расстояний в 1970-е гг., а также из-за его заилиния.

Однако это не совсем, так как в первые (1970-е) годы эксплуатации и в последующие за этим годы дренажные системы работали нормально, а вымочки на полях появились недавно. Значит междренные расстояния в 1970-е гг. были рассчитаны верно, а причины ухудшения работы дренажа надо искать в чем-то другом. Не смотря на очередную логику этих рассуждений, проектировщики по-прежнему объясняют снижение эффективности дренажа ошибками в его расчетах, допущен-

ными ранее. Это влечет за собой бесполезную трату денег на сгущение дренажа и вследствие появления вымочек сельскохозяйственных культур после реконструкции осушительных систем.

Задачей исследований было нахождение обоснованного ответа на вопрос – какова причина плохой, работы дренажа после его сгущения?

Методика исследований. При проведении исследований были использованы ранее полученные результаты опытов других исследователей, а также рекомендации из нормативной литературы и информация из современных производственных проектов реконструкции мелиоративных систем. Был проведен анализ информации из названных источников и сформулированы обоснованные рекомендации для производства.

Поиск причин снижения эффективности работы дренажа. Опыт эксплуатации реконструированных осушительных систем показал, что вымочки сельскохозяйственных культур появлялись на полях уже на 2–3 год эксплуатации, несмотря на сгущение дренажа. Обратим внимание на технологию этого сгущения. Представим, что старые дрены были заложены в грунт на расстояниях около 20 м. К предварительно промытым старым коллекторам были подключены новые дрены, расположенные в середине между двумя соседними старыми. Старые дрены, как правило, не промывались. В результате сгущения расстояние между двумя соседними дренами стало равным 10 м, а не 20 м, как было до сгущения. Формально все правильно, поэтому проектировщики рассчитывают на резкое улучшение работы дренажных систем, но этого не происходит.

Обратим внимание на старые дрены. «Вскроем их» с помощью шурфов и обнаружим, что полости многих дренажных трубок плотно забиты корнями растений [1]. Корневые системы таких растений, как кукуруза, просо, зерновые бобовые, сахарная свекла, капуста, люцерна, подсолнечник, сераделла проникают в грунт на глубину 3 м и более. Севообороты на полях приводят к тому, что почти каждый год на одном и том же поле произрастает хотя бы одна из называемых растений. Их корни перемещаются вглубь грунта вслед за нисходящими струйками воды, неправильными к дренам. Струйки содержат растворенные питательные вещества. Поэтому корни оказываются внутри дренажных трубок. Спустя много лет трубки уже плотно заполнены корнями растений. Промыть их невозможно. Такие дрены практически не работают, однако проектировщики рассматривают их работоспособными, т.е. эквивалентными заложенным рядом новым.

Каково же фактическое расстояние между дренами с учетом неработающих старых дрен? Оно по-прежнему равно 20 м, как и до сгущения. Таким образом фактического сгущения дрен нет. Если бы после такого «сгущения» грунт имел хорошие фильтрационные свойства, как и 40 лет назад, то новые дренажи начали бы хорошо работать. Но после реконструкции в полях вновь появились вымочки сельскохозяйственных культур, как и до реконструкции. Это означает лишь одно – снизились фильтрующие свойства грунтов, в которых заложен дренаж. Произошло это незаметно в течение 30–40 лет.

Вымочки на полях появляются, если коэффициент фильтрации грунтов менее 2 м/сут [2, 3]. В таких условиях дренажи не могут поглощать поверхностные скопления воды в допустимые сроки 0,5–2,0 суток [3].

Ранее проведенные исследования [4] показали, что повторные вымочки появляются на связанных грунтах даже при новых дренажах и при междренних расстояниях всего 5 метров. В примере [3] новые дренажи собирали воду только с поверхностей свежесыпанных дренажных траншей и еще по 20–25 см по обе стороны траншей. Остальные площади расположенные между новыми дренажами, оказывались переувлажненными на длительные сроки из-за низких коэффициентов фильтрации грунтов. Вернемся к рассмотренному ранее «сгущению» дрен с междренним расстоянием 20 м (старые дренажи не работают). Понятно, что такое «сгущение» не даст положительного эффекта, особенно если учесть, что приведенные в производственных проектах реконструкции коэффициенты фильтрации грунтов составляют всего 0,1–1,0 м/сут. Заметим, что 30–40 лет назад фильтрационные свойства грунтов были гораздо лучшими. Что же послужило причиной их ухудшения?

Одна из них – широкомасштабная вспашка почвы плугами с оборотом пласта. Она приводит к гибели почвенной биоты (т. е. органики) в корнеобитаемом слое и к появлению легкоразмываемых комочков почвы. В результате после дождей в пахотном слое образуются мутные струйки воды, кольматирующие грунт и способствующие формированию «подплужной подошвы» с нулевым коэффициентом фильтрации.

Заметим, что к уменьшению содержания органики (гумуса) в пахотном слое приводят и высокие урожаи сельскохозяйственных культур. В месте с урожаями из почвы выносятся значительные количества гумуса, а почва деградирует и легко размывается, что приводит к кольматации грунта.

Второй важной причиной ухудшения работы старого дренажа послужило механическое уплотнение грунтов на большую глубину под действием тяжелой сельскохозяйственной техники. Экспериментально установлено, что под влиянием этой техники грунты заметно снижают свои фильтрационные свойства [5]. Согласно Гост 26953-86 «Техника сельскохозяйственная. Методы определения ее воздействия на почву», начальная плотность почвы восстанавливается после снятия нагрузки, если давление на нее меньше несущей способности почвы.

Для большинства случаев это давление не должно превышать 40–50 кПа. В то же время трактор «Белорус» оказывает давление около 180 кПа, а с навесной косилкой оно больше 300 кПа. Поэтому многократные проходы трактора по полю, особенно весной и осенью, приводят к необратимому уплотнению грунта. Исследования показали, что оно распространяется на глубину 2 м и более, т. е. дренаж подвержен действию этого уплотнения [6]. Оно суммируется в течение всего срока эксплуатации осушаемых земель и постепенно ухудшает работу дренажа, приводя в конечном счете к появлению вымочек сельскохозяйственных культур.

#### **Выводы:**

1. При коэффициентах фильтрации грунтов менее 2 м/сут сгущение дренажа не даст ожидаемого эффекта по объективным причинам.

2. Основные причины: многолетняя вспашка осушаемых земель плугами с оборотом пласта, масштабное применение минеральных удобрений вместо органических, вынос органики из почвы вместе с высокими урожаями сельскохозяйственных культур, а также необратимое уплотнение грунтов на глубину до 3 м от действия сельскохозяйственной техники.

3. Деградация почвы под влиянием названных факторов приводит к колюматации грунтов, а уплотняющее действие сельскохозяйственной техники к еще большему и необратимому снижению коэффициентов их фильтрации и к отказу работы дренажа даже при междренних состояниях всего около 5 м.

4. В проектах реконструкции осушительных систем следует отказаться от сгущения дренажа, если коэффициенты фильтрации грунтов около 0,1–1,0 м/сут.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Растениеводства / под ред. акад. ВАСХНИЛ, проф. А. П. Вавилова. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 407 с.

2. Государственная программа «Аграрный бизнес» 2021–2025 годы. – Минск: Беларусь, 2021. – № 59.
3. ТКП 45-3.04 -8 2005. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. – Минск, 2018. – 111 с.
4. Набздоров, С. В. Э02

- судоходные;
- противопаводковые;
- комбинированные.

Примеры гидроузлов в Беларуси.

#### 1. Минский гидроузел № 1.

Расположен на реке Свислочь, у истока канала имени Москвы. Создан в 1930-х гг. как часть проекта соединения Балтийского и Чёрного морей водным путём. Функции:

- регулирование уровня воды;
- предотвращение подтопления столицы;
- поддержание навигации;
- обеспечение эстетического и рекреационного значения.

#### 2. Гидроузел на реке Друть (Могилёвская область).

Один из ключевых узлов на пути формирования системы внутренних водных путей. Здесь осуществляется контроль за уровнем воды для нужд сельского хозяйства и судоходства.

Значение гидроузлов:

- обеспечивают безопасность населённых пунктов;
- позволяют использовать энергию воды;
- управляют водными ресурсами;
- создают условия для транспортировки грузов по рекам.

#### **2. Гидросистемы: связь между водными объектами.**

Гидросистема – это совокупность естественных и искусственных водных объектов, связанных между собой гидрологическими процессами и техническими сооружениями. Она представляет собой интегрированную структуру, позволяющую эффективно использовать водные ресурсы.

Основные гидросистемы Беларуси.

#### 1. Днепроовская гидросистема.

Связывает бассейны Верхнего Днепра, Припяти и Западной Двины. Через неё проходят важные водные пути, соединяющие Беларусь с Россией и Украиной. Является основой для международного судоходства.

#### 2. Припятско-Сожская гидросистема.

Обеспечивает связь южных районов страны с другими регионами. Важна для транспортировки сельскохозяйственной продукции и стройматериалов.

#### 3. Неманская гидросистема.

Используется в западных регионах страны, особенно в Гродненской области. Соединяет Беларусь с Литвой и Польшей.

Особенности функционирования.

- централизованное управление водными ресурсами;
- мониторинг уровня и качества воды;
- координация работы гидроузлов, насосных станций и очистных сооружений;
- интеграция с международными системами водопользования.

### **3. Пруды: малые, но многофункциональные.**

Типология прудов.

Пруды в Беларуси разнообразны по происхождению и назначению.

Распространение и история.

Беларусь обладает одними из самых развитых прудовых систем в Европе. Только в XIX в. было создано свыше 5 тысяч прудов. В советское время активно развивалось мелиоративное прудовое хозяйство, особенно в Полесье.

Современное состояние.

На сегодняшний день многие старые пруды требуют восстановления:

- зарастание;
- обмеление;
- загрязнение;
- разрушение дамб.

Однако есть примеры успешной реконструкции, например, в рамках программы «Чистая вода» и местных программ по возрождению прудового хозяйства.

Экологическая роль прудов:

- создание микроклимата;
- поддержание уровня грунтовых вод;
- обогащение кислородом;
- обиталище для множества видов растений и животных.

### **4. Водохранилища: аккумуляторы водных ресурсов.**

Водохранилище – это искусственный водоём, созданный путём перегораживания реки плотиной. Оно служит для хранения, распределения и регулирования водного потока.

Функции водохранилищ:

- регулирование стока рек;
- обеспечение питьевой водой;
- рыбоводство;

- энергетика (при наличии ГЭС);
- развитие туризма и спорта.

*Пример:* Нарочанское водохранилище.

Является крупнейшим в стране и популярным туристическим направлением. Расположено в живописной зоне Нарочанского национального парка. Здесь проводятся фестивали, регаты, организованы места отдыха и экскурсий.

### **5. Экологические аспекты.**

Положительное влияние:

- поддержание биоразнообразия;
- создание среды обитания для редких видов;
- улучшение качества воздуха и климата;
- увлажнение прилегающих территорий.

Негативное влияние:

- изменение естественного русла рек;
- подтопление земель;
- нарушение миграционных путей рыб;
- увеличение заболоченности в окрестностях;
- возможное загрязнение накапливаемой воды.

Меры экологической защиты:

- Строительство рыбопропускных сооружений;
- контроль за качеством воды;
- восстановление береговой линии;
- регулярное экологическое обследование.

### **6. Перспективы развития.**

Государственные программы.

Правительством Республики Беларусь реализуются такие программы, как:

- «Чистая вода»;
- «Возрождение прудового хозяйства»;
- «Строительство и модернизация объектов водного хозяйства».

Цели этих программ:

- реконструкция старых гидрообъектов;
- повышение экологической безопасности;
- развитие водного транспорта;
- увеличение доли малой гидроэнергетики.

Инновации и технологии

В последние годы внедряются современные методы:

- спутниковый мониторинг состояния водоёмов;

- автоматизированное управление уровнями воды;
- использование гидроэнергии на малых реках;
- очистка воды с применением новых технологий.

Международное сотрудничество.

Беларусь активно сотрудничает с соседними странами (Россией, Украиной, Литвой, Польшей) в сфере водопользования. Это позволяет:

- координировать действия в случае паводков;
- разрабатывать общие стандарты охраны вод;
- развивать трансграничные водные пути.

### **Заключение.**

Гидроузлы, гидросистемы, пруды и водохранилища – это не просто инженерные сооружения, а ключевые элементы жизнеобеспечения Республики Беларусь. Они обеспечивают:

- безопасность населения;
- развитие экономики;
- сохранение экосистем;
- рекреационные возможности.

Рациональное использование водных ресурсов, модернизация существующих объектов и строительство новых позволят Беларуси сохранять статус страны с высоким уровнем водного благополучия и экологической устойчивости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник В. А. Гидрология и гидротехнические сооружения : учебное пособие / В. А. Мельник. – Минск: Вышэйшая школа, 1995. – 272 с.
2. Евсеев А. И. Инженерная гидрология / А. И. Евсеев, Н. Н. Ковалёв. – Санкт-Петербург: Лань, 2006. – 320 с.
3. Залесский С. М. Водные ресурсы Беларуси / С. М. Залесский. – Минск: Беларусь, 2001. — 192 с.
4. Александрович В. П. Оценка влияния гидроузлов на экосистемы рек Беларуси / В. П. Александрович // Экология и природопользование. – 2020. – № 4. – С. 45–52.
5. Петров, А. А. Проблемы эксплуатации водохранилищ в условиях изменений климата / А. А. Петров // Водные ресурсы. – 2021. – Т. 48, № 3. – С. 301–310.
6. Иванова, Н. С. Роль прудов в поддержании водного баланса региона / Н. С. Иванова // Вестник БГУ. Серия 2. – 2019. – № 2. – С. 112–117.
7. Григорьев, А. Н. Рыбопропускные сооружения на гидроузлах: опыт Беларуси / А. Н. Григорьев // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 4. – С. 40–45.

УДК 631.347.3

**Железовский А. В.**, студент 1-го курса

## **ИНВЕСТИЦИИ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА МЕЛИОРАТИВНОЙ ТЕХНИКИ**

*Научный руководитель – Лукашевич В. М., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Производственные основные фонды мелиоративных предприятий и особенно их активная часть, в большей степени подвержены физическому износу по сравнению с фондами других строительных организаций в связи с использованием их в сложных гидрогеологических условиях, в агрессивной среде, вызывающей интенсивную коррозию. Отрицательное воздействие оказывают также частые перебазировки техники, интенсивные динамические нагрузки при работе в условиях низких температур и другие факторы. Поэтому важнейшей задачей каждого мелиоративного предприятия является обособление активной части основных фондов, к которой относятся все машины и механизмы находящиеся на балансе предприятия. В настоящее время изношенность активной части основных фондов мелиоративного предприятия очень высокая. По данным РУП «Белмелиоводхоз» она составляет более 87 %, что вызывает необходимость ускоренного обновления мелиоративной техники. устаревшие машины и механизмы, как правило, являются носителями устаревших технических решений и технологий, что не позволяет добиваться экономии материальных и энергетических ресурсов, обеспечивать рост производительности труда.

**Цель работы** – определение амортизационных средств предприятия как источник инвестиций для обновления парка мелиоративной техники.

**Материалы и методика исследований.** Методика проведенных исследований общепринятая в мелиоративной области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Важнейшими собственными источниками инвестиционных ресурсов каждого мелиоративного предприятия являются амортизационный фонд и прибыль, получаемая предприятием. Однако, в условиях кризиса платежей и расчетов многие субъекты хозяйствования, в том числе и мелиоративные предприятия, вынуждены порой прерывать процесс накопления амортизации, используя ее не по прямому назначению, а для уплаты

налогов, выплаты заработной платы, направлять на пополнение собственных оборотных средств. Другими словами, как указывается в работе [1], средства, предназначенные на обеспечение воспроизводства, используются на текущие потребности. В результате процесс начисления амортизации не прерывается, а ее накопление отсутствует, что уже стало типичным явлением для многих предприятий.

Как показано в работе [1] существует точка зрения, что амортизационный фонд, формируемый субъектами хозяйствования за балансом, не является источником инвестиций, ибо в качестве такового не могут рассматриваться какие-либо средства по забалансовым счетам. Но при подобном искажении процессов формирования и использования амортизационного фонда, как правило, возникают проблемы в привлечении другого источника собственных средств – прибыли, получении льгот по налогу на прибыль, что не позволяет в полной мере использовать возможности этого источника, не заинтересовывает коллективы в ее привлечении для обновления основных средств.

В условиях рынка помимо основной функции – формирования источника потенциального восстановления объекта основных средств – амортизация так же, как устойчивые пассивы (задолженность по налогам и отчислениям в бюджет, заработной плате и т. п.), используется для погашения текущих обязательств и платежей. Механизм их задействования в хозяйственном обороте базируется на несовпадении времени начисления этих затрат и времени соответствующего платежа. В частности, отчисления по заработной плате и налогам содержатся в цене товара, а необходимость их уплаты наступает 1–2 раза в месяц. То же происходит и в отношении амортизации, но сроки инвестирования менее жесткие и определяются самим мелиоративным предприятием. Это не противоречит и новой амортизационной политике, при внедрении которой предприятия получили право самостоятельно, с учетом состояния основных фондов и финансового положения, выбирать методы начисления и использования амортизации. При выполнении настоящей работы была выполнена оценка применимости различных методов и способов начисления амортизации для двух видов мелиоративной техники – экскаваторов и бульдозеров. Были выполнены все необходимые расчеты и построены графики изменения величины амортизационных средств в зависимости от нормативного срока службы и срока полезного использования данных видов амортизируемых основных фондов. В составе нелинейного способа были выполнены расчеты с применением метода суммы чисел лет и метода уменьшае-

мого остатка. В частности, применение метода суммы чисел лет предполагает определение годовой суммы амортизационных отчислений исходя из амортизируемой стоимости объектов основных фондов и отношения, в числителе которого – число лет, оставшихся до конца срока полезного использования объекта, а в знаменателе – сумма чисел лет срока полезного использования объекта [2]. При методе уменьшаемого остатка годовая сумма начисленной амортизации рассчитывалась исходя из определенной на начало года недоамортизированной стоимости и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования объекта и коэффициента ускорения равного 2 [3, 4]. В результате проведенного анализа выполненных расчетов и графиков можно отметить, что наиболее оптимальным для начисления амортизации применительно к активной части основных фондов мелиоративного предприятия является использование метода суммы чисел лет. Этот вывод подтверждается также и тем положением, что во всех развитых странах предпочтение отдается нелинейным методам начисления амортизации. Для государства наиболее простым и сравнительно недорогим путем является применение ускоренной амортизации машин и оборудования [5]. При этом можно сократить сроки амортизации или применять амортизацию по наработке. То есть главным ресурсом новой амортизационной политики является учет условий и особенностей работы предприятия при начислении амортизации с применением нелинейных методов и соответствующей оценки основных фондов.

Во всех развитых странах предпочтение отдается нелинейным методам начисления амортизации. Например, принцип арифметической прогрессии, который лежит в основе кумулятивного метода, позволяет в первые годы начислять амортизацию в повышенных размерах, с ее последующим ежегодным уменьшением. Но вместе с этим нужно отметить, что в силу ориентации нелинейных методов начисления амортизации исключительно на форсированный ее рост на начальном этапе происходит увеличение затрат на последней фазе эксплуатации машин, механизмов и оборудования, что негативно сказывается на конкурентоспособности выпускаемой продукции. В мелиоративных предприятиях республики, где удастся добиваться конкурентоспособности и рентабельности выполняемых работ преимущества новых методов начисления амортизации неоспоримы: она не только начисляется наиболее целесообразным методом, но и, как правило, полностью ис-

пользуется на обновление парка мелиоративной техники и техническое переоснащение.

**Заключение.** Таким образом, в настоящее время на мелиоративных предприятиях должна формироваться такая экономическая ситуация, которая позволила бы аккумулировать амортизацию наиболее рациональным способом и обеспечивать ее целевое использование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов, В. С. Амортизационные средства сквозь призму инвестиционной политики // Финансы. Учет. Аудит. – 2005. – № 12. – С. 21–25.
2. Основные средства. Учет и амортизация: сб. норматив. док. – 3-е изд. – Минск: Информпресс, 2005. – 156 с.
3. Основные средства. Временный республиканский классификатор амортизируемых основных средств и нормативные сроки их службы. – В 2 ч. Ч. 2. – М.: ООО «Информпресс», 2004. – 188 с.
4. Основные средства. Учет и амортизация. – В 2 ч. Ч. 1. – Минск: ООО «Информпресс», 2004. – 108 с.
5. Драгайцев, Д. В. Долгий путь к инвестициям. Пути обновления парка техники / Д. В. Драгайцев // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 34–38.

УДК 631.6:556.164

**Злобенко П. В.**, студент 1-го курса

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ТЯЖЕЛЫХ ГРУНТАХ**

*Научный руководитель – Лукашевич В. М., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Избыточное увлажнение на тяжелых породах приводит к заметному снижению урожая сельскохозяйственных культур, а во влажные годы – к гибели посевов. В Беларуси, особенно в северной части республики, в условиях холмистого рельефа все чаще осушаются со сложным почвенным покровом неоднородные по происхождению, механическому составу, водному режиму и плодородию почвы, что требует дифференцированных способов их осушения и окультуривания, а также путей использования в сельскохозяйственном производстве [1].

Мелиорируемые земли тяжелого механического состава сформировались на плоских равнинах, на поверхности имеется большое количество микро- и макропонижений, застой воды в которых во влажные периоды оказывает существенное влияние на урожай сельскохозяй-

ственных культур. В отдельных хозяйствах республики площади понижений охватывают 30–40 % пашни. Степень невыровненности рельефа дополняется многочисленными ямами, рытвинами и понижениями, образовавшимися при раскорчевке древесно-кустарниковой растительности, уборке камней и т. д.

Наличие земель с западным рельефом является серьезным препятствием для применения высокопроизводительной сельскохозяйственной техники, производительность которой в зависимости от характера сельскохозяйственных работ снижается на 12–33 %.

Наличие микрорельефа приводит к неравномерному распределению влаги по площади, препятствует своевременному проведению полевых работ, снижает производительность техники, способствует развитию эрозионных процессов и снижает эффективность мелиоративных систем. Особенно отрицательно сказывается застой воды в замкнутых понижениях [2].

Данное обстоятельство и определило цель научного исследования - проведение анализа способов по организации поверхностного стока на тяжелых грунтах.

**Материалы и методика исследований.** Методика проведенных исследований общепринятая в мелиоративной области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Учитывая слабую водопроницаемость тяжелых почв и сравнительно большой удельный вес поверхностного стока, важное значение на этих землях наряду с дренажем и мероприятиями по перераспределению влаги по почвенному профилю принадлежит организации поверхностного стока, ускорению отвода поверхностных вод.

Для наиболее эффективного ускорения отвода поверхностных вод используют: водоемы-копани, ложбины, колодцы-поглотители, открытые и закрытые осушительные сети и др.

Для отвода поверхностных вод из раскрываемых замкнутых понижений (западин) устраивают искусственные ложбины стока. Их устраивают при глубине раскрываемых западин глубиной 0,15 м и более, а также незамкнутым понижениям поверхности мелиорируемых земель. Глубина ложбин 0,2–0,6 м, уклон дна не менее 0,002. Как правило, эти западины выполняют засеваемыми. Для отвода из замкнутых понижений слоя поверхностной воды более 0,15 м и при невозможности или экономической целесообразности засыпки или раскрытия понижений ложбинами применяют колодцы-поглотители. Конструкция этих ко-

лодцев проектируется по типовым проектным решениям, разработанным РУДНП «Институт мелиорации» [3].

Водоем-копань устраиваем в самой низкой западине с таким расчетом, чтобы в него можно было сбросить воду самотеком. Размещают водоемы-копани возле населенных пунктов, у дорог, у границ полей севооборотов. Располагают водоемы с учетом организации сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель. Глубину водоемов-копаней рекомендуется принимать не более 3,0–3,5 м. Грунт вынутый при устройстве водоемов-копаней, используется для засыпки небольших западин, подсыпки средних и крупных западин. Наблюдениями было выявлено что водоемы-копани хорошо выполняют свою функцию по сбору на равнинных участках для противопожарных целей, бытовых нужд, для увлажнения мелиорируемых земель, как природоохранные объекты [4].

Устанавливая водоприемный колодец, поверхность земли вокруг него срезаем с таким расчетом, чтобы вокруг него образовались воронкообразное понижение в форме усеченного конуса с диаметром большего основания 3–5 м и глубиной у стен колодца 0,25–0,30 м.

Достоинством ложбинно-коллекторной системы является возможность более оперативной организации отвода поверхностного стока на тяжелых почвах. К недостаткам ее следует отнести необходимость строительства большого числа открытых водоприемных колодцев, которые затрудняют высокопроизводительное использование техники. Такой недостаток можно устраивать путем замены открытых колодцев на закрытые. Однако это в какой-то мере затруднит процесс подачи воды из ложбин в коллекторы. Насколько будет снижена эффективность коллекторно-ложбинной системы в данном случае. Сказанное выше предопределяет необходимость проведения дальнейших научных наблюдений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брусиловский, Ш. И. Мелиорация переувлажненных минеральных земель / И. Ш. Брусиловский. – Минск: Ураджай, 1990. – 224 с.
2. Брусиловский, Ш. И. Мелиорация минеральных почв тяжелого механического состава / И. Ш. Брусиловский. – Минск: Ураджай, 1981. – 160 с.
3. Киндерис, З. Б. Осушение земель в условиях холмистого рельефа / З. Б. Киндерис. – М.: Колос, 1983. – 175 с.
4. Михайлов, Г. И. Осушение тяжелых почв : учебное пособие для студентов специальности / Г. И. Михайлов // Мелиорация и водное хозяйство. – Горки, 2000. – 63 с.

УДК 502.5(476)

**Иванов Е. А.**, студент 2-го курса

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Научный руководитель – Ткачева Т. Н., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Агрolandшафты, представляющие собой территории, интенсивно используемые в сельском хозяйстве, играют ключевую роль в экономике Беларуси, обеспечивая продовольственную безопасность и создавая рабочие места. Однако, подобная деятельность оказывает существенное влияние на окружающую среду, формируя сложную экологическую ситуацию. В этой статье мы рассмотрим ключевые аспекты экологического состояния агрolandшафтов Беларуси, вызовы, с которыми сталкивается страна, и возможные пути решения.

**Цель работы** – оценить текущее экологическое состояние агрolandшафтов Республики Беларусь, выявить основные вызовы, связанные с их устойчивым функционированием, и предложить перспективные направления для улучшения экологической ситуации в агропроизводстве.

**Материалы и методика исследований.** Изучение литературных источников.

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Основные проблемы экологического состояния:

#### *1. Загрязнение почв:*

Химическое загрязнение: Интенсивное использование минеральных удобрений и пестицидов приводит к накоплению химических веществ в почве, загрязнению грунтовых вод и угрозе для здоровья человека [1, 2].

Физическое загрязнение: Эрозия почв, вызванная неправильной обработкой земли, перевыпасом скота и отсутствием защитных лесополос, приводит к потере плодородного слоя, снижению продуктивности и загрязнению водоемов [3].

Биологическое загрязнение: Монокультурное земледелие способствует распространению вредителей и болезней растений, требующих применения пестицидов, и снижает биологическое разнообразие почвы.

## *2. Загрязнение водных ресурсов:*

Сточные воды: Сброс неочищенных сточных вод от животноводческих комплексов и ферм приводит к эвтрофикации водоемов, загрязнению питьевой воды и гибели водных организмов [4].

Инфильтрация: Проникновение химических веществ с сельскохозяйственных угодий в грунтовые воды приводит к загрязнению подземных источников водоснабжения.

## *3. Деградация биологического разнообразия:*

Уменьшение численности видов: Интенсивное использование пестицидов, уничтожение мест обитания диких животных и птиц, вызванное расширением сельскохозяйственных угодий, приводит к сокращению биологического разнообразия.

Упрощение экосистем: Монокультурное земледелие и отсутствие лесополос снижают устойчивость агроэкосистем к болезням, вредителям и изменениям климата.

## *4. Изменение климата:*

Выбросы парниковых газов: Сельскохозяйственная деятельность, включая использование удобрений, обработку почвы и животноводство, является источником парниковых газов, способствующих изменению климата.

Влияние на урожайность: Изменение климата, выражающееся в более частых засухах, наводнениях и экстремальных температурах, негативно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

### *Вызовы и перспективы:*

Беларусь сталкивается с рядом вызовов, связанных с экологическим состоянием агроландшафтов:

Необходимость баланса: Обеспечение продовольственной безопасности и экономического развития при одновременном сохранении окружающей среды и снижении негативного воздействия на нее.

Переход к устойчивому сельскому хозяйству: Внедрение экологически чистых технологий, снижение использования химических удобрений и пестицидов, расширение практики органического земледелия.

Адаптация к изменению климата: Разработка устойчивых к климатическим изменениям сортов сельскохозяйственных культур, внедрение систем рационального землепользования и водопользования.

Управление земельными ресурсами: Оптимизация структуры посевных площадей, восстановление и создание защитных лесных полос, борьба с эрозией почв.

Экологическое просвещение и образование: Повышение осведомленности населения и фермеров о проблемах окружающей среды и необходимости устойчивого ведения сельского хозяйства.

Возможные решения:

Внедрение принципов устойчивого земледелия:

Использование органических удобрений и биопрепаратов.

Внедрение севооборотов и диверсификация посевов.

Применение минимальной обработки почвы.

Использование систем точного земледелия.

Развитие органического сельского хозяйства: Создание благоприятных условий для развития органического производства, включая поддержку фермеров, сертификацию и продвижение органической продукции.

Улучшение управления водными ресурсами:

Сооружение очистных сооружений на фермах и животноводческих комплексах.

Внедрение технологий капельного орошения и рационального водопользования.

Восстановление и охрана болот и водоемов.

Сохранение биологического разнообразия:

Создание охраняемых территорий, включая природные заказники и национальные парки.

Восстановление нарушенных экосистем.

Посадка лесополос и создание буферных зон вдоль водоемов.

Регулирование использования агрохимикатов:

Строгий контроль за использованием пестицидов и удобрений.

Ограничение или запрет использования опасных для окружающей среды веществ.

Разработка и внедрение программ мониторинга остаточных количеств пестицидов и удобрений в продукции.

Финансирование и поддержка: Предоставление финансовой поддержки фермерам, внедряющим экологически чистые технологии, и разработка государственных программ по охране окружающей среды.

Международное сотрудничество: Участие в международных проектах и программах, направленных на решение экологических проблем в сельском хозяйстве.

### **Заключение.**

Экологическое состояние агроландшафтов Беларуси представляет собой сложную проблему, требующую комплексного подхода. Пре-

одоление существующих вызовов и переход к устойчивому сельскому хозяйству требует координации усилий со стороны государства, фермеров, ученых и общественности. Внедрение инновационных технологий, соблюдение принципов устойчивого земледелия, улучшение управления земельными и водными ресурсами, а также повышение экологической сознательности населения являются ключевыми факторами для обеспечения экологической безопасности агроландшафтов и устойчивого развития Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахремчик, А. В., & Шабанов, В. А. (2015). Загрязнение почв Беларуси тяжелыми металлами. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладная механика.
2. Бурак, Ю. Д., & Волчек, А. А. (2020). Оценка воздействия химических средств защиты растений на окружающую среду и здоровье человека. Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География.
3. Медведев, В. В., & Булыгин, С. Ю. (2010). Эрозия почв и методы борьбы с ней в Беларуси. Земледелие и защита растений.
4. Казюка, И. В., & Дворецкая, И. П. (2018). Влияние сточных вод животноводческих ферм на загрязнение водных объектов. Природопользование и охрана окружающей среды.

УДК 631.347.3

**Котович П. Г.**, студент 1-го курса

### **ОСУШЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ НА ЗАПАДИННОМ РЕЛЬЕФЕ**

*Научный руководитель – Лукашевич В. М., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Сочетание тяжелых по гранулометрическому составу почв и западинного рельефа характерно для восточных районов Беларуси. На территории Восточно-Белорусской провинции выделяются пять ландшафтных районов, которые по разнообразию ландшафтной структуры они объединены в две группы.

Первую группу, не имеющую аналогов на территории республики, составляют районы с преобладанием возвышенных лессовых ландшафтов. Это Горецко-Мстиславский ландшафтный район, расположенный на северо-востоке провинции.

Вторую – образуют районы с преобладанием средневысотных вторичноморенных ландшафтов. В нее вошли Шкловский, Проня-Днепровский и Климовичский ландшафтные районы.

**Цель работы** – определение способов мелиорации тяжелых почв на западном рельефе.

**Материалы и методика исследований.** Методика проведенных исследований общепринятая в мелиоративной области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Горещкий и Мстиславский район характеризуется преобладанием волнисто-западных природно-территориальных комплексов (ПТК). Особенностью их поверхности является обилие западин, образовавшихся в результате суффозионных процессов на лессовидных суглинках и лессах. Число западин местами достигает 60–100 на 100 га (1 км<sup>2</sup>). Площадь отдельной западины составляет 0,01–0,6 га, глубина до 2 м, форма блюдцеобразная, овальная, контуры четкие, часто западины расположены цепочками. Основное количество западин (свыше 70 %) имеют площадь до 0,2 га, глубиной 0,2–1,0 м. Такие земли имеют неоднородный водно-воздушный режим. До 2–3 месяцев и более за вегетационный период в западинах застаивается поверхностная вода. Как правило, западины не используются в сельском хозяйстве и заняты закустаренными осоковыми лугами на дерново-глебоватых суглинистых почвах [1].

Наличие земель с западным рельефом является определенным препятствием для применения сельскохозяйственной техники, производительность которой снижается при подготовке почвы к посеву на 12–33 %, на посеве – 15–20 %, и уборке – 9–14 %.

Тяжелые почвы характеризуются высоким потенциальным и низким реальным плодородием. Их сельскохозяйственному использованию препятствует переувлажнение весной, осенью и в периоды летних интенсивных осадков. Причиной тому служит плоский безуклонный рельеф, при котором затруднен поверхностный сток, а наличие микро- и макропонижений способствует накоплению и застою в них атмосферных осадков и талых вод [2].

Тяжелые почвы и почвы на западном рельефе весьма трудно поддаются осушению. Связано это с тем, что в них значительная часть почвенной влаги находится в достаточно прочной физико-механической и физико-химической связи с твердой фазой почвы. Поэтому применяемые в таких случаях методы и способы осушения должны иметь комплексный характер, дополняться агро-мелиоративными и другими мероприятиями.

Основным методом осушения тяжелых почв и почв на западном рельефе является ускорение поверхностного и внутрпочвенного стока. Дополнительным методом может служить повышение инфильтрационной способности пахотного слоя почв [3].

**Заключение.** В качестве практических способов мелиорации в данных условиях разработаны следующие мероприятия и сооружения.

1. *Ликвидация (раскрытие) западин и понижений.* Западины глубиной до 0,15 м и площадью до 0,05 га засыпаются в процессе выполнения планировки мелиорируемых земель длиннобазовым планировщиком.

2. *Искусственные ложбины стока.* Применяются для отвода поверхностных вод из раскрываемых замкнутых понижений (западин) глубиной 0,15 м и более, а также по естественным тальвегам и незамкнутым понижениям поверхности мелиорируемых земель. Глубина ложбин 0,2–0,6 м, уклон дна не менее 0,002. Для раскрытия западин проектируют засеваемые западинные ложбины.

3. *Колодцы-поглотители.* Применяются для отвода из замкнутых понижений слоя поверхностной воды глубиной 0,15 м и более при невозможности или экономической целесообразности засыпки или раскрытия понижений ложбинами. Конструкция колодцев-поглотителей принимается по типовым проектным решениям, в частности, разработанным Институтом мелиорации НАН Беларуси.

4. *Закрытые собиратели с колонками-поглотителями.* Из замкнутых понижений с плоским дном при слое поверхностной воды менее 0,15 м и технической невозможности и экономической нецелесообразности их раскрытия или засыпки, отвод воды предусматривается закрытыми собирателями (дренажем) с установкой в них колонок-поглотителей, т. е. пунктирной засыпкой дренажной траншеи песчано-гравийной смесью.

5. *Водоемы-копани.* Проектируются в качестве локальных водоприемников для сброса поверхностного и дренажного стока западных земель. При наличии относительно компактной группы из нескольких западин (блюдца) на месте наиболее низкой из них устраивается водоем-копань, грунт из которого используется для засыпки остальных близлежащих западин.

6. *Агротехнические и агроландшафтные мероприятия.* На минеральных землях с западным рельефом, имеющих коэффициент фильтрации подпахотного слоя менее 0,2 м/сут на фоне дренажа проводят глубокое рыхление на глубину 0,6–0,8 м. Вспашка земель с западным рельефом должна проводиться вдоль склонов при ширине захвата от 15 до 20 м, чтобы уклон отводных борозд не превышал 0,01.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель: учеб. пособие для студ. высш. с.-х. учеб. заведений / Т. Д. Лагун. – Минск: Тонпик, 2008. – 384 с.
2. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель. Лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Землеустройство» / Т. Д. Лагун. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 286 с.
3. Природообустройство: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Голованов [и др.]. – М.: Колос, 2008. – 552 с

УДК 628.29:728.37

Лагун Г. А., студент 4-го курса

### **СТАНЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Частные дома, не подключённые к городским коммуникациям, нуждаются в автономной системе сбора сточных вод, поэтому каждый владелец со временем приходит к вопросу, какую систему сбора отходов выбрать. На рынке оборудования для автономной очистки представлен широкий выбор очистных сооружений, которые отличаются не только с конструктивной точки зрения, но и имеют разные способы очистки и утилизации стоков. Благодаря качественной переработке сточных вод впоследствии их можно использовать для собственных нужд (полива и прочих потребностей).

Производительность выбирается в зависимости от количества проживающих из расчета 200 литров в сутки на 1 жильца. Например, если в доме проживает 5 человек, то выбирают станцию производительностью 1000 л/сутки.

Залповый сброс – это объем стоков, который может одновременно поступить в очистную установку. Он должен быть больше или таким же, как залповый сброс всей установленной в доме сантехники. Для станций с самотечными переливами превышение залпового сброса грозит вымыванием микрофлоры и снижением качества очистки. Для определения залпового сброса сантехники можно пользоваться таблицей.

### Залповый сброс от сантехнических приборов

Приборы	Залповый сброс, л	Приборы	Залповый сброс, л
Унитаз	10	Стандартная ванна	200
Раковина	10	Ванна джакузи	400
Биде	5	Угловая ванна джакузи	440
Кухонная мойка	30	Стиральная машина	50
Душевая кабина	90	Посудомоечная машина	20

Корпуса станций могут быть цилиндрическими или в форме параллелепипеда. Цилиндрический корпус испытывает равномерную нагрузку изнутри и снаружи, он более устойчив к сдавливанию. Что касается материала, то самые прочные корпуса делают из полипропилена. Есть примеры станций из стеклопластика (БиоПурит, Кристалл), корпуса из него достаточно жесткие. Протечки в них могут возникать в местах присоединения горловин, боковин и патрубков.

Качество очистки зависит не только от конструкции станции, но и от других факторов: от режима использования (постоянно или сезонно); от времени года (зимой процессы очистки замедляются); от интенсивности использования (объем стоков, сливаемых в систему); от состава стоков (использования моющих и чистящих средств).

Многолетний опыт производства позволил разработать модели станции биологической очистки сточных вод, которые являются востребованными на белорусском рынке (очистные сооружения биологической очистки в 2 вариантах):

1. Очистные сооружения бытовых стоков (СБО) для водоотведения. На стадии очистки загрязненная вода проходит этап аэрации. Микроорганизмы, что формируют хлопья, активно размножаются, вследствие чего формируются целые группы, к которым в дальнейшем подключаются живые формы. Станция очистки сточных вод выполняет в процессе работы функцию подачи предварительно растворенного кислорода для обеспечения связи биогенных и других активных веществ, а также для отделения активного ила. В системе используется биоагрузка с закрепленными к ней организмами.

2. Станция глубокой биологической очистки СБО-Н. Эффективно очищает загрязненные воды как от органики, так и от соединений азота. Станция имеет аноксидную камеру, отстойник и аэротенк. Аноксидная камера отвечает за поддержание нужных условий аэробной аноксидной очистки. Здесь стоки смешиваются с активным илом, что

подается с аэрационной камеры. Далее воды перенаправляются в отдел более комплексной аэрации, где выполняется их очистка и оксидация азота. Из отстойника ил вновь направляется в аноксионную зону. Лишнее его количество время от времени удаляется, когда его объем превышает установленный нормами уровень.

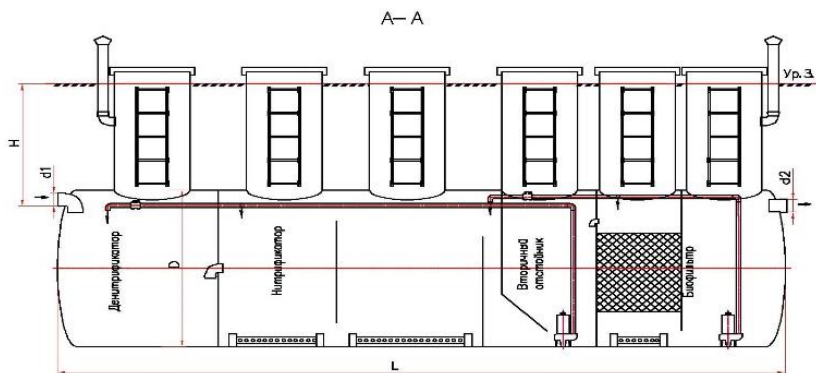


Рис. 1. Станция глубокой биологической очистки СБО-N

СБО-N дает возможность выполнять более эффективную очистку, чем СБО. При этом они остаются крайне нетребовательными к эксплуатационным условиям, в ходе работы не провоцируют образования зеленого ила и не вызывают анаэробных процессов. Ил извлекается и не появляется неприятный запах. Количество его существенно меньше, чем у станций биологической очистки воды (СБО), что обосновано поддержкой минимальной загрузки.

Функционально установка состоит из нескольких отсеков, каждый из которых отвечает за определенное действие: прием сточных вод, переработку и очистку, отстаивание очищенной воды и ее откачка в резервуар либо грунт. Такая станция глубокой биологической очистки – выгодное приобретение, так как это:

- уникальная отечественная разработка;
- очевидная экономия (доставка и монтаж на порядок дешевле, за счет местного производства);
- использование в изделиях прочного и износостойкого стеклопластика.

Последующее обслуживание комплекса не будет вызывать затруднений, потому что работа установки автоматизировано. Основной за-

дачей обслуживания установки является периодическое устранение накопившегося ила, и замена фильтров и при должном уходе система будет бесперебойно служить на протяжении долгих лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водоотведение: учебник / Ю. В. Воронов, Е. В. Алексеев, В. П. Саломеев, Е. А. Пугачев. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
2. Водоснабжение и водоотведение: учебник для вузов / В. И. Калицун [и др.]. – М.: Стройиздательство, 2006. – 480 с.
3. ТКП 4 1 202 10 45- .0 - -20 (02250) Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования.

УДК 504.43

**Мельникова М. Н.**, студентка 2-го курса  
**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Ткачева Т. Н., ст. преподаватель*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Подземные воды – это вода, находящаяся под поверхностью Земли в пространствах почвы и горных пород, а также в их трещинах. Подземные воды имеют огромное значение для развития человечества и используются в различных сферах жизни: в быту, в промышленности. В основном подземные воды используются для питьевого водоснабжения. Это постоянный источник питания для рек и озер. Подземные воды могут влиять на формирование рельефа. В некоторых случаях, при близком прилегании подземных вод к поверхности, они могут вызывать заболачивание.

Подземные воды являются стратегически важным ресурсом для питьевого водоснабжения и промышленности Беларуси. Подземные воды в Республике Беларусь составляют около 50 % общего водопотребления и являются основным источником питьевого водоснабжения. Однако их качество ухудшается из-за антропогенной деятельности. Для Республики Беларусь свойственны маломинерализованные (от 15–50 до 500–700 мг/дм<sup>3</sup>) подземные воды в основном гидрокарбонатного кальциевого состава, удовлетворяющие общим требованиям стандартов. Но известны обширные территории, где качество вод не соответствует стандартам.

**Цель работы** – изучить экологическое состояние подземных вод в республике.

### **Основная часть.**

#### **1. Состояние подземных вод.**

Существуют 2 вида загрязнений подземных вод: природные загрязнения и антропогенные.

##### **Природные:**

1) подземные воды на территории страны имеют высокое содержание минерального железа. Основные факторы влияющие на загрязнение вод – это гумидность климата и значительная площадь заболоченных территорий. Безопасное содержание железа, содержащееся в воде, может достигать 2 мг/дм<sup>3</sup>. В Беларуси превышение ПДК по железу (до 2 мг/ дм<sup>3</sup>) не оказывает вредного воздействия на организм человека, но будет иметь неприятные вкусовые и цветовые характеристики;

2) в природе марганец схож с железом. ПДК марганца на территории Республики Беларусь составляет всего 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Его содержание в подземных водах колеблется (0,01–1,6 мг/дм<sup>3</sup>). Повышенные концентрации марганца (более 1,8 мг/дм<sup>3</sup>) в воде увеличивают количество неврологических заболеваний у пожилых людей;

3) соединения бора в воде установлено в интервале от 0,0001 до 1,2 мг/дм<sup>3</sup>. Его ПДК для Беларуси составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенные концентрации этого элемента могут оказать негативное воздействие на пищеварительную систему людей;

4) для подземных горизонтов Беларуси источником бария являются водовмещающие породы. Содержание бария находится в интервале 0,0001–0,6 мг/дм<sup>3</sup>. ПДК по барию составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенное содержание бария (более 7,3 мг/дм<sup>3</sup>) негативно сказывается на состоянии сердечно-сосудистой системы;

5) содержание фтора в республике закрепилось до 4,0 мг/дм<sup>3</sup>. ПДК установлено в пределах 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Избыток фтора (больше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>) – вызовет флюороз, а недостаток (менее 0,7 мг/дм<sup>3</sup>) – способствует развитию кариеса;

6) в составе подземных вод Республики Беларусь постоянно фигурирует кремний. Содержание кремния находится в интервале от 0,5 мг/дм<sup>3</sup> и до 30–50 мг/дм<sup>3</sup>. ПДК в Беларуси составляет 10 мг/дм<sup>3</sup>. Превышение ПДК вызывает заболевания сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта;

7) загрязнение вод бериллием, кадмием, свинцом, хромом – очень опасно для человека. Эти элементы имеют свойство накапливаться и

их практически невозможно вывести из организма человека, их воздействие может вызывать тяжкие заболевания печени, почек и желудочно-кишечного тракта [6].

### ***Антропогенные загрязнения в областях.***

*Брестская область:* Наиболее проблемными районами области являются Брестский, Пинский и Барановичский районы. Источниками загрязнения подземных вод выступают нитраты (до 3–4 ПДК), пестициды и нефтепродукты из-за интенсивного сельского хозяйства и утечки из канализационных систем в данных районах [1, 2].

*Витебская область:* Состояние вод в области относительно благополучное, но в Оршанском и Полоцком районах фиксируются локальные очаги загрязнения. Загрязнителями являются: тяжелые металлы (цинк, свинец), фенолы. Источники загрязнений в этих регионах это промышленные предприятия (химические, металлургические) [1, 2].

*Гомельская область:* Состояние: Наиболее загрязненные – районы, пострадавшие от аварии на ЧАЭС (Хойникский, Брагинский). Загрязнители: радионуклиды (цезий-137, стронций-90), нитраты. Причины: последствия Чернобыльской катастрофы, сельскохозяйственные стоки [3, 4].

*Гродненская область:* Состояние: Высокие концентрации нитратов в Лидском и Слонимском районах. Загрязнители: нитраты (до 5 ПДК), аммоний. Причины: животноводческие комплексы, минеральные удобрения [1, 3].

*Минская область:* Наибольшее загрязнение в области концентрируется в Минском, Солигорском, Борисовском районах. Загрязнителями по большей части являются нефтепродукты, а также тяжелые металлы и нитраты. Причиной загрязнений в Минской области, как и в Витебской, являются транспорт, промышленность и сельское хозяйство [1, 2].

*Могилевская область:* Самые большие загрязнения располагаются вблизи крупных городов (Могилев, Бобруйск). Основные загрязнители представляются сульфатами, хлоридами, железом. Причины большинства загрязнений в этих районах – промышленные предприятия и коммунальные стоки [1, 2].

## **2. Основные причины антропогенного загрязнения:**

- Сельское хозяйство (нитраты, пестициды).
- Промышленные выбросы (тяжелые металлы, нефтепродукты).
- Коммунальные стоки (органические загрязнители).
- Последствия аварии на ЧАЭС (радионуклиды).

### 3. Меры по защите подземных вод.

Для защиты подземных вод от загрязнения применяется множество технологий, используемых для предотвращения попадания загрязнений в подземные воды, очистка уже загрязненных вод и мониторинг их общего состояния.

*Мониторинг и контроль:*

- Расширение сети наблюдательных скважин.
- Внедрение автоматизированных систем анализа (например, ГИС-технологий).

*Природоохранные технологии:*

- Внедрение биологических методов очистки сточных вод (био-фильтры, аэротенки и др.).
- Использование сорбционных барьеров для задержки загрязнителей.

*Правовое регулирование:*

- Ужесточение норм сброса сточных вод.
- Стимулирование предприятий к переходу на «зеленые» технологии.

*Восстановление водоохраных зон:*

- Высадка лесополос для предотвращения эрозии и фильтрации загрязнений.

*Инженерные мероприятия:*

- различные методы очистки сточных вод (механические, физико-химические, биологические и комбинированные методы очистки сточных вод) [5].

**Заключение.** Подземные воды Беларуси подвержены значительному антропогенному воздействию, особенно в сельскохозяйственных и промышленных регионах. Для их защиты необходимо комплексное применение мониторинговых, технологических и законодательных мер. Перспективным направлением является внедрение современных систем очистки и усиление контроля за использованием агрохимикатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр Республики Беларусь. Минск, 2022.
2. Отчет о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь. Минприроды, 2023.
3. Влияние сельского хозяйства на качество подземных вод. Национальная академия наук Беларуси, 2021.
4. Радиоэкологическая обстановка в Гомельской области. Институт радиологии, 2020.
5. Методы защиты подземных вод от загрязнения. Под ред. Иванова А.В., Минск, 2019.
6. <https://eurobur.by/2019/11/05/zagryaznenie-podzemnyh-vod-v-belarusi/>
7. [https://studbooks.net/992390/ekologiya/sostoyanie\\_podzemnyh](https://studbooks.net/992390/ekologiya/sostoyanie_podzemnyh)

УДК 622.011.4

Минич А. Д., студент 2-го курса

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Биогенные грунты* – современные органо-минеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. По своему генезису Они не однородны по своему генезису, составу, строению и состоянию, что связано с постоянно изменяющимися условиями их образования.

*Сухое вещество* (твердая фаза) биогенных грунтов состоит из продуктов распада растительных и животных организмов и минеральных включений. Источниками накопления минеральных соединений является биогенная, водная и воздушная миграция неорганических компонентов. Специфика свойств биогенных грунтов обусловлена их высокой влажностью и пористостью.

Основной объем содержащейся в ней воды связывается и удерживается органической составляющей этих грунтов. Минеральная составляющая связывает незначительное количество воды в сравнении с органической. Влажность органической составляющей (количество воды связанное единицей массы) и является структурным показателем, который достаточно точно характеризует сжимаемостью любого типа биогенного грунта. Органическая составляющая является основой каркаса биогенного грунта, который несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах.

В общем случае объем образца водонасыщенного биогенного грунта состоит из трех составляющих:

$$V_{\text{обр}} = V_{\text{орг}} + V_{\text{мин}} + V_{\text{в}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{обр}}$  – объем образца;

$V_{\text{орг}}$  – объем органической составляющей;

$V_{\text{мин}}$  – объем минеральной составляющей;

$V_{\text{в}}$  – объем воды.

В единице объема для подавляющего большинства биогенных грунтов их минеральная составляющая занимает несопоставимо малый, в сравнении с органической составляющей объем. Минеральная

составляющая биогенных грунтов способна связать и удерживать в структуре грунта значительно меньше количество воды, чем органическая. Поэтому связь между параметрами свойств устанавливают отдельно для каждой составляющей твердой фазы.

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих:

$$P_{т.ф.} = P_{мин} + P_{орг} . \quad (2)$$

Масса органической составляющей:

$$P_{орг} = P_{т.ф.} - P_{мин} . \quad (3)$$

Объем твердой фазы образца:

$$V_{т.ф.} = V_{обр} \cdot m . \quad (4)$$

Объем воды в образце:

$$V_{в} = V_{обр} - V_{т.ф.} . \quad (5)$$

Масса воды органической составляющей

$$P_{орг}^в = P_{обр}^в - P_{мин}^в , \quad (6)$$

где  $P_{орг}^в$  – масса воды органической составляющей;

$P_{мин}^в$  – масса воды минеральной составляющей.

Масса воды органической составляющей определяется по формуле:

$$P_{орг}^в = V_{обр} \cdot n \cdot \gamma_{в} , \quad (7)$$

где  $\gamma_{в} = 1,0 \text{ г/см}^3$  – плотность воды.

$$n = 1 - m , \quad (8)$$

где  $n$  – объем пор;

$m$  – объем твердой фазы.

Объем твердой фазы определяется по формуле:

$$m = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} \quad (9)$$

Влажность органической составляющей определяется по формуле:

$$W_{орг} = \frac{P_{орг}^в \cdot 100}{P_{орг}} \quad (10)$$

Однако плотность твердой фазы органической составляющей не определена. Задаваясь различными значениями плотности органической составляющей, можно рассчитать показатели физических свойств.

#### Расчет плотности твердой фазы органической составляющей

Плотность твердой фазы $\gamma_s^{\text{орг}}$	Плотность скелета органической составляющей				Коэффициент пористости органической составляющей			
	при влажности $W$							
	589,66	588,32	584,59	586,55	589,66	588,32	587,5	586,55
1,3	0,150	0,150	0,150	0,151	7,67	7,67	7,67	7,61
1,4	0,151	0,152	0,152	0,152	8,27	8,21	8,21	8,21
1,5	0,152	0,153	0,153	0,153	8,87	8,80	8,80	8,80
1,6	0,153	0,154	0,154	0,154	9,46	9,39	9,39	9,39

Как видно из таблицы при значениях  $\gamma_s^{\text{орг}} < 1,5 \text{ г/см}^3$  коэффициенты пористости органической составляющей меньше коэффициентов пористости образца грунта, что означает, что  $\gamma_s^{\text{орг}}$  не может быть меньше, чем  $1,5 \text{ г/см}^3$ . Поэтому для практических расчетов можно принять  $\gamma_s^{\text{орг}} = 1,5 \text{ г/см}^3$ , что совпадает со значениями  $\gamma_s^{\text{орг}}$ , полученными исходя из других предпосылок при определении показателей физических свойств биогенных грунтов.

Плотность скелета органической составляющей:

$$\gamma_d^{\text{орг}} = \frac{1}{0,01W_{\text{орг}} + \frac{1}{\gamma_s^{\text{орг}}}} \quad (11)$$

Плотность органической составляющей:

$$\gamma_{\text{орг}} = \gamma_s^{\text{орг}} \cdot (0,01W_{\text{орг}} + 1) \quad (12)$$

Объем органической составляющей:

$$V_{\text{орг}} = W_{\text{т.ф.}} - V_{\text{мин}} \quad (13)$$

Высота органической составляющей в образце:

$$h_{\text{орг}} = V_{\text{орг}}/F \quad (14)$$

Коэффициент пористости органической составляющей:

$$\varepsilon_{\text{орг}} = \frac{\gamma_s^{\text{обп}}}{\gamma_s^{\text{орг}}} \quad (15)$$

**Выводы.** Приведенный анализ показал, что для практических расчетов можно принять  $\gamma_s^{opt} < 1,5 \text{ г/см}^3$ , что совпадает со значениями, полученными при разработке методики определения показателей физических свойств биогенных грунтов и позволяет при анализе компрессионных испытаний находить параметры, исходя из уточненных характеристик органической составляющей этих грунтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов, П. А. Строительство сооружений на заторфованных территориях / П.А. Коновалов. – М.: Стройиздат, 1995. – 344 с.
2. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
3. Сеськов, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под здания и сооружения / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИТИ, 1989. – 48 с.
4. Дрозд, П. А. Расчет осадки насыпей на болотах / П. А. Дрозд, В. Н. Заяц // Гидротехника и мелиорация. – № 3. – 1968. – С. 59–64.
5. Амарян, Л. С. Прочность и деформируемость торфяных грунтов / Л. С. Амарян. – М.: Недра, 1969. – 51 с.
6. Васильева, Н. В. Компрессионные свойства биогенных грунтов / Н. В. Васильева // Мелиорация переувлажненных земель / Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1997. – Т. 44. – С. 261–265.

УДК 628.171

**Муркин Д. В.**, студент 2-го курса

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДООТВОДЯЩИХ СИСТЕМ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Процесс просадки грунта от воздействия сточных вод связан с растворением и вымыванием легкорастворимых солей, что повышает пористость грунта и значительно увеличивает степень изменений. По степени просадки существует три типа просадочных грунтов:

1. Просадка от собственного веса при замачивании водой составляет 0–50 мм.
2. Просадка от собственного веса при замачивании водой от 50 до 200 мм.
3. Просадка от собственного веса при замачивании водой от 200 мм.

При попадании в просадочные грунты сточных вод, которые обладают отличными от обычной воды характеристиками, грунты приоб-

ретают новые свойства. Сложные по составу сточные воды приводят к деформации грунта и его дополнительному уплотнению. Также изменяются структурные химические связи в просадочных грунтах, которые в исходном состоянии по сути являются неустойчивыми водородными связями.

В зависимости от кислотно-щелочного баланса сточных вод, сцепление между частицами грунта может как снижаться (при замачивании кислотными растворами), так и повышаться (при замачивании щелочными растворами).

Просадочные грунты уменьшают свой объем при замачивании и подразделяются на два типа. К первому типу просадочных грунтов относятся грунты, у которых просадка от собственного веса при замачивании практически отсутствует или не превышает 5 см. Ко второму типу относятся грунты, которые при замачивании дают просадку от собственного веса более 5 см. При устройстве водоотводящей сети в просадочных грунтах необходимо тщательно выполнять работы, предотвращающие утечку воды из трубопровода и недопускать замачивания котлованов и траншей ливневыми водами. Поэтому разработку траншей и укладку трубопроводов в летнее время ведут ускоренными темпами во избежание попадания в траншею атмосферных вод. Для просадочных грунтов I типа водоотводящие сети прокладываются по стандартной технологии, для II и III типа с дополнительными требованиями.

Обязательным условием перед началом прокладки водоотводящих сетей является организация поверхностного стока в пределах границ строительной площадки. Не следует допускать замачивания грунтов в понижениях рельефа, так как это приведет к изменению грунтов на отдельных участках и последующей деформации трубопроводов.

Прокладку водоотводящих сетей рекомендуется осуществлять в нижней части склонов или по тальвегам. Для предупреждения замачивания траншей атмосферными осадками в теплый период года, подготовку грунта и прокладку труб необходимо проводить в короткие сроки.

#### **Прокладка водоотводящих сетей.**

##### *Просадочные грунты I типа.*

В просадочных грунтах, которые относят к I типу, водоотводящие сети прокладывают по стандартам, принятым для непросадочных грунтов. Интервал между трубопроводом и основанием сооружений принимается от 5,0 м. При расчете интервала учитывается глубина просадочного слоя грунта и размер поперечного сечения трубы. в слу-

чае, если интервал менее 5 м, трубопроводы размещают в водонепроницаемом канале, уклон которого в сторону контрольного колодца составляет 0,02.

*Просадочные грунты II и III типа.*

Прокладка водоотводящих путей в просадочных грунтах II и III типа осуществляется на уплотненный грунт глубиной 0,2–0,3 м ниже отметки дна траншеи, для предотвращения проседания. Если глубина просадки предполагается более 40 см, то необходимо устройство водоупорного основания, обработанного битумом или дегтем, с оборудованным дренажным слоем до 0,1 м толщиной, который будет отводить аварийные сбросы в контрольные колодцы. Расстояние между колодцами устанавливается 210 м. Также необходимо подобрать материал для трубопроводов.

Просадка возникает из-за разрушения макропор и цементирующих связей между частицами грунта при увлажнении. Современные исследования выделяют два типа просадки:

- структурная – связана с потерей жесткости каркаса грунта;
- суффозионная – вызвана выносом мелких частиц водой, что усиливает неравномерную осадку.

Современные стоки содержат микропластик, ПАВ и тяжелые металлы, которые ускоряют коррозию труб и дестабилизируют грунт. Эксперименты НИИ «ВОДГЕО» (2022) показали, что кислотные стоки (рН = 4) снижают сцепление частиц на 35 %, а щелочные (рН = 9) повышают на 15 %, но провоцируют засоление.

### **Заключение.**

Поэтому при проектировании и строительстве водоотводящих сетей в просадочных грунтах необходимо строгое соблюдение технологического процесса. Внедрение геосинтетики, цифрового моделирования и строгого контроля за стоками позволяет снизить риски на 50–60 %. Перспективным направлением является разработка самоадаптивных дренажных систем с датчиками реального времени.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30416-2022 «Грунты. Лабораторные испытания. Правила проведения».
2. Eurocode 7: Geotechnical design (2023).
3. Иванов, А. А. Геосинтетика в инфраструктуре: опыт СНГ / А. А. Иванов. – М.: Стройиздат, 2021.
4. Калинин, М. Ю. ИИ в гидрологическом моделировании / М. Ю. Калинин // Гидротехника. – № 5. – 2023.
5. Данные НИИ «ВОДГЕО»: Отчет по проекту РБ-04/2022.

УДК 631.347.3

**Никонов Н. Р.**, студент 1-го курса  
**ОРОШЕНИЕ САДОВ И ЯГОДНИКОВ**

*Научный руководитель – Лукашевич В. М., канд. с.-х. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Для обеспечения высокоэффективного производства плодов и ягод в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов, практическое воплощение в Республике Беларусь находит основное направление в интенсификации плодородства – закладка крупных промышленных садов с применением в них передовой технологии и организацией базы для товарной обработки, хранения, частичной переработки, а также упаковки и реализации плодов. Изменяется породно – сортовой состав садов. Предпочтение отдается семечковым породам позднезимних сортов, пригодных для длительного хранения, возрастает доля ягодных культур, в том числе и нетрадиционных – брусника, голубика, клюква, что позволит произвести в 2020 г. 800 тыс. т плодово-ягодной продукции [1].

Природные условия Республики Беларусь в целом благоприятны для произрастания многих плодовых пород, однако различные районы не равноценны по степени их благоприятности. Климат несколько ограничивает породный и сортовой состав насаждений в направлении с ее юго-запада на северо-восток. На основе комплексной оценки природных факторов, в которой в качестве предпочтительных использованы почвообразующие породы и рельеф, здесь выделено 10 районов перспективной концентрации орошаемого промышленного плодородства с созданием 12,2 тыс. га садов интенсивного типа.

**Цель работы** – определение физиологических и эколого-экономических основ орошения садов и ягодников интенсивного типа.

**Материалы и методика исследований.** Методика проведенных исследований общепринятая в мелиоративной области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время еще не установлены экспериментально обоснованные критерии обеспеченности плодовых культур влагой естественных осадков в различных природно – климатических зонах. Без влаги не могут протекать ни физические, ни биологические процессы. И все же продуктивность плодовых растений зависит от влаги в такой степени, в какой ее недостаток или избыток ограничивает использование имеющихся термических ресурсов для накопления растительной массы.

Влага – один из немногих факторов жизнедеятельности растений, поддающихся регулированию. Исследованиями установлено, что у плодовых растений фотосинтез наиболее интенсивно осуществляется не при полной насыщенности клеток водой, а наоборот, при некотором дефиците влаги; ростовые же процессы происходят интенсивнее при высокой их обводненности. Наблюдения показывают, что даже кратковременное нарушение влагообеспеченности не проходит бесследно для плодовых деревьев, уменьшая их листовую поверхность, прирост побегов и штамбов, нарастание кроны, корневой системы и продуктивность [2].

Засушливые периоды способствуют ухудшению условий влагообеспеченности уплотненных садов интенсивного типа на низкорослых подвоях, отличающихся повышенной требовательностью к влажности почвы. Это связано с тем, что у них корневая система не проникает так глубоко, активный влагообмен невелик, листья менее приспособлены к воздушной засухе. Поэтому в условиях неустойчивого режима естественного увлажнения и теплообеспеченности территории Республики Беларусь без орошения выращивание высоких урожаев плодовых культур практически невозможно.

По степени уменьшения устойчивости к недостатку влаги плодовые деревья располагаются в следующей последовательности: вишня, крыжовник, черешня, яблоня, слива, смородина черная. Обратный порядок характеризует сравнительную влаголюбивость пород. В порядке возрастания их теплолюбивости их можно условно разделить на следующие группы:

- 1) земляника, малина, смородина, крыжовник;
- 2) яблоня, вишня;
- 3) слива;
- 4) черешня.

Для научного обоснования современных технологий орошаемого плодоводства (капельного полива и микродождевания) важно знать размеры расходных статей водного баланса в целом и плодового растения в отдельности. Эти вопросы мало исследованы в полевых и вегетационных опытах. Большинство исследователей, проводивших опыты в молодых и плодоносящих садах, определяли суммарный расход влаги садом. Исследователи, работавшие методом вегетационного опыта, изучали главным образом влияние водного режима на физиологические функции, рост и зимостойкость плодовых растений.

Нашими полевыми исследованиями при орошении дождеванием установлена более устойчивая корреляционная зависимость испарения с поверхности почвы от температуры воздуха, интенсивности транспирации яблоней – от дефицита влажности воздуха и существенная вариация их количественных показателей (0,04–0,44 мм/ч и 0,05–0,55 мг/мин.см<sup>2</sup>) в течение периода вегетации. Задержание кроной атмосферных осадков с вероятностью превышения 5 % может достигать 7–26 % в целом за май – сентябрь в зависимости от мощности листового покрова. При этом оказалось, что расход воды на транспирацию за годы исследований составил 58,7 %, испарение задержанной кроной воды – 8,3 %, испарение с поверхности почвы – 33,0 % от суммарного водопотребления яблоневых садов [2, 3].

Однако дополнительного научного обоснования, полевых исследований и разработки укрупненных экологически безопасных норм водопотребности плодово-ягодных культур, плодopитомников, ягодников и плантаций нетрадиционных культур интенсивного типа при микроорошении в Республике Беларусь явно недостаточно, а применение рекомендаций, полученных для других условий, требует специальной производственной апробации и подтверждения.

При разработке программы исследований по ресурсосберегающим технологиям полива и нормам водопотребности интенсивного плодopводства в Республике Беларусь учитывалось, что в предстоящей пятилетке здесь планируется переход от создания технически совершенных к экономически и экологически эффективным мелиоративным системам и отраслям агропромышленного комплекса, что потребует разработки и реализации использования орошаемых земель, обеспечивающего окупаемость затрат на их орошение и эффективное функционирование как систем капельного орошения, так и интенсивного плодopводства в целом.

Принятие эколого-экономически оптимальных решений в интенсивном плодopводстве определяются распределением ресурсов между факторами формирования урожая (сорт, вид, дозы удобрений, средства защиты, режим и технология полива), формированием товаропроводящей сети и т. д. При этом на современном уровне развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь потребуется получение максимальной прибыли и рентабельности производства при минимуме их затрат без нанесения экологического ущерба окружающей среде.

Данная задача может быть решена путем построения экономико-экологических моделей и установления подходов и расчетных зависи-

мостей для их решения на основе анализа и обобщения необходимой информации, в том числе и для оптимизации водоемкости интенсивного плодородства Республики Беларусь, как одной из составляющих экономически эффективного и эколого-безопасного развития отрасли.

**Заключение.** Предусматриваемые производственные полевые и специальные наблюдения и исследования позволят уточнить возможность применения рекомендуемых расчетных параметров [3] при обосновании режима капельного орошения садов и ягодников промышленного типа и его экономической эффективности. Аппроксимация разработанных моделей оптимизации норм водопотребности будет проведена на базе ОАО «Александрийское» Шкловского района Могилевской области, где площадь промышленного сада с системой капельного орошения и микродождевания займет в ближайшей перспективе 350 га и заканчивается строительство современного фруктоохранилища общей вместимостью 6,5 тыс. т яблок с регулируемой газовой средой. Затраты по созданию орошаемого сада на промышленной основе полностью окупятся примерно за три года [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голченко, М. Г. Орошение садов и ягодников / М. Г. Голченко, А. С. Девятков, Т. Д. Лагун. – Минск: Урожай, 1985. – 191 с.
2. Лагун, Т. Д. Нормы водопотребности плодово-ягодных культур в условиях Республики Беларусь / Т. Д. Лагун. – Херсон, 2005. – С. 7.
3. Рахлей, А. В. Ресурсосберегающие нормы и технологии полива в плодово-ягодных комплексах Республики Беларусь / А. В. Рахлей, Т. Д. Лагун // Материалы IX международной научной конференции. – Горки: БГСХА, 2008. – С. 95–99.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

### **ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА НА ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВАХ**

*Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** эффективность, фильтрующих материалов, осушение земель, минералогический состав, фильтрация, закрытые собиратели, дренаж.

**Аннотация.** Важной проблемой мелиорации тяжелых почв является изменение их физических, водных и химических свойств при длительной эксплуатации дренажа, приводящее к снижению эффективно-

сти его осушающего действия, и как следствие к уменьшению продуктивности мелиорируемых земель. Требуются теоретическое эколого-мелиоративное обоснование почвообразовательных процессов этих изменений и рекомендации практического решения их восстановления.

В качестве материалов для фильтрации в дренажных системах применяются синтетические нетканые материалы в рулонах. На почвах со средней и слабой водопроницаемостью дрены дополнительно покрываются местными сыпучими фильтрующими материалами, к которым относятся песок, древесная щепа, шлак и другие подобные вещества. После этого выполняется обратная засыпка траншей грунтом, вынутым при их устройстве.

На тяжёлых и сильно уплотнённых почвах, обладающих коэффициентом фильтрации менее чем 0,1 м в сутки, для ускорения отвода влаги из пахотного слоя рекомендуется использовать водопроницаемые засыпки дренажных систем. Эти засыпки укладываются до поверхности земли либо до уровня пахотного горизонта и изготавливаются из таких материалов, как гравий, песок и щебень. Кроме того, дренажные системы следует дополнять агро-мелиоративными мероприятиями, направленными на ускорение поступления избыточной влаги в дренажные трубы.

При мелиорации земель, характеризующихся тяжёлым минералогическим составом почвы, в качестве материала для засыпки траншей используется гранулометрически однородный материал с высокой водопроницаемостью. Это могут быть песок, гравий, а также отходы золашлакового происхождения. Установлено, что движение воды к дренажному сборному элементу происходит в двух направлениях: по пахотному слою через засыпку траншеи и по осушаемому активному слою почвы.

Существенным аспектом в проектировании закрытых сборных дренажей является определение геометрии засыпки траншей. С одной стороны, траншейная засыпка значительно влияет на эффективность функционирования системы сбора влаги, с другой – её объём напрямую определяет экономические затраты. Чем больший объём засыпки предусмотрен, тем эффективнее работает система, однако возрастает и стоимость её устройства.

Методика, основанная на использовании фильтрационных сопротивлений, предполагает замену реальной придренированной зоны фильтрации условной областью, моделируемой как открытый канал. Это приводит к утрате различий между траншейной засыпкой, фильтрующим

слоем и самим осушаемым грунтом, что затрудняет точную оценку скорости фильтрации на их границах, а также интенсивности процессов вымывания мелких частиц почвы (суффозии).

Согласно исследованиям В. С. Печениной, дренажная система с применением грубопористых фильтрующих материалов, таких как щебень, гравий или керамзит, обеспечивала такое же осушающее действие при глубине заложения 0,8 м и расстоянии между дренами 22,5 м, как и система с глубиной дренажа 1,4 м и расстоянием между дренами 15 м. В условиях Республики Беларусь при расстоянии между дренажными трубами 20 м было выявлено, что применение фильтрующей засыпки увеличивает слой дренажного стока в среднем в четыре раза по сравнению с обычной засыпкой. При этом коэффициент фильтрации в зоне гравийно-песчаной засыпки на глубине 0,25 м составлял 12,9 м в сутки, тогда как в пахотном горизонте и в вынutom грунте он равнялся соответственно 3,63 и 0,69 м в сутки. За пределами зоны фильтрующей засыпки этот показатель варьировался в пределах от 0,09 до 0,69 м в сутки.

По мнению Ц. Н. Шкинкиса, даже на лёгких минеральных почвах использование более водопроницаемой засыпки траншей оказывает положительное влияние на отвод лишней влаги лишь при наличии выпуклой формы поверхности между дренами. В условиях равнинного рельефа эффективность такого приёма практически отсутствует. При проектировании засыпки в пылеватых глинистых грунтах необходимо учитывать возможность её заилиения. Многие учёные считают оправданным применение комбинированного дренажа при осушении тяжёлых почв, поскольку это позволяет увеличить расстояние между дренами в два-три раза.

В связи с этим возникает необходимость в методике расчёта параметров закрытых сборных дренажей и дрен, которая учитывает проницаемость как траншейной засыпки, так и осушаемого грунта. Такая методика должна опираться на гидродинамический подход, включающий анализ локальных неоднородностей в почвенной структуре.

Для повышения эффективности осушения тяжёлых по механическому составу почв и увеличения их водопроницаемости важно проводить глубокую мелиоративную обработку подпахотного слоя. Наиболее результативным способом считается глубокое мелиоративное рыхление, которое позволяет существенно улучшить проницаемость почвы и ускорить отвод избыточной влаги.

На землях акционерного общества «Раменское», расположенных на дерново-подзолистых суглинистых почвах, было установлено, что

глубокое рыхление повысило проницаемость почв с начальных значений 0,12–0,16 м в сутки до 0,52–0,75 м в сутки. Это свидетельствует о том, что эффективность осушения тяжёлых почв достигается не только за счёт устройства дренажа, но и посредством проведения агроメリоративных мероприятий, включая глубокое рыхление и внесение органических удобрений. При проектировании водоотводящих дренажных систем необходимо учитывать использование водопроницаемой траншейной засыпки. Следовательно, требуется теоретически обоснованная методика расчёта дренажа, которая учитывает проницаемость почвы, дренажных фильтров и материалов засыпки траншей.

Многие специалисты считают, что дренажные системы, предназначенные для почв с тяжёлым гранулометрическим составом в подпахотном горизонте, должны обязательно дополняться агроメリоративными мероприятиями. К таким мероприятиям относятся планировка поверхности, профилирование, узкозагонная вспашка, кротование и глубокое рыхление. Эти приёмы способствуют улучшению водоудерживающей способности почвенного профиля и ускоряют отвод поверхностных вод. В современных условиях глубокое рыхление тяжёлых почв, оснащённых дренажной системой, остаётся наиболее эффективным способом регулирования водно-воздушного режима.

Согласно данным Б. С. Маслова, после проведения глубокого рыхления объём дренажного стока увеличивается на восемнадцать – тридцать процентов, при этом наблюдается одновременное уменьшение поверхностного стока. В периоды повышенного увлажнения влажность почвы на участках, подвергшихся рыхлению, снижается на три–шесть процентов, а в засушливые периоды увеличивается на четыре–двенадцать процентов благодаря дополнительной способности почвы к удержанию влаги. Эта способность формируется в результате изменения структуры почвы после рыхления.

По результатам исследований Ш. И. Брусиловского, в первый год после проведения глубокого рыхления объём дренажного стока возрастает на шестьдесят две с половиной – семьдесят два процента при одновременном снижении объёма поверхностного стока. Также Х. Н. Стариков с соавторами отмечают, что после глубокого рыхления объём дренажного стока увеличивается в один и три десятых – два с половиной раза. Для долговременного сохранения эффекта от рыхления необходимо вносить в подпахотные горизонты вещества, способствующие стабилизации рыхлой структуры почвы. Б. С. Маслов указывает, что сочетание глубокого рыхления с известкованием и внесе-

нием органических удобрений существенно ускоряет процесс улучшения почвенных свойств.

Исследования немецкого учёного В. Штрахе показали, что проведение глубокого рыхления в сочетании с известкованием тяжёлых почв на фоне дренажа способствует увеличению доступного для растений запаса влаги на пятнадцать – тридцать миллиметров, а на лёгких минеральных почвах – на двадцать процентов. Аналогичные результаты были получены и другим немецким исследователем А. Байлеем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брусиловский, Ш. И. Глубокое рыхление тяжелых почв / Ш. И. Брусиловский, П. П. Евчик // Обзорная информация. Экспресс-информация. – Вып. 15: Осушение и осушительные системы. – М.: ЦБНТИ, 1978. – С. 58.
2. Гулюк, Г. Г. Гидрологические свойства и продуктивность дерново-подзолистых оглеенных почв при различных режимах и продолжительности работы гончарного дренажа / Г. Г. Гулюк // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – М., 2000. – 19 с.
3. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации : учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки: БГСХА, 2019. – 232 с.
4. Касьянов, А. Е. Глубокое рыхление дренированных земель овощекормовых севооборотов / А. Е. Касьянов. – М.: РАСХН, ВНИИО, 1993. – 34 с.
5. Климко, А. И. Осушение тяжелых почв закрытым дренажем / А. И. Климко // Осушение тяжелых почв. – М., 1981. – С. 41–50.
6. Колганов, А. В. Опыт осушения земель в предгорной зоне Северного Кавказа с использованием водопоглощающих колодцев / А. В. Колганов, Г. В. Донской, К. Х. Карсанов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 5. – С. 28–30.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

### **ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Цель** предоставленной статьи выявить основные источники загрязнения земель.

**Методы.** В процессе исследования проблемы экологического загрязнения использовались методы практического и теоретического анализа.

**Результат работы.** При установлении концентрации загрязнителей в дренажном стоке, превышающей предельно допустимую концентра-

цию (ПДК), фиксируют загрязнение водоприемника и устанавливают причину загрязнения, которая может быть как при нарушении технологии выращивания урожая, так и при неудовлетворительной работе осушительной сети.

**Вывод.** Экологический контроль осушительных систем установил, что сброс загрязнителей обусловлен не нарушениями технологии выращивания урожая, а неудовлетворительной работой мелиоративной системы. Наличие сброса загрязнителей с мелиорируемых земель устанавливают гидрохимическими наблюдениями за пределами осушительной системы – в водоприемнике и в устьевой части оградяющей сети.

**Ключевые слова:** осушительная система, агрозагрязнители, загрязнения, фоновый наблюдательный створ

При эксплуатации мелиоративных систем одним из ключевых направлений экологического мониторинга является контроль качества дренажного стока. В случае выявления в стоке концентраций загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативами предельно допустимые концентрации (ПДК), фиксируется факт загрязнения водоприемника. После этого устанавливается источник загрязнения, который может быть связан как с нарушениями агротехнологии, так и с неудовлетворительной работой самой осушительной системы.

Полевые исследования и гидрохимический анализ в пределах водоприемников показали, что причиной загрязнения в большинстве случаев является именно неудовлетворительная работа мелиоративной сети. Установление сброса агрозагрязнителей (остатков удобрений, средств защиты растений и т. п.) осуществляется посредством гидрохимических наблюдений, которые проводятся за пределами системы – непосредственно в водоприемнике и в устьевых частях оградяющей сети.

Воздействие осушительной системы на окружающую среду проявляется в двух основных аспектах:

Загрязнение водоприемника агрохимикатами.

Изменение водного режима прилегающей территории, в частности – понижение уровня грунтовых вод.

Для оценки влияния дренажной сети на водоприемник организуются наблюдения на специальных створах – фоновых и контрольных. Размещение таких створов зависит от схемы самой осушительной системы, положения её водосбросов, а также от местоположения сбросов других объектов – промышленных, коммунальных или сельскохозяйственных.

Фоновый наблюдательный створ размещается выше по течению водоприемника по отношению к месту сброса дренажной воды. Между ним и сбросом осушительной системы не допускается наличие иных сбросов – как промышленного, так и сельскохозяйственного происхождения. Это необходимо для корректного сравнения фонового и загрязнённого состояния вод.

Контрольный створ располагается ниже по течению водоприемника относительно сброса из осушительной системы. Дополнительно контрольные створа могут размещаться в устьевых частях ограждающих сетей, в том числе в нагорных и нагорно-ловчих каналах. В условиях осушительно-увлажнительных систем контрольные створа могут также располагаться в нагорной части оросительной насосной станции.

Размещение всех наблюдательных створов должно учитывать конструктивные особенности осушительной системы и конфигурацию её элементов в плане. Однако, на данный момент, универсальные схемы размещения створов для различных типов осушительных систем в Республике Беларусь и сопредельных регионах не разработаны, что затрудняет унификацию экологического мониторинга.

Наряду с оценкой воздействия на водоприемник важным элементом экологического контроля является определение влияния осушительной системы на уровень грунтовых вод на прилегающих территориях. Это осуществляется посредством устройства сети наблюдательных скважин по створам. Методика проведения таких наблюдений является хорошо разработанной и общепринятой, включая регулярные измерения уровня залегания грунтовых вод в разные сезоны года.

Таким образом, экологический контроль осушительных систем представляет собой сложный, но необходимый процесс, позволяющий своевременно выявлять нарушения в работе мелиоративных сооружений и предотвращать негативное влияние на водные объекты и земельные ресурсы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева, Т. В. Эффективность защиты дренажа от заохривания / Т. В. Беляева, Е. Г. Сапожников // Гидротехника и мелиорация. – 1984. – № 7. – С. 46–48.
2. Гулюк, Г. Г. Структурная мелиорация торфяных почв как способ повышения их продуктивности и долговечности / Г. Г. Гулюк, Ю. А. Томин, Р. Н. Мысшаков // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. – Рязань, 2004. – С. 10–15.
3. Добровольский, В. В. Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / В. В. Добровольский // Биологическая роль микроэлементов. – М., 1983. – 44 с.

4. Касьянов, А. Е. Методика экологического контроля дренажа / А. Е. Касьянова, Г. Г. Гулюк // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 21–22.

5. Гулюк, Г. Г. Эффективность работы закрытого дренажа в зависимости от мелиоративных мероприятий и срока действия / Г. Г. Гулюк // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 6. – С. 59–62.

6. Саёт, Ю. А. Количественная оценка соотношения между промышленными выбросами металлов и их накоплением в природных и сельскохозяйственных почвах / Ю. А. Саёт, И. Л. Борисенко // Миграция загрязненных веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – С. 164–166.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

## **МИГРАЦИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ**

*Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** свойства почв, режимы, передвижение соединений, растения, микроэлементы, тяжелые металлы, подвижность металлов.

**Аннотация.** Основными механизмами поступления металлов из атмосферы на поверхность почвы являются атмосферные выпадения. Активным компонентом в миграции ТМ являются оросительные воды. В водных средах они присутствуют в трех формах: взвешенной, коллоидной и растворенной, последняя из которых представлена свободными ионами и растворимыми комплексными соединениями с органическими и неорганическими лигандами.

Миграционные процессы тяжёлых металлов (ТМ) в почвенной среде зависят от совокупности почвенных факторов: окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств, содержания органического вещества, гумуса, гранулометрического состава, воднотеплового режима и регионального геохимического фона. Передвижение соединений ТМ может осуществляться в водном растворе, а также через биологическую активность – с участием корней растений и микроорганизмов. Поглощение элементов растениями вызывает перераспределение металлов в почвенном профиле: обеднение нижней части гумусового горизонта и накопление в верхнем слое за счёт разложения растительных остатков.

Основная масса тяжёлых металлов поступает в почву в рассеянной форме – в виде примесей в составе почвообразующих минералов. В про-

цессе педогенеза металлы активно сорбируются почвенными компонентами – преимущественно гидроксидами железа, а также глинистыми минералами и гумусом. При этом гидроксиды железа оказываются наиболее активными в сорбции: они фиксируют до 50 % общего содержания металлов, тогда как доля органического вещества чернозёмов варьируется от 25 % (цинк) до 30 % (медь). По другим данным, с гумусом может связываться до 2/3–3/4 тяжёлых металлов. Исследования Л. Н. Александровой показали, что металлы формируют устойчивые адсорбционные комплексы с нерастворимыми компонентами почвенного гумуса.

Поверхностные слои почвы аккумулируют основную массу ТМ, выпадающих из атмосферы. Так, по данным П. В. Елпатьевского и В. С. Аржановой, в верхнем двухсантиметровом слое ежегодно задерживается до 419,3 мг/м<sup>2</sup> свинца и 38,2 мг/м<sup>2</sup> цинка. Для слоя мощностью 38 см эти значения составляют 42,8 мг/м<sup>2</sup> и 50 мг/м<sup>2</sup> соответственно. Значительная доля металлов остаётся в пределах пахотного горизонта. Однако при подкислении почвы, особенно с низкой буферной ёмкостью, усиливается переход металлов в почвенный раствор. Это явление особенно выражено при внесении физиологически кислых удобрений (азотных, калийных), которые способствуют увеличению кислотности и, следовательно, подвижности ТМ. Так, коэффициент подвижности возрастает: для Zn – с 13,4 до 19 %, Cu – с 2,6 до 4,7 %, Pb – с 5 до 7,4 %, Cd – с 19,6 до 28,3 %.

Почва активно трансформирует поступающие в неё соединения, включая переход водорастворимых форм в ионообменные и далее в труднорастворимые. При этом фиксирующая способность по отношению к ионам ТМ различна: ионы Pb удерживаются прочнее, чем Zn и Cd. Такие изменения не только обуславливают токсичность почвы для растений, но и снижают доступность жизненно важных элементов (Ca, Mg, K, Na).

Содержание тяжёлых металлов в почве зависит от её типа и характера использования. Отмечается высокая пространственная вариабельность: коэффициент вариации для естественных луговых почв составляет 38–50 %, а для пахотных – 5,5–21 %. По степени доступности растениям металлы в почве можно разделить на три группы:

1. Подвижные – водорастворимые, ионообменные, слабофиксированные формы, которые являются основным источником питания растений.

2. Фиксированные – способны пополнять подвижные формы при изменении условий среды.

3. Минеральные – малодоступные, включённые в кристаллическую решётку минералов.

Наибольшее физиологическое и агрономическое значение имеют подвижные формы, поскольку они определяют реальную миграцию элементов по профилю и их усвоение растениями. Уровень подвижности зависит от кислотности почвы, содержания гумуса, механического состава, влажности, а также от ёмкости катионного обмена. Наиболее высокие концентрации ТМ характерны для илистой фракции.

В зависимости от типа металла подвижность может значительно различаться. Например, в исследованиях на серых лесных тяжелосуглинистых почвах Рязанской области установлено:

Zn – 8,3 %;

Cu – 3 %;

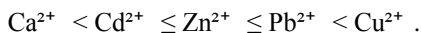
Cd – 30 %;

Cr – 0,1 %;

Ni – 0,8 %;

Pb – 40 %.

По другим данным, подвижность Cd может достигать 55 %. В целом подвижность катионов тем выше, чем слабее их связь с почвенно-поглощающим комплексом. Установлен следующий ряд избирательной адсорбции по сравнению с кальцием:



По степени устойчивости к трансформации и способности к удержанию ТМ почвы располагаются в следующий ряд:

чернозём типичный > дерново-подзолистая окультуренная > дерново-подзолистая неокультуренная.

Так, в пахотном слое чернозёма может быть зафиксировано до 40–60 т/га свинца, в подзолистых – от 2 до 60 т/га, а в целом в почвенном профиле – до 100 т/га.

Окислительно-восстановительные и кислотно-щелочные условия почв оказывают решающее влияние на миграционные возможности металлов. Cd, Pb, Zn, Cu и Ni обладают высокой подвижностью в кислой среде. Снижение pH на 1,8–2,0 единицы может приводить к многократному увеличению подвижности: Zn – в 3,8–5,4 раза; Cd – в 4–8 раз; Cu – в 2–3 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 95 с.
2. Алимов, А. К. Испарение грунтовых вод при различных экологических и почвенно-мелиоративных условиях / А. К. Алимов, Г. Ю. Майблов // Почвоведение. – 1985. – № 8. – С. 73–81.

3. Горбатов, В. С. Адсорбция почвой цинка, свинца, кадмия / В. С. Горбатов, Н. Г. Зырин, Н. И. Обухов // Вестн. МГУ. Сер. 17: Почвоведение. – 1988. – № 11. – С. 10–16.
4. Добровольский, В. В. Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Биологическая роль микроэлементов. – М.: Наука, 1983. – С. 44–54.
5. Добровольский, В. В. Биосферные циклы металлов и регуляторная роль почвы / В. В. Добровольский // Почвоведение. – 1997. – № 4. – С. 431–441.
6. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991. – 151 с.
7. Ковда, В. А. Биохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
8. Прохоров, В. М. Влияние pH и концентрации солей на сорбцию цинка почвами / В. М. Прохоров, Е. А. Громова // Почвоведение. – 1971. – № 11. – С. 75–82.
9. Степанова, М. Д. Микроэлементы в веществе почв / М. Д. Степанова. – Новосибирск: Наука, 1976. – 96 с.
10. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М.: Наука, 1992. – 200 с.
11. Шильников, И. А. Проблема снижения подвижности тяжелых металлов при известковании / И. А. Шильников, Н. И. Аканова // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 4. – С. 29–32.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

## **ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** культуры, почва, режимы, избыточное увлажнение, длительность эксплуатации, дрены, глубокое рыхление, влажность почвы.

**Аннотация:** Для благоприятного роста и развития сельскохозяйственных культур в почве должен быть создан нормальный водно-воздушный режим. Определяющим фактором водного режима почвы является влажность ее корнеобитаемого слоя. Изменение влажности почвы влияет на ее химические и физические свойства, накопление питательных веществ и деятельность микроорганизмов. Фактически урожай сельскохозяйственных культур зависит не от уровня залегания грунтовых вод, а от влажности почвы в корнеобитаемом слое. Оптимальное значение влажности почвы характеризует ее плодородие, обеспечивающее соответствующий воздушный, тепловой и питательный режимы наряду с другими факторами жизни растений.

Оптимальной для большинства сельскохозяйственных культур считается влажность в пределах 60–80 % от полной влагоемкости (ПВ). Превышение этого диапазона может негативно сказаться на урожайности, особенно если избыточная вода не удаляется в течение 1–2 суток. Например, предельное допустимое переувлажнение составляет 2 суток для картофеля, 4 – для яровых зерновых и 3–6 – для многолетних трав.

На переувлажнение активно влияет состояние дренажной системы. При длительной эксплуатации (22–25 лет) без очистки наблюдается повышение влажности на 4,2 % от ПВ по сравнению с участками, где дренаж функционирует 5–8 лет. При этом в апреле–мае, когда почвенно-грунтовые воды подходят ближе к поверхности, влажность слоя 0–50 см может достигать 81,7 % от ПВ. Это указывает на снижение эффективности дренажа с течением времени.

Данные наблюдений показывают, что в засушливые годы увеличение возраста дренажа приводит к росту влажности на 2,6 % от ПВ, в среднем увлажненные годы – на 4,5 %, во влажные – на 5,4 %. Особенно критичным является переувлажнение в предпосевной и ранний вегетационный период. Глубокое рыхление и очистка дрен существенно снижают влажность: на 3–5,4 % от ПВ, а также сокращают продолжительность переувлажнения.

Переувлажнение почвы способствует изменению форм нахождения тяжелых металлов (ТМ) и повышению их подвижности. При насыщении почвы влагой возрастает вероятность перехода металлов из сорбированных или фиксированных форм в подвижные. Это связано с вытеснением металлов из почвенного поглощающего комплекса и их перемещением с почвенным раствором.

Особенно подвижными в кислых и влажных условиях являются катионы  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и  $Ni^{2+}$ . Например, Cd может достигать 30 % подвижной формы, Zn – 8,3 %, а Pb – до 40 %. Снижение pH в условиях избыточного увлажнения усиливает растворимость металлов, что увеличивает их коэффициенты подвижности: для Zn – с 13,4 до 19 %, Cu – с 2,6 до 4,7 %, Pb – с 5 до 7,4 %, Cd – с 19,6 до 28,3 %.

Установлено, что уровень грунтовых вод в весенне-летний период влияет на водный режим: при длительной работе дренажа без обслуживания уровень грунтовых вод поднимается. Это приводит к увеличению влажности в корнеобитаемом слое, особенно в критические периоды. Повышенная влажность затрудняет процессы окисления, создавая восстановительные условия, при которых может возрастать подвижность металлов, ранее закрепленных в малодоступной форме.

Исследования подтверждают сезонный характер изменения влажности: переувлажнение фиксируется в апреле–мае, а иссушение (влажность менее 60 % ПВ) – в июле–августе. Участки с плохо функционирующим дренажем демонстрируют более длительное переувлажнение и менее стабильный водный режим. Так, на участке с дренажом 22–25 лет влажность почти не опускалась ниже 80 % от ПВ весной, а иссушение было минимальным благодаря глубокому рыхлению.

В условиях высокого увлажнения повышается концентрация водорастворимых форм ТМ, что увеличивает их доступность для растений. Это может приводить к их накоплению в биомассе и токсическому действию, в том числе к снижению поглощения необходимых зольных элементов (Ca, Mg, K, Na). Особенно интенсивно мигрируют те металлы, которые слабее сорбируются почвой – например, Cd и Zn. Наоборот, Cu и Cr более прочно фиксируются, поэтому менее подвижны в подобных условиях.

Водно-тепловой режим оказывает существенное влияние на миграцию тяжелых металлов в почвах. Переувлажнение способствует увеличению подвижности ТМ, особенно в сочетании с кислой реакцией почвы. Срок эксплуатации дренажа, его техническое состояние и агротехнические мероприятия, такие как глубокое рыхление, непосредственно влияют на водный режим и, соответственно, на экологическую безопасность сельскохозяйственного производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н. И. Причины переувлажненности земель в Северо-Западной зоне РСФСР / Н. И. Воробьев // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 7. – С. 438.
2. Гесть, Г. А. Изменение агрофизических свойств дерново-подзолистых временно избыточно-увлажняемых (слабоглеватых) легкосуглинистой и связносупесчаной почв при различных способах обработки: автореф. канд. дис. / Г. А. Гесть. – Минск, 1999. – С. 20.
3. Акимов, Н. В. Осушающее действие закрытого дренажа в сочетании с глубоким рыхлением на серых лесных тяжелых почвах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. В. Акимов. – М., 1985. – 19 с.
4. Акимов, Н. В. Осушение тяжелых почв / Н. В. Акимов, В. С. Печенина, В. Я. Черненко // Осушение земель в гумидной зоне СССР. – М., 1983. – 27 с.
5. Климов, А. И. Действие гончарного дренажа на глинистых почвах и пути повышения его эффективности в условиях Калининградской области / А. И. Климов. – Калининград, 1979. – С. 31–50.
6. Томсон, Х. Ю. Воздействие глубокого рыхления на водно-воздушный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Эстонской ССР // Осушение тяжелых почв. – М.: Колос, 1981. – С. 168–177.
7. Томсон, Х. Ю. Осушение тяжелых почв в Эстонской ССР / Х. Ю. Томсон, Ю. О. Кэпекауст // Мелиорация и окультуривание переувлажненных минеральных земель. – Минск: БелНИИМВиХ, 1977. – С. 79–80.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ОГЛЕЕННОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДРЕНАЖА**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** мелиорация, гранулометрический состав, дерново-подзолистые оглеенные почвы

**Аннотация:** Данные исследования показывают, насколько сильно оказывает влияние длительное использование дерново-подзолистых оглеенных почв после их дренирования на их гранулометрический состав.

**Keywords:** reclamation, granulometric composition, sod-podzolic gleyed soils.

**Summary:** These studies show how much influence the long-term use of sod-podzolic gleyed soils after their drainage has on their granulometric composition.

На мелиорируемых территориях эффективность функционирования закрытой дренажной сети в значительной степени зависит от физических характеристик почв. Наиболее значимыми из них являются гранулометрический и микроагрегатный составы, определяющие строение почвенного профиля. Гранулометрический состав оказывает влияние на водный, воздушный и температурный режимы, способность почвы к поглощению влаги и питательных веществ, а также на накопление гумуса. От размеров и степени агрегирования механических частиц зависит соотношение воды и воздуха в почве. Эти характеристики формируются в зависимости от минералогического состава почвы и могут различаться по глубине профиля.

В результате мелиоративных мероприятий и агротехнической обработки дерново-подзолистые оглеенные почвы подвергаются изменениям, особенно в верхних горизонтах, из-за перемешивания слоёв. Это приводит к механическому разрушению почвенной структуры в пахотном и подпахотном слоях, что влечёт за собой изменения микроагрегатного состава.

На опытном участке с продолжительностью эксплуатации дренажа 5–8 лет структура почвы по гранулометрическому составу осталась тяжелосуглинистой, аналогичной первоначальному состоянию до мелиора-

ции. В составе преобладали крупнопылеватые частицы (более 50 %) и ил (более 25 %). Проведение глубокого рыхления не повлияло на гранулометрический состав, хотя отмечено небольшое снижение содержания ила в верхнем слое (0–20 см) и его перемещение в нижние горизонты (40–60 см).

Аналогичная ситуация наблюдалась и на других участках, где дренаж функционировал на протяжении 10–13 и 22–25 лет. Независимо от срока эксплуатации дренажа и агротехнических мероприятий, почвы по-прежнему оставались тяжелосуглинистыми с равномерным распределением механических фракций по глубине. Однако в морфологии этих почв наблюдалось ослабление признаков переувлажнённости, что свидетельствует о постепенной стабилизации водного режима.

Результаты анализа микроагрегатного состава указывают на снижение доли илистых и мелкопылеватых частиц в профиле и увеличение доли более крупных частиц по сравнению с результатами гранулометрического анализа. Наибольшее количество составляла крупнопылеватая фракция (более 60 %). Содержание средней пыли по сравнению с гранулометрическим составом увеличивалось в 1,8–2,0 раза, достигая 18–21 %. Также наблюдалось увеличение содержания песчаных частиц. С углублением профиля росла доля илистых, мелкопылеватых и среднепылеватых фракций, при этом содержание крупных частиц снижалось.

Дополнительно было зафиксировано ухудшение микроагрегатного состава по мере увеличения срока эксплуатации дренажа с 5–13 до 22–25 лет. В среднем по слою 0–60 см фактор дисперсности составлял соответственно 15,1; 14,9 и 15,2 %, а в верхнем слое 0–20 см – 13,5; 13,1 и 13,7 %. Применение глубокого рыхления способствовало улучшению структуры: дисперсность в слое 0–20 см снизилась с 13,9 до 13 %, с 13,4 до 12,8 % и с 14,1 до 13,2 % по соответствующим участкам. В горизонте 30 см снижение дисперсности составило до 1,6 %.

Таким образом, данные указывают на положительное влияние глубокого рыхления на улучшение микроагрегатного состава осушенных почв вне зависимости от продолжительности действия дренажа. Особенно выраженные изменения наблюдаются в подпахотном слое, где рыхление разрушает плотную структуру, способствуя формированию более благоприятной агрофизической среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ксензов, А. А. К методике определения влажности тяжелосуглинистых почв Олонецкой равнины // Труды Карельской опытно-мелиоративной станции. – Вып.1. Петрозаводск, 1971. – 53 с.

2. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Урожай, 1978. – С. 250–255.

3. Тютюнник, Д. А. Глубокое рыхление минеральных осушенных почв / Д. А. Тютюнник // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды. – Вып. 1. – Минск, 1977. – 93 с.

4. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге. / А. А. Роде. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – Т. 2: Методы изучения водного режима почв. – С. 12.

5. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге. Водные свойства почв и передвижение почвенной влаги / А. А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – С. 219–283.

6. Розенберг, В. К. О почвенной влаге влажности дренированных дерново-подзолистых глеевых почв / В. К. Розенберг // Тр. ЛатНИИГиМ. – № 10. – Елгава, 1976. – 41 с.

7. Купаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Купаковская. – Минск: Урожай, 1978. – 270 с.

8. Лъжов, А. М. Органическое вещество как фактор эффективного плодородия почвы / А. М. Лъжов, А. А. Черников // Сельское хозяйство за рубежом. – № 9. – 1978. – С. 5.

9. Сычев, В. Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2000. С. 8–9.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

## **ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** мелиоративные системы, мезорельеф, торфяные почвы, эрозия, влагоемкость, поверхностные воды.

**Аннотация:** Рекомендуемые мероприятия необходимо дополнить агротехническими приемами, способствующими сохранению и повышению эффективности использования осушенных торфяников. Стратегическим направлением здесь является возделывание многолетних трав. Апробация предложенного комплекса мероприятий выполнена в Беларуси на осушенных землях Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства. Ее результаты показали, что затраты окупаются в первые же годы после их реализации за счет повышения (в среднем до 20 %) урожая сельскохозяйственных культур.

Основная часть мелиоративных систем на торфяных почвах Белорусского Полесья была сооружена в период с 1960-х по 1980-е гг. За десятилетия эксплуатации и интенсивного сельскохозяйственного использования в этих системах произошли значительные изменения. В результате большая часть существующих мелиоративных сооруже-

ний уже не соответствует современным условиям и не способна обеспечивать требуемый водный режим для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур. Среди основных проблем можно выделить: понижение уровня поверхности полей, формирование мезорельефа с изолированными понижениями, уплотнение торфяной массы, увеличение неоднородности почв с общим снижением их влагоудерживающей способности, образование слоистого строения профиля, уменьшение эффективной глубины дренажных каналов, повышение берм над уровнем прилегающих полей, сближение поверхности с положением дренажных труб и локальное отклонение уровня грунтовых вод от проектных параметров.

Понижение поверхности связано с усадкой и сработкой торфяного слоя. Длительные наблюдения на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (Брестская область, Лунинецкий район) показали, что за 38 лет поверхность на торфяниках с исходной толщиной торфа от 0,5 до 2,0 м понизилась на 0,30–0,85 м. Наиболее интенсивное оседание происходило в первые 6–8 лет после осушения и было связано с минерализацией, выветриванием и выносом органического вещества с урожаем. В районах, где глубина торфяного слоя до мелиорации была менее 0,5 м, вспашка привела к смешиванию торфа с подстилающими песками, в результате чего сформировались органо-минеральные почвы с новыми водно-физическими свойствами. После этого уровень поверхности в таких местах оставался относительно стабильным. Интенсивность разрушения торфяного слоя напрямую зависит от характера сельскохозяйственного использования.

На торфяниках, используемых под зернопропашной севооборот, ежегодная сработка торфа составляет 0,7–1,0 см при толщине слоя до 1 м и 1,0–1,5 см при толщине более 1 м. Если же участок используется под многолетние травы без смены культур, скорость понижения торфяного горизонта снижается примерно вдвое. С учётом этих процессов становится очевидной необходимость перехода к принципиально новым решениям в гидромелиорации. Речь идет как о строительстве новых систем, включая дождевальные установки, что требует значительных капиталовложений, так и о применении комплекса более доступных гидротехнических и агромелиоративных мероприятий, направленных на адаптацию существующей сети к современным условиям и повышение её эффективности.

Предлагаемый комплекс мероприятий включает: углубление дна мелких дренажных каналов и осушителей на 0,3–0,4 м; срезку берм и установку в понижениях на откосах каналов открытых или закрытых

воронок для отвода талой и дождевой воды; выборочное строительство закрытых водосборников из доступных фильтрующих материалов для отвода воды из бессточных участков; формирование в глубоких западинах (глубиной свыше 1,5–2,0 м) экологических ниш — островков, окружённых рвом, заполняемым поверхностными и грунтовыми водами, с последующим озеленением древесно-кустарниковыми растениями для привлечения фауны.

Кроме того, в систему мероприятий входит разрушение водоудерживающих прослоек путём периодического щелевания (раз в 1–2 года); рыхление уплотнённой плужной подошвы; совмещение операций вспашки, щелевания и кротования для повышения дренажной эффективности; а также внесение на возвышенных участках высоких доз органических удобрений и долговечных влагоёмких добавок, безопасных для окружающей среды. Эти меры способствуют структурированию пахотного слоя и повышению его влагоудерживающей способности как в органоминеральных, так и в минеральных почвах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гулюк, Г. Г. Повышение эффективности работы мелиоративных систем на трансформированных торфяных почвах / Г. Г. Гулюк, Н. М. Авраменко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. – Рязань, 2004. – С. 13–17.
2. Лихацевич, А. П. Агромелиоративное обустройство осушенных земель / А. П. Лихацевич // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорируемых земель: материалы междунар. науч. конф. – Минск: БелНИИМиЛ, 2000. – С. 70–74.
3. Лихацевич, А. П. Проблемы мелиоративного обустройства осушенных земель с торфяными почвами / А. П. Лихацевич, Н. М. Авраменко // Современные проблемы изучения использования и охраны природных комплексов Полесья: тезисы докладов Междунар. науч. конф. – Минск, 1998. – С. 50–51.
4. Акимов, Н. В. Осушение тяжелых почв / Н. В. Акимов, В. С. Печенина, В. Я. Черненко // Осушение земель в гумидной зоне СССР. – М., 1983. – 27 с.
5. Клишко, А. И. Действие гончарного дренажа на глинистых почвах и пути повышения его эффективности в условиях Калининградской области / А. И. Клишко. – Калининград, 1979. – С. 31–50.

УДК 345.67

**Павлович Ю. В.**, магистрант

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ НА ДИНАМИКУ УРОВНЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** водный режим, уровень почвенно-грунтовых вод, тяжелые суглинистые почвы, тяжелые минеральные почвы.

**Аннотация:** Наблюдения за режимом грунтовых вод позволяет выявить тесную зависимость уровней от работоспособности дренажа, условий его эксплуатации и длительности использования, а также от особенностей погодных условий.

Для успешного выращивания сельскохозяйственных культур необходим определённый водный режим, учитывающий биологические особенности растений. Одним из ключевых параметров водного режима является уровень залегания почвенно-грунтовых вод. При осушении минеральных почв с низкой проницаемостью основная функция дренажной системы – создать условия для своевременного проведения весенне-полевых работ, механизированной обработки почвы, посева и сбора урожая.

Обработка тяжелых суглинистых почв становится возможной при понижении уровня грунтовых вод на 45–50 см от поверхности, а посев – при глубине 50–70 см. В течение вегетационного периода уровень грунтовых вод должен удерживаться на глубине не менее 80–100 см для многолетних трав и 100–130 см для зерновых культур.

При осушении тяжелых минеральных почв главным ориентиром служит своевременное освобождение пахотного слоя от верховодки, что требует быстрого отвода воды из верхнего почвенного слоя. Экспериментальные данные показывают, что наиболее резкое снижение уровня почвенно-грунтовых вод в предпосевной период и начале вегетации растений наблюдалось на участках с глубоким рыхлением и очисткой дренажных труб от ила. В остальное время года уровни воды находились ниже глубины заложения дрен, поднимаясь лишь во второй половине сентября почти до отметки залегания дрен (около 120 см). Уровень почвенно-грунтовых вод тесно связан с количеством и интенсивностью осадков. В сухой сезон вода опускалась ниже 150 см в начале июля и поднималась лишь в конце сентября, несмотря на осадки. В более влажные пе-

риоды вода опускалась ниже дренажных труб к концу июля – началу августа, а затем поднималась во второй половине сентября.

За годы исследований уровень грунтовых вод существенно различался: на первом участке в среднем за период с 21 апреля по 30 июня он составлял около 90 см, на втором и третьем участках – соответственно 84 и 74 см, что связано с ухудшением работы дренажа из-за длительного использования, расположения дренажных труб и заиления грунта над дренами.

Очистка дрен и глубокое рыхление влияли на всех трёх участках. На первом участке в предпосевной и начале вегетационного периода уровень грунтовых вод в среднем составлял 83–86 см без рыхления и опускался на 9–13 см при рыхлении (до 92–99 см). На первом периоде последствия эта разница достигала 17–18 см, на четвертом – 2–4 см. Это объясняется разрыхлением плотных водонепроницаемых слоёв, что способствовало более интенсивному снижению верховодки. Поскольку срок эксплуатации дренажной системы был небольшой, а заиление – незначительным, влияние очистки дрен в динамике уровней грунтовых вод было менее заметным, с разницей 3–6 см между вариантами с очищенными и неочищенными трубами.

На втором участке наблюдалась похожая картина, однако уровни грунтовых вод были ближе к поверхности из-за более длительного использования и сильного заиления дренажной системы. При глубоком рыхлении уровни воды в предпосевной и начальный периоды были глубже на 9–11 см по сравнению с вариантами без рыхления (85–92 см против 73–81 см). В первый период после рыхления уровень грунтовых вод понижался сильнее – на 15–16 см, тогда как к четвёртому периоду различия уменьшались до 2–3 см.

Очистка дрен влияла слабее, особенно в первый период после её проведения. В среднем уровень грунтовых вод на вариантах с очищенными дренажными трубами был на 5–7 см глубже (85–92 см), чем на вариантах с заиленными дренами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ксензов, А. А. К методике определения влажность тяжелосуглинистых почв Олонечкой равнины / А. А. Ксензов // Труды Карельской опытно-мелиоративной станции. – Вып. 1. – Петрозаводск, 1971. – 53 с.
2. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Урожай, 1978. – С. 250–255.
3. Тютюнник, Д. А. Глубокое рыхление минеральных осушенных почв / Д. А. Тютюнник // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды. – Вып. 1. – Минск, 1977. – 93 с.

4. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – Т. 2: Методы изучения водного режима почв. – 12 с.

5. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге. Водные свойства почв и передвижения почвенной влаги / А. А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – С. 219–283.

6. Розенберг, В. К. О почвенной влаге влажности дренированных дерново-подзолистых глеевых почв / В. К. Розенберг // Тр. ЛатНИИГиМ. – № 10. – Елгава, 1976. – 41 с.

7. Купаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Купаковская. – Минск: Урожай, 1978. – 270 с.

8. Лъжов, А. М. Органическое вещество как фактор эффективного плодородия почвы / А. М. Лъжов, А. А. Черников // Сельское хозяйство за рубежом. – № 9. – 1978. – С. 5.

9. Сычев, В. Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2000. С. 8–9.

УДК 636.52/58.053.087.7(083.13)

**Папсуева М. И.**, исследователь

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В ПТИЦЕВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАЕ*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Создание системы специализированных птицеводческих предприятий явилось важной составной частью мероприятий по дальнейшему повышению эффективности агропромышленного комплекса страны. Организация системы племенных хозяйств, завоз из-за рубежа лучших линий и кроссов птицы, создание новых отечественных кроссов позволили практически полностью заменить низкопродуктивную птицу на линейную и гибридную. Знание биологических особенностей птиц при современных интенсивных промышленных технологиях производства мяса птицы имеет решающее значение в повышении продуктивности. От уровня продуктивности зависит резистентность молодняка птиц, продолжительность выращивания, количество производственных циклов, средняя живая масса одной головы, реализуемой на мясо, конверсия корма и т. д.

Для обеспечения высокой продуктивности птицы при низких затратах кормов на единицу продукции необходимы высокопитательные комбикорма, изготовленные из качественных компонентов. Однако и такие комбикорма не всегда охотно поедаются птицей и не обеспечивают высокой продуктивности. При необеспечении потребности птиц в питательных и биологически активных веществах или при их плохом

усвоении нарушаются все обменные процессы. При дисбалансе питательных и биологически активных веществ в рационе нарушения в обмене веществ усугубляются. Очень часто причины нарушения обмена веществ из-за их сложности и многообразия остаются неустранимыми [1, 3, 5].

Практическая значимость кормовых добавок состоит в том, что научно обоснованы перспективные принципы, подходы, способы и средства, обеспечивающие эффективное и экономически целесообразное решение жизненно важных проблем. Сравнительное изучение биотехнологий, новых биологически активных добавок и направлений позволяет выявить высокую воспроизводимость результатов в лабораторных и промышленных условиях, соответствие проведенных исследований мировому уровню и современным научным тенденциям развитых стран мира и международных организаций. Если кратко сформулировать экономический и биологический смысл животноводства вообще и птицеводства в частности, то он состоит в конверсии растительных полимеров в полимеры животного происхождения, обладающие высокой пищевой ценностью для человека [2, 4, 6, 7]. Соответственно, птицеводство базируется на двух составляющих.

Первая – это комбикорм, в котором растительные полимеры плотно упакованы и дополнены необходимыми балансирующими компонентами животного, микробного, синтетического и минерального происхождения.

Вторая – это птица, выполняющая роль биологического конвертера. Благодаря успехам генетики и селекции скорость анаболических процессов у современных кроссов становится все выше, и лимитирующим фактором развития отрасли оказывается способность пищеварительной системы птицы с соответствующей скоростью вовлекать питательные вещества, сосредоточенные в комбикорме, в биосинтетические процессы внутри организма. Отсюда возникает потребность в функциональной поддержке пищеварительной системы с помощью комплекса кормовых добавок, повышающих эффективность усвоения корма.

Кормовые добавки для цыплят-бройлеров, кур-несушек и других видов птицы способствуют решению многих проблем птицеводства, таких как низкое качество яиц и низкая яйценоскость, медленный рост молодняка, болезни и смертность птицы.

Также они способствуют обеспечению сбалансированного питания. Вместе с ними птица получает питательные вещества, отсутствующие в основных кормах или присутствующие в них в недостаточном коли-

честве. Применение добавок обеспечивает целый ряд положительных эффектов для птицеводческих хозяйств, в том числе:

- улучшается здоровье и укрепляется иммунитет;
- ускоряется рост и повышается выживаемость;
- лучше усваиваются питательные вещества из основных кормов;
- становится продолжительнее продуктивный период;
- устраняются негативные последствия несбалансированного питания.

Введение в рацион кормовых добавок способствует повышению производительности, а также улучшению качества мясной продукции и яиц. В связи с постоянной потребностью в снижении производственных затрат в птицеводстве при сохранении продуктивности и здоровья кишечника птицы, использование комбинаций ферментов с другими добавками, например с кормовыми добавками, пробиотиками или без них, позволяет раскрыть весь потенциал питательной ценности корма и его положительного влияния на здоровье, при этом также снизить затраты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49.
2. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения : сб. науч. тр. по материалам конф., Волгоград, 27–29 мая 2010 г. – Ч. 2. – Волгоград: Типография ООО «ТриАС», 2010. – С. 90–92.
3. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейля-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
4. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
5. Гласкович, М. А. Нанобио корректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
6. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства: курс лекций: в 2 ч. / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник. – Горки: БГСХА, 2013. – Ч. 1. – 312 с.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 636.52/.58.053.087.7(083.13)

**Папсуева М. И.**, исследователь

## **КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ С МУЛЬТИЭНЗИМНЫМ КОМПЛЕКСОМ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент, профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

При составлении рационов кормления животных всегда учитывается «золотое правило» – чем выше концентрация питательных веществ в единице сухого вещества рациона, тем больше продуктивность животного [1, 2]. Большинство зоотехников стараются максимально наполнить состав кормовой смеси энергией, но не получают планируемую продуктивность, поскольку не учитывается влияние антипитательных факторов. Общеизвестно, что многие питательные вещества в кормах находятся в трудноусвояемой форме. Кроме того, молодняк животных рождается с недоразвитой ферментной системой пищеварения, а взрослые животные переваривают в лучшем случае 60–70 % питательных веществ корма.

Основными сдерживающими факторами повышения питательности кормов являются некрахмалистые полисахариды (НПС) и фитаты, обладающие антипитательными свойствами. У моногастричных животных (свинья и птица) не могут разрушаться межклеточные стенки зерновых компонентов из-за отсутствия в их организме соответствующих ферментов. Некрахмалистые полисахариды образуют «закрытую» для действия пищеварительных ферментов клетку, ухудшают переваримость питательных веществ корма и эффективность их всасывания в тонком кишечнике. В связи с этим доступность легкогидролизуемых питательных веществ, заключенных внутри клеток, – крахмала и других углеводов, протеина, жира – остается низкой. В пищеварительном тракте животных и птиц содержатся собственные, так называемые эндогенные ферменты, которые позволяют усваивать компоненты корма. Собственных ферментов, вырабатываемых организмом животного, было бы достаточно, если бы не повышенные требования к скорости роста и коэффициенту усвоения корма при промышленном сельскохозяйственном производстве. Кроме того, у моногастричных животных и птиц в желудочно-кишечном тракте нет собственных пищеварительных ферментов, способных переваривать клетчатку, бета-глюканы и

пентозаны. С одной стороны, корма с высоким уровнем клетчатки – самые дешевые, и с увеличением их использования снижается себестоимость корма. С другой стороны, заполнение кишечника балластными веществами сверх нормы снижает переваримость и усвояемость питательных веществ, что уменьшает потребление корма и ухудшает интенсивность роста. Проблему расщепления некрахмалистых полисахаридов можно решить путем использования экзогенных ферментов (энзимов). При помощи ферментных препаратов обеспечивается повышение доступности питательных веществ, и в результате эффективнее используется энергия, повышается усвояемость белков, снижаются затраты корма на прирост живой массы и, следовательно, значительно повышается рентабельность производства. Таким образом, решить проблему низкой эффективности использования комбикормов возможно с помощью применения высокоэффективных экзогенных ферментов. Применение ферментов при изготовлении комбикормов для животных и птицы уже давно является стандартом в комбикормовой промышленности. Удешевление кормов за счет использования местного сырья и ферментных препаратов представляет большой практический интерес. Примеры практического применения ферментов показывают, что реализация генетического потенциала животных и птиц на основе отечественного фуража невозможна без применения ферментных препаратов. Фермент расщепляет субстрат, действуя по принципу «ключ – замок», способствует превращению одних веществ (субстратов) в другие (продукты реакции). Ферменты, или энзимы, – это природные вещества, способные ускорять основные процессы в организме животных, птиц. Прежде всего, это значительное улучшение усвоения кормов. Применение ферментов в кормлении бройлеров увеличивает среднесуточный прирост на 4–5 %, яйценоскость кур-несушек в среднем на 5 % при снижении расхода кормов на единицу продукции от 5 до 10 %. Во всех случаях использования ферментов повышается сохранность молодняка и взрослого поголовья на 3–5 %. Использование ферментов облегчает подбор кормовой базы, что позволяет работать с любыми типами рационов, дает возможность пользоваться при кормлении животных более дешевыми кормами и получать при этом хорошие результаты. В первую очередь выбор фермента зависит от состава корма. Для каждого типа рациона подбирается соответствующий фермент. Как правило, кормовые ферментные препараты содержат комплекс основных ферментов, и в связи с этим их часто называют мульт-

тиэнзимными композициями (МЭК). Одной из важных характеристик кормовых ферментных препаратов является срок их хранения без снижения декларируемых ферментативных активностей. Для сухих ферментных препаратов этот период составляет не менее года при температуре хранения от +6 до +30 °С. Ферменты, входящие в кормовые добавки, должны быть устойчивы к инактивации в желудочно-кишечном тракте животных и птицы при рН 2,0–5,0 и проявлять высокую ферментативную активность, особенно в тонком отделе кишечника при рН 5,0–7,0 и оптимальной температуре кишечника. В настоящее время птицеводство превратилось в современную отрасль сельского хозяйства, характерными чертами которой стали узкая специализация, концентрация, широкое использование науки и производственной технологии [2, 3]. В нашей стране осуществлен повсеместный перевод кур промышленного стада на клеточное содержание. Однако круглогодичное пребывание высокопродуктивной птицы в закрытых помещениях в клетках приводит к большим функциональным нагрузкам на организм. Следствием этого является снижение естественной резистентности организма, продуктивности, нарушение физиологического состояния организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гласкович, М. А. Нанобиокорректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
2. Гласкович, М. А. Как обойтись без кормовых антибиотиков? / М. А. Гласкович, Л. В. Шульга // Первые Международные Беккеровские чтения: сб. науч. тр. по материалам конф., Волгоград, 27–29 мая 2010 г. – Ч. 2. – Волгоград: Типография ООО «ТриАС», 2010. – С. 90–92.
3. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции растениеводства и животноводства: курс лекций: в 2 ч. / М. А. Гласкович, М. В. Шупик, Т. В. Соляник. – Ч. 1. – Горки: БГСХА, 2013. – 312 с.
4. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кинаревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 636.52/.58.053.087.7(083.13)

**Папсуева М. И.**, исследователь

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК С ФЕРМЕНТАМИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент,  
профессор РАС*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Большие резервы в птицеводстве лежат в области совершенствования содержания, кормления птицы и производства кормовых добавок. Характерной особенностью пищеварительного тракта птицы по сравнению с млекопитающими является значительно меньшая относительная длина, чем и обусловлено неполное переваривание и усвоение питательных веществ кормов [1, 5, 6, 7]. Кроме того, ферменты пищеварительного тракта птицы не полностью расщепляют некрахмалистые полисахариды, присутствующие в различных зерновых кормах, что отрицательно влияет на процесс переваривания и использования питательных веществ, приводит к задержке роста и развития, увеличению затрат кормов на единицу продукции. Одним из способов решения этой проблемы является применение ферментных препаратов. Известно, что до 30 % органического вещества, поступающего с кормом, не переваривается и выводится из организма. В первую очередь это относится к труднорасщепляемым углеводам, клетчатке, пектиновым веществам, а также другим питательным веществам, так как корм через желудочный тракт у птицы проходит очень быстро. Использование низкопитательных кормов в кормлении птицы приводит к снижению ее продуктивности. В этих условиях включение ферментных препаратов различных спектров действия в комбикорма с пониженным уровнем обменной энергии интенсифицирует процессы гидролиза в желудочно-кишечном тракте, повышает доступность питательных веществ, улучшает их усвоение и способствует повышению продуктивности птицы. Большая группа углеводов не переваривается в кишечнике птицы собственными ферментами, и только благодаря деятельности микроорганизмов птица частично использует энергию этих полимеров. Наличие клетчатки и пектиновых веществ в клеточной оболочке растений затрудняет использование организмом питательных веществ, заключенных в клеточных структурах. После разрушения этих ве-

ществ внутриклеточные питательные вещества становятся более доступными для птицы. Питательные вещества корма усваиваются только после их гидролиза в желудочно-кишечном тракте под воздействием эндогенных энзимов. Присутствующие в пшенице, ячмене, овсе, ржи некрахмалистые полисахариды (НПС) оказывают антипитательное воздействие. Организм животных с однокамерным желудком не в состоянии синтезировать ферменты, способные расщепить НПС: пентозаны (ксиланы, арабиноксиланы), целлюлозу,  $\beta$ -глюканы. Их наличие в кормах приводит к увеличению вязкости содержимого кишечника, ухудшению всасывания питательных веществ, созданию благоприятных условий для патогенной микрофлоры. В результате снижается продуктивность и эффективность переваривания корма, увеличивается липкость помета. Для предотвращения этих последствий необходимо добавлять в корма энзимы, способствующие гидролизу НПС и блокированию их антипитательного действия. Все современные кроссы (породы), с которыми работают сельскохозяйственные предприятия, нуждаются в полностью сбалансированных кормах. Однако в современных условиях птицеводы вынуждены вводить в корма все больший процент ячменя (в том числе нелущеного), пшеницы, ржи, овса, подсолнечника, что снижает продуктивность сельскохозяйственной птицы. Возрастание роли ферментов в животноводстве и промышленное их производство позволили отказаться от кормовых антибиотиков, а в странах ЕС было принято решение об их запрете, несмотря на угрозу кишечных инфекций среди животных и возможные экономические потери. В связи с этим внимание исследователей было обращено на способность ферментов изменять состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных в положительную сторону (лактобациллы, бифидум и др.). В результате использование ферментов приводит к росту усвояемости комбикормов, способствует повышению доступности фосфора и азота из растительных компонентов комбикорма. Использование ферментов оправдано экономически, так как их применение позволяет снизить стоимость кормов за счет использования более дешевого растительного сырья, а следовательно, и снизить себестоимость производства. Благодаря использованию ферментных препаратов можно увеличить нормы ввода в комбикорма продуктов переработки масличных культур, отрубей, бобовых и зерновых культур (ячмень, просо, рожь). Устанавливая дозу ферментного препарата, вводимого в рецептуру комбикорма, следует определиться с показателями

продуктивности, конверсии корма, рентабельности производства, которые необходимо получить. Для процветания птицеводства необходимо постоянно искать новые способы повышения продуктивности птицы и укрепления её иммунитета с помощью натуральных кормов и добавок. Одним из перспективных направлений является разработка и внедрение новых кормовых решений, способных повысить эффективность производства [2, 3, 4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние «Апистимулина-А» на естественную резистентность, мясную продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, А. А. Гласкович, В. М. Голушко, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2005. – Т. 41, № 2–3. – С. 47–49
2. Ветеринарно-санитарные показатели мяса птицы при включении в рацион нанобиокорректора «ВитоЛАД» / М. А. Гласкович, П. И. Пахомов, Е. А. Капитонова [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2010. – Т. 46, № 1–2. – С. 111–114.
3. Гласкович, М. А. Применение кормовой добавки «ВИОМАХ – МИГ» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, М. И. Папсуева // Ветеринарное дело. – 2018. – № 8 (86). – С. 5–9.
4. Гласкович, М. А. Профилактика технологических стрессов в бройлерном птицеводстве при введении в рацион экологически чистых препаратов / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 15–18.
5. Гласкович, М. А. Влияние препарата «Биококтейля-НК» на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» / М. А. Гласкович, В. М. Голушко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 89–92.
6. Гласкович, М. А. Нанобиокорректоры в кормлении птицы / М. А. Гласкович // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2009. – Т. 45, № 1–2. – С. 12–15.
7. Оценка эффективности применения лечебно-профилактического препарата «Биококтейль-НК» в рационах цыплят-бройлеров / М. А. Гласкович, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, К. П. Кияревская // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 104–109.

УДК 628.35:728.37

**Петрашко И. С.**, студент 4-го курса

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАГОРОДНЫХ ДОМОВ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Сточные воды образуются в результате хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека. Они тем или иным путем попадают в воды закрытых водоемов, рек, морей и океанов, где и сосредотачивается все многообразие вредных веществ, производителем которых вольно или невольно является человек.

Утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени и в этом направлении наработано множество разнообразных технологических приемов, в основе которых лежат физико-химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод.

Спасаясь от неблагоприятной экологической обстановки городов, мы ищем убежище на лоне природы. И сами того не ведая, постепенно превращаем не испорченный достижениями технического прогресса участок в рассадник болезнетворных микроорганизмов.

Из-за невозможности подключения к центральной системе водоотведения многие владельцы загородных домов для очистки сточных вод использовали септики–подземные отстойники для перегнивания. Эти сооружения не являются современными системами очистки, так как имеют ряд существенных недостатков: неприятный запах, необходимость частой откачки осадков, небольшой уровень (до 60 %) очистки сточных вод. Поэтому в загородном строительстве и частном секторе сегодня вместо вчерашних технологий очистки применяют различные типы индивидуальных очистных сооружений. Индивидуальные очистные сооружения – это спектр оборудования и устройств, которые выпускаются в заводских условиях, имеют единую технологию очистки сточных вод.

Системы очистки сточных вод делят на:

- очистку сточных вод (септики с фильтрами);
- накопление воды (выгребная яма или герметичная емкость);
- биологическое очищение (автономная станция с емкостью, по которой циркулирует жидкость и очищается активным илом с бактериями).



Рис. 1. Герметичный накопительный бак

При такой системе очистки вода не уходит в почву, а твердые отходы накапливаются в резервуаре. Накопительный бак подойдет для участка, если на нем залегают грунтовые воды на высоком уровне. Для установления на участке накопительного бака необходимо:

- максимальное пролегание грунтовых вод должно быть не глубже 3 м;
- минимальное расстояние от бака: до границы соседнего участка – 3 метра, от колодца – 20 м, от жилых помещений – 15 м.



Рис. 2. Септик

Септик очищает воду системами фильтров на 30–40 %. Основная задача септика удалять неорганические осадки раз в год. Существует 4 вида септиков: однокамерный и двухкамерный, с полем фильтрации и биофильтром.

Аэрационная система очистки представляет собой компактную конусообразную установку из двух камер – аэрационной и отстаивания. Микроорганизмы (биологически активный ил) получают кислород, нагнетаемый компрессором, и органические вещества из загрязненных бытовых стоков, необходимые для их жизнедеятельности и размножения. Активный ил расщепляет загрязняющие вещества сточных вод, таким образом, очищая их до нормативных показателей. Воздухообмен также способствует удалению летучих продуктов жизнедеятель-

ности микроорганизмов. Активный ил не нужно загружать в систему – биомасса нарастает самопроизвольно, как в природе, однако периодически приходится самостоятельно откачивать избыточный и погибший активный ил портативным насосом.

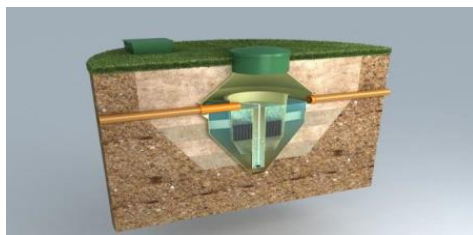


Рис. 3. Аэрационные устройства биологической очистки

Очистка системы осуществляется в зависимости от фактической нагрузки, но не чаще одного раза в год. По мере поступления в очистное устройство новой порции бытовых стоков равный объем очищенной воды вытесняется по выходной трубе через дренажную систему в грунт, насыпь или водоем. Выпуск очищенной воды осуществляется самотеком или с помощью насоса. Данная система по сравнению с септиками имеет ряд достоинств: 1) использование оборудования из стеклопластика или пропилена; 2) более быстрый монтаж (отсутствие необходимости выполнения бетонных работ); 3) кислород в устройстве делает невозможным развитие гнилостных бактерий, решая, таким образом, проблему неприятного запаха; 4) уровень очистки сточных вод достигает 98 %, небольшой вес. Недостаток чистых природных вод и высокая потребность в очищенной воде определяют необходимость продолжения работ по дальнейшему совершенствованию систем очистки. В этих условиях разработка новых технологических решений, обеспечивающих высокое и стабильное качество очистки сточных вод, является актуальной и востребованной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водоотведение: учебник / Ю. В. Воронов, Е. В. Алексеев, В. П. Саломеев, Е. А. Пугачев. – М: ИНФРА-М, 2007. – 415 с.
2. Водоснабжение и водоотведение: учебник для вузов / В. И. Калицун [и др.]. – М.: Стройиздательство, 2006. – 480 с.
3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под общ. ред. В. И. Самохина. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

УДК 624.131

**Пошелюк В. В.**, студент 4-го курса

## **ХАРАКТЕР СЖИМАЕМОСТИ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В настоящее время началась активная застройка пойменных заболоченных территорий, содержащих погребенные биогенные грунты. Необходимо знать их деформационные характеристики, так как, большинство биогенных грунтов в естественном состоянии обладают очень низкой прочностью и сильной сжимаемостью и ранее они считались непригодными в качестве основания под сооружения. Однако использование такой особенности, как сильная сжимаемость (деформируемость), и как следствие этого их упрочение, при строгой регламентации режима нагружения сооружения позволяет использовать эти грунты в качестве основания под сооружения. Основным фактором, определяющим надежную работу биогенного основания, является правильный расчет его несущей способности и осадки, основанной на прочностных и деформационных показателях. Специфика всех биогенных грунтов в зависимости от условий их формирования обусловлена наличием в их структуре органических веществ. Они обладают высокопористой структурой, в природном залегании имеют избыточно-увлажненное состояние, низкую несущую способность и малую плотность. Виды биогенных грунтов неоднородны по глубине и по простиранию, отличаются между собой в значительной степени по генетическим признакам, а вследствие этого и свойства их изменяются в широких пределах.

Сжимаемость – это способность грунта уменьшаться в объеме под действием внешней нагрузки и определяется в одометрах путем уплотнения образцов внешней нагрузкой без бокового расширения. Показатели, которые отражают способность грунтов сжиматься используют при расчете осадки оснований сооружений и характера развития деформаций во времени.

**Цель работы** – установление зависимости между давлением и коэффициентом пористости грунтов имеет существенное значение в практике расчетов, так как деформация уплотнения, обусловленная изменением пористости для биогенных грунтов, является основным видом деформации, определяющей осадку сооружения.

**Материалы и методика исследований.** Изучение процесса уплот-

нения биогенных грунтов (торфа, сапропеля, ила) проводилось в стандартных компрессионных приборах обычного типа с гильзой  $d = 50,5$  мм и высотой 20 мм, а компрессионные испытания проводились при последовательно нарастающих нагрузках: 0,005; 0,01; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 МПа. В результате опытного определения показателей сжимаемости получают зависимость изменения коэффициента пористости от внешней нагрузки. Уплотнение биогенного грунта сопровождается процессами переупаковки компонентов твердой составляющей, разрушением внутриклеточных и замкнутых полостей с высвобождением воды. При высокой влажности, когда грунт практически представляет собой двухфазную систему процесс уплотнения под действием сжимающих сил может произойти только при условии выдавливания воды из пор. Сжимаемость одного того же биогенного грунта резко различается в зависимости от степени нарушенности его структуры. При равной начальной пористости и влажности, а также одинаковом составе воды образцы с нарушенной структурой сжимаются больше. Как показывают опыты, увеличение степени и скорости нарастания нагрузки увеличивают сжатие торфа. Скорость сжатия торфа зависит от его влажности. При полном насыщении образца водой скорость сжатия до известной степени определяется водопроницаемостью биогенного грунта. При малых значениях коэффициента фильтрации и большой толщине сжимаемого слоя процесс уплотнения может длиться многие годы. Компрессионное уплотнение биогенного грунта протекает в две фазы. Деформация первой фазы, называемой фазой уплотнения (консолидации), соответствует фильтрационному оттоку воды, который протекает быстро, и составляет 80–95 % от общей деформации. Во второй фазе деформации, обусловленные ползучестью скелета биогенного грунта (вязким перемещением его структурных элементов), происходит медленно, но в процессе уплотнения обе эти фазы выделяются нечетко. Разрушение структуры биогенных грунтов происходит при относительной деформации, равной 45–55 %.

Сапропели представляют собой двухфазную систему, в которой дисперсионной фазой является вещество сапропеля, а дисперсионной средой – вода. Результаты испытаний свидетельствуют, что сапропели сильносжимаемы. Коэффициенты пористости изменяются по мере уплотнения сапропелей при  $P = 0,005 - 0,03$  Мпа (от  $\epsilon = 10 - 24$ ) до (от  $\epsilon = 2 - 4$ ) при  $P = 0,03 - 0,1$  Мпа.

Илы – грунты полностью водонасыщенные, поэтому сжатие их неизбежно сопровождается отжатием воды из пор. Сжимаемость илов зависит от многих факторов: пористости (влажности), химико-минералогического и гранулометрического состава, прочности струк-

турных связей. Чем выше пористость, тем сильнее (при прочих равных условиях) сжимаются илистые грунты. При максимальном сохранении естественной структуры илы можно использовать в качестве оснований под сооружениями, потому что по мере увеличения глубины залегания илов повышается их структурная прочность.

Заторфованные грунты обладают большой сжимаемостью и характеризуются существенной изменчивостью деформационных характеристик под воздействием нагрузки. Наибольшее влияние на деформационные свойства заторфованных грунтов оказывает относительное содержание в них органических включений, связанных вследствие своей неуплотненности и гидрофильности с коэффициентом пористости, естественной влажностью и консистенцией.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Степень сжимаемости и процессы, происходящие при сжатии зависят на прямую от физико-химической природы и структуры торфа. Более высокая сжимаемость сапропелей по сравнению с торфом (при одинаковой пористости) обусловлена большой деформируемостью органической части, которая у сапропелей имеет более рыхлую и неустойчивую структуру. Илы представляют собой слабые и водонасыщенные, сильносжимаемые грунты, показатели сжимаемости, которых зависят от величины действующих нагрузок.

**Вывод.** Анализ материалов компрессионных испытаний грунтов с различным процентным содержанием органического вещества позволяют отметить ряд особенностей, присущих только заторфованным грунтам. Обнаруженная на первых ступенях загрузки образца грунта в одометре зона, ограниченная величиной давления, при которой коэффициент пористости не изменяется, и не разрушаются структурные связи в грунте, характеризует так называемую структурную прочность сжатия грунта. Для грунтов в интервале степени заторфованности  $0,1 < q < 0,45$  структурная прочность обычно не превышает  $P = 0,03$  МПа и лишь изредка достигает значений  $P = 0,045$  МПа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В а с и л ь е в а, Н. В. Компрессионные свойства биогенных грунтов // Мелиорация переувлажненных земель / Н. В. Васильева // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1997. – Т. 44. – С. 261–265.
2. Р у б и н ш т е й н, А. Я. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах / А. Я. Рубинштейн, Ф. С. Канаев. – М.: Стройиздат, 1984. – 108 с.
3. Р у б и н ш т е й н, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
4. С е с ь к о в, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под зданиями и сооружениями / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИТИ, 1989. – 48 с.

УДК 631.674.5

**Пятигор В. С.**, студентка 4-го курса

## **СОВРЕМЕННАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

*Научный руководитель – Лукашевич В. М., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Территория Республик Беларусь относится к зоне неустойчивого увлажнения, поэтому объективно здесь нужно применять наряду с осушительными и оросительными мелиорациями. Однако в силу субъективных причин в настоящее время новое строительство оросительных систем почти не ведется, а ранее построенные выходят из строя по различным причинам. Как нам представляется, перспективным можно считать орошение небольших участков и фермерских хозяйств. И здесь встает вопрос о виде дождевальной техники и требованиях к ней.

Частные фермерские хозяйства, в подавляющем большинстве, не нуждаются в широкозахватной высокопроизводительной технике типа ДМ-454-100 (ДМУА..., ДМУБ...) «Фрегат», «Кубань», ДФ-120 «Днепр» и т. п. Ибо территории хозяйств в основном невелики, носят мелкоконтурный характер. Начинаящие и не крупные хозяйства не в состоянии нести капитальные затраты связанные с приобретением дорогостоящей металлоемкой дождевальной техники, а зачастую непосильны и эксплуатационные расходы (электро-энергия, топливо, запчасти, специалисты по обслуживанию и т. д.).

Исходя из вышеизложенного, вопрос использования (закупки) перечисленных моделей машин, ориентированных на регионы, где полив является фактором получения урожая, в то время как в Республике Беларусь – это фактор интенсификации сельскохозяйственного производства, не является достаточно обоснованным.

**Цель работы** – определить наиболее оптимальную по характеристикам дождевальную технику для проведения оросительных мелиораций в Республике Беларусь.

**Материалы и методика исследований.** Методика проведенных исследований общепринятая в мелиоративной области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В целом учитывая природно-климатические условия Республики Беларусь, а так же имеющиеся разработки [1, 2], считаем, что при технической оценке применимости дождевальной техники, необходимо учитывать следующие требования.

Группа агробиологических требований:

- подача воды в нужном количестве и в требуемые для растений сроки в соответствии с биологическими фазами их развития. Параметры режима орошения (поливные нормы 100...300 м<sup>3</sup>/га, оросительные 500...1500 м<sup>3</sup>/га);

- равномерное распределение воды на поле и по почвенным горизонтам на глубину распространения корневой системы растений. Коэффициенты эффективного полива  $\geq 0,7$ ;

- сохранность растений от механических повреждений в процессе подготовки и проведения полива, а также недопущение отрицательного воздействия на растения тока воды и дождевых капель (полегание, угнетение всходов, нарушение цветения). Средний диаметр капель дождя  $d_{cp} \leq 1,0$  мм.

Группа мелиоративных и экологических требований:

- обеспечить возможность создания и поддержания в почвенном слое оптимального уровня влажности и аэрации для сохранения структуры и водоподачи почвенных агрегатов, активной жизнедеятельности микроорганизмов в почвообразовательном процессе и повышения плодородия почв;

- недопущение при дождевании процесса лужеобразования и стока. Не превышать средней интенсивность дождя средней скорости впитывания воды в почву;

- обеспечение возможности продуктивного использования естественных осадков и поддержание аккумулирующей способности верхних горизонтов за счет малоинтенсивного и дробного внесения поливных норм, существенно не превышающих величину среднесуточной эвапотранспирации;

- обеспечение возможности внесения в почву вместе с поливной водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов, химмелиорантов, гербицидов. Коэффициент равномерности распределения удобрений и средств химизации по площади при многоцелевом орошении 0,6–1,0.

Группа организационно-хозяйственных требований:

- возможность орошения мелкоконтурных участков непрямоугольной формы;

- снижение энергоемкости процесса полива. Затраты энергии (энергоемкость) на подъем 1,0 тыс. м<sup>3</sup> поливной воды при дождевании  $\leq 500$ –1500 кВт·ч,

- обеспечение высокой надежности технологического процесса полива и долговечности оборудования оросительных систем. Коэффициент го-

товности поливного оборудования  $K_g \geq 0,96$ , срок службы поливного оборудования  $T_s \geq 8(3)$  лет (выполненного из полимерных материалов);

- снижение материалоемкости оросительных систем. Удельная материалоемкость систем: стационарных 0,5–1,0 т/га, полустационарных 0,1–0,6 т/га;

- эффективное использование во времени поливной техники и водопроводящей сети. Коэффициент использования технологического оборудования во времени – отношение времени полезного использования  $T_p$  к общему времени  $T$ , т. е.  $T_p/T = 0,3–1,0$ ;

- исключение ухудшения условий проведения при орошении других агроприемов, в том числе механизированных обработок посевов. Снижение по сравнению с нормативом  $P_n$  производительности  $P$  тракторных агрегатов при механизированной обработке посевов при орошении,  $P/P_n \cdot 100 / 100$  %.

Наиболее приближена к требованиям, применение которой целесообразно в условиях Республики Беларусь, техника новых конструкций, а так же продолжение совершенствования существующей.

Ряд модификаций дождевальной машины ДМ-454-100 «Фрегат», рас-считаны на обслуживание гораздо меньших территорий нежели базовая модель: МДГК-89-7 «Мини Фрегат – К», содержащий одну опорную тележку и консоль, орошает 3,3 га с одной позиции (до 10 га за сезон); МДГФ-177-25 «Мини Фрегат – ФШ» (3 опорные тележки) орошает 12,4–26,8 га. МДГФ-177-25 «Мини Фрегат – ФШ» является фронтальной шланговой дождевальной машиной, с подачей воды от гидрантов трубопровода закрытой оросительной сети. Модельный ряд «Фермер Фрегат–ДМУ» (ДМУА-68-5,5...ДМУА-186-20 соответственно 2...6 опорных тележек) охватывает широкий спектр вариантов орошаемой площади: 2,3...13,1 га с одной позиции (4,6...26,2 га за сезон).

С целью расширения сферы применения машины «Кубань», разработаны модификации МДЭШ-176-20 «Мини Кубань – ФШ» с водозабором по шлангу от закрытой оросительной сети, содержащая три тележки, орошающая 11–24 га. Модельный ряд «Фермер Кубань – ЛК» отличается от базовой машины поливом в движении по кругу, количество тележек 2...3, орошаемая площадь 5,1...9,8 га. Еще одной модификацией с круговым движением является «Мини Кубань – К» (МДЭК-89-5, 89-5-І, 89-7, 89-7-І) все модели которой содержат одну тележку и консоль. Орошаемая площадь с одной позиции составляет 2,7 га (МДЭК-89-5) и 3,0 га (МДЭК-89-7), до 6,0 га за сезон.

Продолжением модельного ряда дождевателей шланговых (ДШ) являются «Агрос ДШ-32» и «Агрос ДШ-75». Основные технические характеристики которых: расход воды 0,6–1,0 л/с и 5,0–6,0 л/с соответственно, площадь орошения с одной позиции 0,22–0,275 га и 1,0–1,5 га (1,1 га и 6,0 га за сезон). Передвижная дождевальная установка ДШ-0,6 «Кооператор» обслуживает 0,84 га создавая расход 0,6 л/с при давлении на входе в установку 0,1 МПа.

Для обеспечения орошения в секторе приусадебных и мелких фермерских хозяйств серийно выпускается ряд полустационарных, сезонных мелко-контурных дождевальных устройств. Стационарно-сезонный комплект «Росинка» предназначенный для полива сельскохозяйственных культур на участках до 600 м<sup>2</sup> состоящий из быстро-сборного оборудования, расход воды при давлении 0,2 МПа составляет 0,5 л/с. Комплект дождевальный садово-огородный переставной «Радуга» предназначен для орошения плодово-ягодных насаждений и цветников на площади до 600 м<sup>2</sup>, обеспечивает при давлении на входе 0,2 МПа расход 0,2 л/с. Системы импульсно-локального орошения: ИЛО-0,3А, ИЛО-0,3Б соответственно размера обслуживаемых участков 14×75 и 38,4×75 м<sup>2</sup>, напор 2 м, расход 0,3 л/с.

Заключение. На кафедре мелиорации и водного хозяйства предложено дождевальное устройство, которое может существенно улучшить качество дождя на имеющихся в эксплуатации дождевальных машинах при орошении животноводческими стоками. В ближайшее время будут проводиться лабораторно-полевые исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технологическая карта на полив сельскохозяйственных культур мобильными шланговыми дождевальными машинами / А. П. Лихачевич [и др.] // РУП «Институт мелиорации». – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2017. – 36 с.
2. Лукашевич, В. М. Эрозионно-допустимые поливные нормы при дождевании на дерново-подзолистых суглинистых почвах / В. М. Лукашевич // Молодежь и инновации : материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г. / УО БГСХА. – Горки, 2015. – Ч. 2. – С. 272–273.
3. Желязко, В. И. Применение мобильной барабанно-шланговой дождевальной установки Bauer «Rainstar» Т-61 в условиях Могилевской области : рекомендации / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки: БГСХА, 2014. – 24 с.

УДК 626

Разумовский М. А., студент 3-го курса

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Ткачева Т. Н., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Агроэкосистемы играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивом развитии сельского хозяйства. В то же время, загрязнение тяжелыми металлами становится серьезной проблемой, угрожающей как экосистемам, так и здоровью человека. Республика Беларусь, обладая обширными сельскохозяйственными ресурсами, сталкивается с вызовами, связанными с накоплением тяжелых металлов в почвах, водоемах и растениях. Основные источники этого загрязнения включают промышленные выбросы, применение химических удобрений и пестицидов, а также загрязнение от транспортных средств. Изучение содержания тяжелых металлов в агроэкосистемах Беларуси имеет важное значение для оценки экологической безопасности и разработки эффективных мер по охране окружающей среды.

**Цель работы** – анализ содержания тяжелых металлов в агроэкосистемах Республики Беларусь, выявление основных источников загрязнения, оценка их воздействия на экологическую ситуацию и здоровье населения, а также разработка рекомендаций по снижению уровня загрязнения и улучшению состояния окружающей среды.

**Источники загрязнения:** Загрязнение агроэкосистем тяжелыми металлами в Республике Беларусь является актуальной экологической проблемой, вызванной несколькими основными источниками. Прежде всего, значительную роль в этом процессе играют промышленные выбросы, особенно от металлургических и химических предприятий. Эти фабрики выбрасывают в атмосферу и почву токсичные вещества, что приводит к ухудшению качества окружающей среды. В частности, такие металлы, как свинец, ртуть и кадмий, могут накапливаться в почве и водоемах, что негативно сказывается на здоровье растений и животных, а также на качестве сельскохозяйственной продукции [1, с. 354].

Еще одним важным фактором является использование удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве. Некоторые из них содержат тяжелые

металлы, которые могут накапливаться в почве и впоследствии попадать в растения. Это не только снижает урожайность, но и может угрожать здоровью человека, так как загрязненные продукты могут попасть в пищевую цепь.

Автомобильный транспорт также является значительным источником загрязнения. Выбросы от автомобилей, особенно старых моделей, содержат свинец и кадмий, которые оседают на поверхности почвы и могут накапливаться в сельскохозяйственных угодьях. Увеличение числа автомобилей и интенсивность движения в городах усиливают этот негативный эффект [2, с. 230].

Кроме антропогенных факторов, природные условия региона также играют роль в загрязнении. Геологические особенности могут способствовать естественному накоплению тяжелых металлов в окружающей среде, что добавляет сложности в борьбе с загрязнением. Все эти аспекты требуют комплексного подхода к решению проблемы загрязнения агроэкосистем и защиты здоровья населения и экосистемы в целом.

**Влияние на экосистемы:** Загрязнение тяжелыми металлами оказывает серьезное негативное воздействие на экосистемы, вызывая множество проблем, которые затрагивают как почву, так и флору и фауну. В почве это приводит к ухудшению ее качества, снижению плодородия и нарушению биогеохимических процессов, что затрудняет рост растений и уменьшает урожайность сельскохозяйственных культур. Растения, поглощая токсины, могут накапливать тяжелые металлы в своих тканях, что делает их опасными для потребления. Это создает риск как для людей, так и для животных, которые питаются такими растениями. Животные, в свою очередь, подвергаются риску отравлений и могут испытывать снижение своей продуктивности, что негативно сказывается на сельском хозяйстве и пищевой безопасности. В результате этих процессов происходит уменьшение биоразнообразия, так как чувствительные виды могут исчезнуть, а устойчивость агроэкосистем нарушается. Это приводит к дисбалансу в экосистеме, что влияет на ее способность адаптироваться к изменениям и восстанавливать нарушенные процессы. Все эти факторы подчеркивают необходимость принятия мер для предотвращения загрязнения и защиты экосистем от негативного воздействия тяжелых металлов [3, с. 54].

**Экологические и социальные последствия:** Загрязнение тяжелыми металлами в агроэкосистемах ведет к серьезным экологическим и социальным последствиям. Экологически это проявляется в снижении био-

разнообразия, ухудшении состояния почв и водоемов, а также нарушении экологических процессов. Социальные последствия касаются здоровья человека, так как потребление загрязненных продуктов может вызывать различные заболевания, включая хронические и онкологические. Кроме того, снижение качества сельскохозяйственной продукции приводит к экономическим потерям как для фермеров, так и для государства. Все это создает дополнительные проблемы для устойчивого развития региона и требует активных мер по улучшению ситуации [4, с. 67].

**Заключение.** Проблема загрязнения тяжелыми металлами в агроэкосистемах Республики Беларусь требует комплексного подхода к ее решению. Необходимы меры по мониторингу, оценке и снижению уровней загрязнения, а также просвещение населения о вреде тяжелых металлов. Совместные усилия государства, научных учреждений и общественности могут способствовать улучшению экологической ситуации и сохранению здоровья населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения: учебник / М. В. Нестеров. – Минск: Новое Знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – С. 600.
2. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения: учебник / М. В. Нестеров, И. М. Нестерова. – Минск: Новое знание, 2016. – С. 407.
3. Гидротехнические сооружения: учеб.-метод. пособие. – Минск: БНТУ, 2011. – 82 с
4. Круглов, Г. Г. Гидротехнические сооружения: лабораторный практикум: учеб. пособие / Г. Г. Круглов, Ю. А. Медведева. – Минск: Вышэйш. шк., 2019. – 109 с.

УДК 628.3(476)

**Рысев С. С.**, студент 2-го курса

### **СПОСОБЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ПРОДУКТАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Сельское хозяйство – один из основных факторов загрязнения водоемов и подземных вод. Смыв с полей удобрений, пестицидов, а также отходы животноводства приводят к ухудшению качества воды, развитию эвтрофикации и угрозе здоровью населения.

Для эффективной охраны водных источников необходим комплексный подход, включающий технологические, организационные, законодательные и просветительские меры.

Основные направления защиты водных источников включают организацию водоохраных зон и защитных полос, установление водоохраных зон и прибрежных защитных полос вдоль берегов водоемов, где ограничивается или полностью запрещается применение удобрений и пестицидов, размещение навозохранилищ и других потенциальных источников загрязнения [1], создание буферных зон из травянистых или древесных растений вдоль водотоков позволяет задерживать и фильтровать сток с полей, снижая поступление химикатов и почвы в воду, совершенствование систем очистки сточных вод, внедрение современных очистных сооружений для удаления загрязняющих веществ из сточных вод до их сброса в окружающую среду, использование локальных систем очистки на фермах, септиков и биологических методов для переработки отходов животноводства.

Важный момент при защите вод продуктами сельхозпроизводства является внедрение экологических агротехнологий. Они состоят в минимизации использования химических удобрений и пестицидов, переход на органические или биологические средства защиты растений, применение компоста.

Также хороший защитный эффект имеет внедрение севооборота, агротехнических приемов, снижающих эрозию почвы и вынос загрязняющих веществ, а также комплексной защиты растений.

Хорошо зарекомендовали себя применение методов денитрификации для предотвращения поступления нитратов в водоемы и подземные воды.

Для надежной защиты водных объектов от загрязнений необходим контроль и мониторинг. Регулярный мониторинг качества воды в источниках, водоемах и подземных водах необходим для своевременного выявления и устранения источников загрязнения.

Помимо контроля необходимо создание и поддержание зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения

В плане законодательства необходима разработка и внедрение строгих норм по содержанию загрязняющих веществ в сточных водах, применение штрафов и санкций за нарушение экологических требований

Примеры эффективных практик по снижению загрязнения водных объектов:

Создание буферных полос из многолетних трав и деревьев вдоль полей и водоемов для задержки стока.

Использование органических удобрений и биологических средств защиты растений вместо синтетических химикатов.

Внедрение современных очистных сооружений на животноводческих комплексах.

Мониторинг и контроль качества воды и почвы вблизи сельскохозяйственных объектов.

Восстановление деградированных пастбищ и улучшение управления рационом животных для снижения биогенного загрязнения.

**Заключение.** Охрана водных источников от загрязнения продуктами сельскохозяйственного производства требует системного подхода: сочетания природоохранных, технологических, агротехнических, законодательных и образовательных мер. Только комплексная реализация этих направлений позволит сохранить качество водных ресурсов для будущих поколений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев, М. З. Рациональное водопользование / М. З. Агеев. – Гомель: Полеспечатать, 2009. – 53 с.

2. Аношко, Я. И. Водные ресурсы Гомельской области и проблема их использования / Я. И. Аношко. – Минск: БГУ, 2010. – 181 с.

УДК 628.31(476)

**Самкевич К. В.**, студент 2-го курса

### **ЛОКАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДОЖДЕВЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Васильева Н. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

В Республике Беларусь локальные очистные сооружения (ЛОС) для дождевых стоков играют ключевую роль в защите окружающей среды от загрязнения нефтепродуктами, взвешенными веществами и тяжелыми металлами. Ливневые очистные сооружения – это эффективная система дождевой сети, главное назначение которой – прием, очистка и отведение дождевых, талых и поливомоечных вод с селитебных территорий и площадок предприятий от маслянистых, нефтесодержащих и других типов примесей, а также твердых частиц. Эти системы применяются на промышленных объектах, АЗС, автостоянках, в жилых районах и других тер-

риториях, где требуется очистка поверхностных стоков, чтобы уровень воды на выходе соответствовал параметрам, позволяющим дальнейший ее сброс в централизованную городскую водоотводящую сеть, в водоёмы хозяйственно-бытового, рекреационного, а также рыбохозяйственного назначения.

Основными загрязнителями сточной дождевой воды являются взвешенные вещества, нефтепродукты, тяжелые металлы, предельно допустимые концентрации которых регламентируется законодательством Беларуси (жидкость на выходе будет иметь степень очистки: до 20 мг/л по взвешенным веществам и до 0,3 мг/л по нефтепродуктам, для сброса вод в водоёмы рыбохозяйственного назначения: до 3 мг/л по взвешенным веществам и до 0,05 мг/л по нефтепродуктам). Для удобства эксплуатации очистные сооружения комплектуются ремнями, датчиками и сигнализаторами уровня осадка (в секции пескоуловителя) и нефтепродуктов (в секции нефтеуловителя) и оснащены GSM-модулями для подключения к системам диспетчеризации.

Основные типы локальных очистных сооружений: пескоуловители, бензомаслоотделители, комбинированные системы, сорбционные и тонкослойные модули.

Задачей пескоуловителей является осаждение песка, ила и других тяжелых взвешенных частиц. Принцип работы заключается в гравитационном осаждении в безнапорном режиме.

Бензомаслоотделители предназначены для удаления нефтепродуктов и масел из стоков. Это происходит на коалесцентных и сорбционных фильтрах.

Комбинированные системы совмещают функции пескоуловителей и нефтеуловителей, если локальные очистные сооружения не имеют в качестве самостоятельных сооружений от песка, бензина и масел. Эти системы обеспечивают высокую степень очистки.

Для дополнительной очистки от мелко-дисперсных примесей используют сорбционные и тонкослойные модули, которые удаляют из сточной дождевой воды до 98 % нефтепродуктов.

Технология очистки дождевых и талых сточных вод базируется на механическом и физико-химическом методах очистки. В первом случае (рис. 1. схема А) происходит снижение скорости потоков дождевой, талой или промышленной воды и устранения примесей под воздействием гравитации, а также тонкослойного отстаивания с коалесцирующим эффектом (маслянистые примеси укрупняются и всплывают на поверхность жидкости в емкости). При физико-химическом воз-

действии происходит абсорбция, когда поверхностью твердых сорбентов поглощаются нефтепродукты, находящиеся в растворенном или тонкоэмульгированном состоянии.

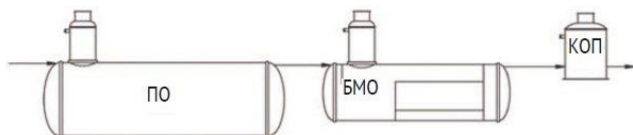


Рис. 1. Схема А

Ливневые сточные воды поступают в пескоотделитель ПО с целью устранения взвешенных веществ механическим путем и поступлением сточных вод в следующий модуль очистки. В маслобензоотделителе БМО уstraняются масло- и нефтепродукты, а на выходе в колодце отбора проб КОП (оснащен дисковым затвором и предназначен для отбора проб очищенной воды) происходит контроль качества. Эффективность очистки достигает по взвешенным веществам до 20 мг/л, по нефтепродуктам до 0,3 мг/л.

Схема В (рис. 2) используется для сброса очищенных (до нормативного уровня) дождевых вод в водоемы рыбохозяйственного назначения. Принцип очистки дождевых вод аналогичен схеме А, но если необходимо дополнительно обеззараживание, то в схему подключается сорбционный фильтр СФ для абсорбции.

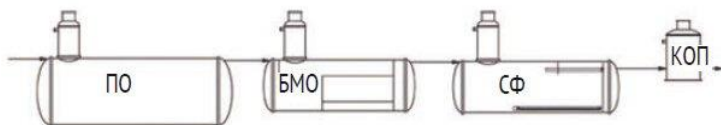


Рис. 2. Схема В

### **Заключение.**

1. Локальные очистные сооружения в Беларуси представлены широким спектром решений – от компактных частных систем до промышленных комплексов.

2. Локальные очистные сооружения (ЛОС) доказали свою эффективность в удалении нефтепродуктов, взвешенных веществ и тяжелых металлов из поверхностных стоков.

3. Локальные сооружения по очистке дождевых вод в Беларуси соответствуют международным стандартам и способствуют устойчивому развитию водных ресурсов страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха» от 16 декабря 2008 г. № 2-3 (в ред. Закона Республики Беларусь от 23 января 2024 г.).
2. Крылова, О. В. Биоклиматическая оценка территории Беларуси. Природопользование / О. В. Крылова. – Минск, 2005. – Вып. 11. – 123 с.
3. Водный кодекс Республики Беларусь 24 июля 2008 г. № 172, 2/1470.
4. ТКП 45-4.01-57-2012 (02250). – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012 г. – 32 с.

УДК 631.95:631.22(476)

**Смирнова А. А.**, студентка 3-го курса

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТА ВБЛИЗИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – Ткачева Т. Н., ст. преподаватель*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Аннотация.** В данной статье рассматривается экологическое состояние агроландшафта вблизи животноводческих комплексов Республики Беларусь. Проводится анализ основных факторов негативного воздействия животноводства на окружающую среду, таких как загрязнение почвы, воды и атмосферного воздуха. Оценивается состояние компонентов агроландшафта: почвенного покрова, растительности, водных объектов. Предлагаются рекомендации по снижению экологической нагрузки и улучшению экологической обстановки в исследуемых районах.

**Введение.** Животноводство является важной отраслью сельского хозяйства Республики Беларусь, обеспечивающей население продуктами питания и вносящей значительный вклад в экономику страны. Однако, интенсивное развитие животноводческих комплексов (ЖК) оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду и экологическое состояние прилегающих агроландшафтов. Несбалансированное управление отходами животноводства, нарушение технологий содержания животных и обработки земли приводят к загрязнению почвы, воды и атмосферного воздуха, что, в свою очередь, негативно сказывается на здоровье населения и устойчивости экоси-

стем. В связи с этим, актуальным является проведение комплексной оценки экологического состояния агроландшафтов вблизи ЖК с целью выявления основных проблем и разработки научно обоснованных рекомендаций по их решению.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в различных районах Республики Беларусь, где расположены крупные животноводческие комплексы. В качестве объектов исследования выбраны агроландшафты, прилегающие к ЖК, специализирующимся на разведении крупного рогатого скота, свиней и птицы.

В ходе исследований использовались следующие методы:

- анализ литературных данных и нормативных документов: изучение научных публикаций, государственных стандартов, санитарных норм и правил в области охраны окружающей среды и животноводства;

- полевые исследования: отбор проб почвы, воды и атмосферного воздуха на территории агроландшафтов вблизи ЖК и на контрольных участках, расположенных на удалении от источников загрязнения;

- лабораторные анализы: определение физико-химических показателей почвы (рН, содержание органического вещества, тяжелых металлов, нитратов, фосфатов), воды (рН, БПК, ХПК, содержание нитратов, фосфатов, аммония, тяжелых металлов) и атмосферного воздуха (содержание аммиака, сероводорода, пыли);

- геоботанические исследования: описание растительности на исследуемых участках, определение видового состава, проективного покрытия, встречаемости видов;

- картографический метод: составление карт загрязнения агроландшафтов на основе полученных данных;

- статистическая обработка данных: применение методов математической статистики для анализа полученных результатов и выявления достоверных различий между исследуемыми участками.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Результаты исследований показали, что экологическое состояние агроландшафтов вблизи ЖК характеризуется значительным загрязнением компонентов окружающей среды.

- *Почва:* В почвах, прилегающих к ЖК, выявлено повышенное содержание органического вещества, нитратов, фосфатов, тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия). Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по тяжелым металлам и нитратам наблюдается на расстоянии до 500–1000 м от ЖК. Изменение кислот-

ности почвы (защелачивание) также является распространенным явлением.

- *Вода*: Вода поверхностных и подземных источников, расположенных вблизи ЖК, загрязнена органическими веществами, нитратами, фосфатами, аммонием и патогенной микрофлорой. Превышение ПДК по нитратам и фосфатам отмечается как в поверхностных водах (реках, ручьях, озерах), так и в подземных водах (колодцах, скважинах). Это приводит к эвтрофикации водоемов и ухудшению качества питьевой воды.

- *Атмосферный воздух*: В атмосферном воздухе вблизи ЖК зафиксировано повышенное содержание аммиака, сероводорода и пыли. Высокие концентрации аммиака негативно влияют на здоровье населения, вызывая раздражение слизистых оболочек, заболевания дыхательных путей и другие проблемы со здоровьем.

- *Растительность*: В растительном покрове агроландшафтов, прилегающих к ЖК, наблюдаются изменения видового состава и структуры растительных сообществ. Увеличивается доля сорных растений, устойчивых к загрязнению, и уменьшается количество видов, чувствительных к антропогенному воздействию.

Проведенные исследования свидетельствуют о значительном негативном воздействии животноводческих комплексов на экологическое состояние агроландшафтов Республики Беларусь. Основными факторами загрязнения являются неэффективное управление отходами животноводства [1, с. 60–65], нарушение технологий содержания животных и обработки земли [2, с. 70–78].

Для снижения экологической нагрузки и улучшения экологической обстановки в районах расположения ЖК необходимо реализовать следующие мероприятия:

- Совершенствование системы управления отходами животноводства: внедрение современных технологий переработки и утилизации навоза и помета, таких как компостирование, анаэробное сбраживание, вермикомпостирование [1, с. 100–105; 3, с. 120–125].

- Оптимизация системы земледелия: внедрение севооборотов, применение органических удобрений, использование ресурсосберегающих технологий обработки почвы [2, с. 90–95].

- Создание санитарно-защитных зон вокруг ЖК: организация лесозащитных полос, озеленение территории, использование шумозащитных экранов [3, с. 150–155].

- Ужесточение контроля за соблюдением экологических нормативов: проведение регулярного мониторинга состояния компонентов

окружающей среды, привлечение к ответственности за нарушение природоохранного законодательства.

- Повышение экологической грамотности населения: проведение информационно-просветительской работы по вопросам охраны окружающей среды и устойчивого развития животноводства.

#### **Выводы и рекомендации.**

1. Необходимо внедрение современных технологий утилизации навоза (биогазовые установки, компостирование) [1, с. 110–115; 3, с. 160–165].

2. Рекомендуется оптимизация норм внесения органических удобрений с учетом емкости почвенного поглощающего комплекса [2, с. 100–105].

3. Важным направлением является создание буферных зон и лесополос вокруг животноводческих комплексов для снижения эмиссии газов и фильтрации стоков [3, с. 170–175].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бамбалов, Н. Н. Экологические проблемы животноводческих комплексов и пути их решения / Н. Н. Бамбалов, П. А. Ковхуго. – Минск: Белорус. наука, 2010.

2. Гапоненко, В. В. Агроэкология и устойчивое развитие сельских территорий Беларуси / В. В. Гапоненко, А. П. Лысенко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015.

3. Кукреш, Л. В. Влияние животноводства на окружающую среду и методы минимизации ущерба / Л. В. Кукреш, С. Е. Головатый. – Горки: БГСХА, 2018.

УДК 627

**Смирнова А. А.**, студентка 3-го курса

### **АВАРИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ: ПОЧЕМУ ОНИ ПРОИСХОДЯТ**

*Научный руководитель – Боровиков А. А., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Представьте себе огромную дамбу, сдерживающую миллионы тонн воды. Или плотину ГЭС, дающую нам электричество. Все это гидротехнические сооружения (ГТС). Они жизненно важны: защищают нас от наводнений, дают воду и свет. Но когда они выходят из строя это настоящая катастрофа. К сожалению, такие аварии случаются не так уж и редко. Например, только с начала 2000-х гг. в мире фиксируется несколько серьезных прорывов в год. Недавние события в России, как прорыв дамбы в Орске в 2024 г. [1], показывают, насколько это опасно.

Почему же разрушаются ГТС, что за этим следует и как можно снизить риски.

Аварии ГТС редко происходят по одной причине. Обычно это целая цепочка проблем. Многие плотины и дамбы построены давно. Как и любое сооружение они требуют ремонта. Если за ними не следить, не укреплять, материалы разрушаются (бетон трескается, металл ржавеет, грунт размывается). Нехватка денег на обслуживание – большая проблема [2].

Иногда проблемы закладываются еще на этапе проектирования или строительства. Например, инженеры могли недооценить силу воды во время сильного паводка или не до конца изучить грунт под будущей плотинной. Строители иногда экономят на материалах или нарушают технологии. Все это ослабляет сооружение с самого начала [3].

Конечно, природа – мощный фактор. Экстремальные паводки, когда воды приходит намного больше, чем рассчитывали, могут перелиться через плотину и размывать ее. Сильные землетрясения могут повредить конструкцию. Постоянное подмывание основания водой (эрозия) тоже ослабляет ГТС. Изменение климата, ведущее к более частым и сильным ливням, усугубляет эту опасность.

Люди тоже могут ошибаться. Оператор на ГЭС может не вовремя открыть водосбросы. Инспекторы могут пропустить трещину. Местные власти иногда разрешают строить дома или предприятия прямо в зоне возможного затопления ниже плотины, что увеличивает потенциальный ущерб при аварии.

Чем же опасны аварии ГТС? Последствия бывают просто ужасными. Когда плотина или дамба разрушается вырвавшаяся вода образует мощную волну прорыва. Она движется с огромной скоростью (как минимум 3–25 км/ч, а в горах – еще быстрее), снося все на своем пути: дома, мосты, дороги, машины, деревья. Люди, оказавшиеся в зоне удара, имеют очень мало шансов спастись. Иногда целые районы оказываются под водой, и требуются огромные деньги на помощь людям и восстановление.

Волна прорыва не просто вода. Она смешивается с тем, что несет (мусор, обломки, топливо из затопленных машин и АЗС, химикаты с заводов и полей, канализационные стоки). Вода становится ядовитой. Это приводит к массовому заражению источников питьевой воды и почвы, вспышкам инфекций. Например, в 2019 г. после аварии на хвостохранилище (место хранения отходов) в Щетинкино погибли люди, а река Сайба была сильно загрязнена [4].

После того как вода уйдет, начинается долгое и дорогое восстановление: нужно отстраивать дома, дороги, линии электропередач, очищать землю и воду. Многие люди теряют работу, если разрушены предприятия. Страдает природа: гибнут животные и растения, меняются русла рек. Кроме того, люди теряют доверие к безопасности таких объектов.

Предотвратить все аварии невозможно, но риски можно и нужно значительно снизить. Самое очевидное – нужно выделять достаточно денег на регулярные и качественные проверки состояния ГТС и их своевременный ремонт. Особенно это касается старых сооружений и тех, что находятся в зонах риска (например, где часто бывают паводки).

Необходимо ужесточать и четко контролировать соблюдение норм на всех этапах: от проектирования и строительства до ежедневной эксплуатации. Важно, чтобы разрешения на строительство в опасных зонах не выдавались без надежной защиты.

Для каждого ГТС должен быть понятный и реальный план действий на случай аварии (План по предупреждению и ликвидации ЧС). Население, живущее ниже по течению, должно знать, куда бежать и что делать при тревоге. Регулярные учения очень важны.

Без грамотных инженеров, строителей и эксплуатационников безопасность невозможна. Нужно привлекать молодежь в эту сферу, обеспечивать качественное обучение и не допускать к работе неквалифицированных подрядчиков.

Аварии гидротехнических сооружений – это не просто поломка техники. Это трагедии, уносящие жизни, разрушающие дома и природу, наносящие огромный экономический урон. Основные причины – в комплексе: стареющие сооружения, недостаток ухода и денег на него, ошибки людей и растущая мощь стихии из-за изменения климата. Бороться с этим можно только системно: вкладываясь в ремонт и модернизацию, строго соблюдая правила проектирования и эксплуатации, готовясь к авариям и обучая специалистов. Безопасность ГТС – это вопрос благополучия каждого из нас.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://dzen.ru/a/Z--SzJmMqxm EXGcJ?share\\_to=link](https://dzen.ru/a/Z--SzJmMqxm EXGcJ?share_to=link) – Дата обращения: 04.03.2025.
2. Боровиков, А. А. О необходимости мероприятий инженерной защиты водопорных и водопроводящих сооружений / А. А. Боровиков // Вестник мелиоративной науки. – 2021. – № 1. – С. 4–8.

3. Надежность гидротехнических сооружений [Текст] : Сб. – СПб. : [б. и.], 2000. – 105 с. : ил. – (Известия / Всероссийский гос. НИИ гидротехники им. Б. Е. Веденеева, ISSN 03680738 ; т. 238). – 300 экз.

4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.enisey.tv/news/post-18123/> – Дата обращения: 05.03.2025.

УДК 633.37:631.46:631.67

**Соловьев В. Д.**, студент 4-го курса

## **СИМБИОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВОГО АГРОБИОЦЕНОЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

*Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь делается большой акцент на интенсификацию производства продукции животноводства. Однако это является невозможным без обеспечения животных качественным кормом в нужном количестве и сбалансированным по белкам и аминокислотному составу. Получить качественный корм можно только с условием строгого соблюдения технологических регламентов и применения, современных и эффективных средств повышения урожайности трав и улучшения качества. Немало важным условием также является поиск путей которые позволят снизить себестоимость получаемого корма. Поэтому задачей стояло определить влияние бактериальных препаратов и орошения на накопление травостоями биологического азота.

В сложившихся климатических и почвенных условиях важным показателем успешного функционирования симбиотического аппарата является наличие достатка влаги в почве. Так, по данным многих исследователей, понижение влажности почвы до 35 % от максимальной влагоемкости почвы снижает азотфиксирующую способность клевера до 55,8–91,2 %. Известно, что оптимальная влажность, при которой активно образуются клубеньки лежит в пределах 60–70 % от наименьшей влагоемкости. Поэтому использование орошения позволит обеспечить благоприятные условия для роста многолетних трав и создать оптимальные условия для развития клубеньковых бактерий участвующих в биологической фиксации атмосферного азота. Однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных травостоях бактериальных препаратов при условии орошения проведено недостаточно.

Для этого на опытном поле «Гушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения биопрепаратов и орошения при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой, клевер ползучий, тимофеевка луговая, костреч безостый.

Схема опыта включала следующие блоки:  $P_{60}K_{110}$  (без орошения),  $P_{60}K_{110}$  + орошение и  $P_{60}K_{110} + N_{40}$  + орошение. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без обработки инокулянтами), инокуляция семян бобовых компонентов травосмеси сапронитом, инокуляция семян злаковых компонентов азобактерином, совместная инокуляция семян бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян. Результаты исследований показали, что использование орошения в сочетании с бактериальными препаратами оказало достоверно положительное влияние на накопление травосмесью биологического азота (таблица).

**Накопление биологического азота бобово-злаковой травосмесью третьего года жизни, кг/га**

Вариант	Годы использования		В среднем за 2 года
	третий	четвертый	
<b><math>P_{60}K_{110}</math> (без орошения)</b>			
Без инокуляции	29,6	20,1	24,8
Сапронит	51,2	35,7	43,45
Азобактерин	36,4	27,0	31,7
Сапронит + фитостимифос	49,3	36,0	42,6
<b><math>P_{60}K_{110}</math> + орошение</b>			
Без инокуляции	40,1	31,1	35,6
Сапронит	72,3	49,5	60,9
Азобактерин	57,8	39,4	48,6
Сапронит + фитостимифос	71,7	47,2	59,4
<b><math>P_{60}K_{110} + N_{40}</math> + орошение</b>			
Без инокуляции	41,9	32,0	36,9
Сапронит	76,4	50,1	63,2
Азобактерин	62,2	40,7	51,4
Сапронит + фитостимифос	74,9	49,4	62,1

Среди изучаемых агроприемов наибольшие значения накопления биологического азота травосмесью наблюдалось в вариантах с сочетанием обработки семян бобовых трав сапронитом и орошением. При-

менение сапронита на фоне  $P_{60}K_{110}$  (орошение) способствовало увеличению накопления биологического азота в среднем за годы исследований на 60,9, на фоне  $P_{60}K_{110} + N_{40}$  + орошение – 63,2 кг/га по сравнению с аналогичными вариантами без инокуляции.

Эффективным приемом было и при проведении инокуляции семян бобового и злакового компонента травостоя препаратами сапронит и фитостимифос. Применение ассоциативного препарата Азобактерин оказало положительное влияние на накопление биологического азота, но существенно уступала вариантам, где для инокуляции использовался сапронит.

Таким образом, результаты исследований показали, что наиболее оптимальным приемом способствующим усилению процесса накопления биологического азота является использование при инокуляции семян многолетних бобовых трав симбиотического препарата сапронит на фоне орошения дождеванием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4, Т. 20 – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Bushby, H. V. A. and another. Water status of rhizobia in relation to their susceptibility in desiccation and to their protection by montmorillonite / H. V. A. Bushby, K. C. Marschall // Gen. Microbiol. – 1977. – Vol. 99. – № 1.

УДК 633.37:631.46:631.67

**Соловьев В. Д.**, студент 4-го курса

### **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

*Научный руководитель – Кукреш А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Решение задачи по обеспечению животноводства высококачественными кормами сводится к проблемам биологизации земледелия, сохранению плодородия почвы и охраны окружающей среды. В этой связи важное значение приобретает планирование и организация адаптивного кормопроизводства путем подбора культур и совершенство-

вания технологий их возделывания с высоким качеством получаемой продукции и низкими экономическими и энергетическими затратами.

В связи с этим приоритетным направлением является создание бобово-злаковых травосмесей совместно с использованием бактериальных препаратов, которые наряду со снижением затрат на производство продукции, обеспечивают получение корма с высоким содержанием белка, минеральных веществ и витаминов. Также для обеспечения высоких урожаев многолетних трав важным фактором является создание оптимальных водно-воздушных условий в корнеобитаемом слое почвы. Этого можно добиться путем орошения дождеванием. Поэтому нашей целью и являлось выявить влияние орошения на микробиологическую активность клубеньковых бактерий и продуктивность многолетних трав.

С этой целью с 2022 по 2023 гг. на опытном поле «Тушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии были проведены исследования по выявлению эффективности применения бактериальных препаратов в условиях орошения дождеванием при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимофеевка луговая Волна, коострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: контроль (без орошения) и орошение дождеванием. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом, инокуляция злаковых компонентов азобактерином, совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимофосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян.

Результаты исследований проведенные на травостое второго и третьего года использование показали, что использование орошения дождеванием в сочетании с бактериальными препаратами оказало достоверно положительное влияние на урожайность и продуктивность возделываемой бобово-злаковой травосмеси (табл. 1). В среднем за годы исследований применение орошения способствовало увеличению урожайности травосмеси в сумме за 2 укоса на 1,26 т/га. Из изучаемых бактериальных препаратов наиболее эффективным было использование для обработки семян бобовых компонентов травосмеси симбиотического препарата сапронит. Применение данного препарата способствовало повышению урожайности бобово-злаковой травосмеси на блоке опыта без орошения на 0,85; с орошением дождеванием –

1,09 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции.

Таблица 1. Продуктивность бобово-злаковой травосмеси при использовании орошения дождеванием и бактериальных препаратов (в среднем за 2 года)

Варианты	Урожайность т/га с. в.	Сбор к. ед., т/га	Выход ОЭ, ГДж/га	Сбор переваримого протеина, кг/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г/к. ед.
<b>Контроль (орошения)</b>					
Без инокуляции	6,91	5,0	56,6	565,8	113,1
Сапронит	7,76	5,68	63,9	703,1	123,4
Азобактерин	7,15	5,19	58,7	601,7	115,5
Сапронит + фитостимифос	7,41	5,40	61,0	639,9	118,1
<b>Орошение дождеванием</b>					
Без инокуляции	8,17	5,97	67,7	712,0	119,3
Сапронит	9,26	6,83	76,8	896,7	131,1
Азобактерин	8,63	6,32	71,4	778,1	122,8
Сапронит + фитостимифос	8,91	6,55	73,9	831,8	126,5
НСП <sub>05</sub> (А)	0,14–0,46				
НСП <sub>05</sub> (В)	0,16–0,33				

Помимо положительного действия орошения и бактериальных препаратов на урожайность травосмеси они оказали существенное влияние на показатели продуктивности. Так, наибольший эффект был получен при сочетании орошения дождеванием и инокуляции семян бобовых сапронитом. При этом сбора переваримого протеина увеличился на 330,9 кг/га, сбор кормовых единиц – 1,83 т/га, выход обменной энергии – 20,2 ГДж, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – 18,0 г по сравнению с вариантом без инокуляции и без орошения.

Данные по агроэнергетической и экономической оценке эффективности применения орошения дождеванием в сочетании с бактериальными препаратами подтверждают их высокую эффективность при возделывании бобово-злаковой травосмеси (табл. 2). Так, расчет энергетической и экономической эффективности применения бактериальных препаратов и минеральных удобрений показал, что наиболее высокие ее показатели отмечены в варианте с сочетанием использования орошения дождеванием и инокуляцией семян бобовых компонентов травосмеси сапронитом. Это выразилось в снижении совокупной энергии

в расчете на 1 кг сырого протеина и кормовую единицу, и повышения коэффициента энергетической эффективности и рентабельности производства. Так, при сочетании инокуляции бобовых компонентов сапронитом с орошением дождеванием затраты совокупной энергии на производство килограмма сырого протеина по сравнению с вариантом без инокуляции блока опыта без орошения уменьшились на 6,1 МДж, затраты на одну кормовую единицу на 0,6 МДж, а коэффициент энергетической эффективности повысился на 0,5 ед.

Таблица 2. **Эффективность использования минеральных удобрений и бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси**

Варианты	Затраты совокупной энергии МДж		Энергетический коэффициент	Рентабельность, %
	на 1 кг сырого протеина	на 1 к. ед.		
<b>Контроль (без орошения)</b>				
Без инокуляции	23,4	3,9	2,9	90,5
Сапронит	19,2	3,5	3,2	114,0
Азобактерин	22,5	3,8	3,0	95,8
Сапронит + фитостимифос	21,1	3,7	3,1	103,2
<b>Орошение дождеванием</b>				
Без инокуляции	21,4	3,7	3,0	94,2
Сапронит	17,3	3,3	3,4	120,2
Азобактерин	19,9	3,6	3,1	104,0
Сапронит + фитостимифос	18,7	3,5	3,2	111,0

Данные экономической оценки подтверждают данные энергетической эффективности использования бактериальных препаратов и орошения дождеванием. При этом сочетание орошения и инокуляции бобовых компонентов сапронитом позволило повысить рентабельность производства до 120,2 %.

Таким образом, наиболее эффективным приемом повышения эффективности возделывания бобово-злаковых травосмесей является сочетание орошения дождеванием с инокуляцией семян бобовых компонентов травосмесей симбиотическим препаратом сапронит.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4. – Т. 20. – С. 423–428.

2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Агафонова, Е. В. Применение ризоторфина на горохе / Е. В. Агафонова, М. Ю. Стукалов, Л. Н. Агафонова // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 28.
4. Ганичева, В. В. Влияние луговых трав на агрохимические свойства почвы / В. В. Ганичева // Кормопроизводство. – 2002. – № 9. – С. 19–21.
5. Персикова, Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и способов внесения фосфорно-калийных удобрений на урожайность зерна и фотосинтетическую продуктивность люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, А. В. Какшинцев // Сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2001. – С. 345–348.

УДК 633.321:631.46:631.67

**Соловьев В. Д.**, студент 4-го курса

### **ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ КЛУБЕНЬКОВ НА КОРНЯХ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И ОРОШЕНИЯ**

*Научный руководитель – Кукреши А. С., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Важной задачей при решении вопроса обеспечения животноводства Республики Беларусь качественными кормами является поиск способов создания благоприятного водно-воздушного режима почв и повышение биологической ее активности [1, 2].

Как известно важным показателем успешного функционирования симбиотического аппарата является наличие достатка питательных элементов в почве, влаги, а также ее микробиологическая активность. Особо важным фактором при этом является содержание усвояемого азота, подвижного фосфора. В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах [3]. Исследования показывают высокую эффективность этих препаратов на таких культурах, как горох посевной, люпин узколистный, соя, галега восточная, однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных травостоях бактериальных препаратов не проводилось.

**Методика и материалы исследований.** Для решения этих задач в 2022–2023 гг. на опытном поле «Гушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения диазотрофных и фосфатмобилизующих препаратов и минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимофеевка луговая Волна, коострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: контроль без орошения +  $P_{60}K_{110}$ , орошение +  $P_{60}K_{110}$  и орошение +  $P_{60}K_{110} + N_{40}$ . Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси сапронитом и совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов сапронитом и фитостимифосом. Исследования показали, что орошение многолетних бобово-злаковых травосмесей оказало положительное действие на динамику накопления клубеньков на корнях клевера лугового и клевера ползучего. Исследования показали, что орошение многолетних бобово-злаковых травосмесей оказало положительное действие на динамику накопления клубеньков на корнях клевера лугового и клевера ползучего.

**Динамика формирования клубеньков на корнях клевера лугового и ползучего (шт/1 растение)**

Вариант	2022 г.		2023 г.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
<b>Контроль без орошения фон <math>P_{60}K_{110}</math></b>				
<i>Клевер луговой</i>				
Без инокуляции	70	80	63	61
Сапронит	78	83	70	84
Сапронит + фитостимифос	78	81	69	75
<i>Клевер ползучий</i>				
Без инокуляции	47	47	43	32
Сапронит	51	48	46	44
Сапронит + фитостимифос	50	47	45	43
<b>Орошение фон <math>P_{60}K_{110}</math></b>				
<i>Клевер луговой</i>				
Без инокуляции	81	85	72	69
Сапронит	86	90	76	92
Сапронит + фитостимифос	85	88	74	98
<i>Клевер ползучий</i>				
Без инокуляции	53	49	48	45
Сапронит	55	52	49	57
Сапронит + фитостимифос	54	52	49	56
<b>Орошение + <math>P_{60}K_{110} + N_{40}</math></b>				
<i>Клевер луговой</i>				
Без инокуляции	91	100	78	75
Сапронит	102	105	83	77
Сапронит + фитостимифос	99	102	81	81
<i>Клевер ползучий</i>				
Без инокуляции	58	55	51	43
Сапронит	60	58	53	56
Сапронит + фитостимифос	60	57	52	57

Так, при использовании орошения и применения минеральных удобрений в дозе P<sub>60</sub>K<sub>110</sub> содержание клубеньков на корнях клевера лугового в 2022 г. в варианте без инокуляции повысилось до 81 шт/растение, в варианте с инокуляцией семян бобовых сапронитом соответственно до 86 шт/растение. На клевере ползучем были получены аналогичные значения. Количество клубеньков при использовании препаратов сапронит и фитостимифос было достоверно выше, однако не превышало вариант с использованием препарата сапронит в отделимости.

Использование стартовой дозы азотных удобрений на фоне с орошением привело к существенному повышению содержания клубеньков, количество которых достигало на варианте с инокуляцией семян бобовых трав сапронитом в 2022 г. 102–105 шт/растение.

В 2023 г. тенденция действия изучаемых факторов опыта не изменилась, однако со старением травостоя их количество по сравнению с прошедшим годом существенно снизилось.

Таким образом, данные опытов показывают, что использование орошения дождеванием и применение минеральных удобрений привело к активизации симбиотических процессов, что выразилось в увеличении количества клубеньков на корнях растений бобовых до 102–105 шт/растение. При этом клубеньки имели правильную форму и розоватый цвет, это указывает, что обеспечение и поддержание в почве оптимальной влажности на протяжении вегетационного периода способствует накоплению в клубеньках легеммоглобина, а, следовательно, усиливает процесс фиксации клубеньковыми бактериями атмосферного азота. Это в свою очередь создает предпосылки для снижения доз азотных удобрений при возделывании многолетних бобовых и бобово-злаковых трав или отказа от их применения, что снижает экологическую нагрузку на экосистему и экономит финансовые средства на закупку, подготовку и внесение дорогостоящих удобрений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – Вып. 4. – Т. 20. – С. 423–428.
2. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
3. Перскова, Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и способов внесения фосфорно-калийных удобрений на урожайность зерна и фотосинтетическую продуктивность люпина узколистного / Т. Ф. Перскова, А. В. Какшинцев. – Сб. материалов 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2001. – С. 345–348.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Бараченя А. Н.</b> Проблемы загрязнения водных источников Беларуси .....	3
<b>Бараченя А. Н.</b> Родники Солигорского района.....	6
<b>Бараченя А. Н.</b> Гидравлический прыжок в призматическом русле.....	8
<b>Бурдыко М. С.</b> Сооружения механической очистки .....	11
<b>Вайтехович В. В.</b> Современные методы прокладки водоотводящих сетей под автомобильными дорогами в Республике Беларусь.....	14
<b>Гласкович С. А., Разумовский М. А., Мишкевич А. И., Харьковова В. А.</b> Исследование микрофлоры воздушной среды птичников ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» .....	16
<b>Гласкович С. А., Бараченя А. Н., Леткиман А. В., Рублев А. С.</b> Реакция организма на стресс .....	19
<b>Гласкович С. А., Ковалева К. А., Минич А. Д., Шкарампота Е. И.</b> Воздушная среда птичников – благоприятная среда для развития микроорганизмов .....	22
<b>Гласкович С. А., Федотова Д. А., Авсиевич М. В., Вайтехович В. В.</b> Некоторые ключевые моменты борьбы со стрессами в промышленных условиях .....	25
<b>Гласкович С. А., Тумарева М. В., Мишкевич А. И., Горбач В. П.</b> Биологически активные вещества в птицеводстве .....	28
<b>Гласкович С. А., Леткиман А. В., Рублев А. С., Ковалева К. С.</b> Использование пробиотиков в Республике Беларусь .....	31
<b>Гласкович С. А., Шкарампота Е. И., Чирич М. В., Харьковова В. А.</b> Иммуностимуляторы природного происхождения .....	34
<b>Грицок И. А.</b> Рыбоводное хозяйство в Республике Беларусь .....	37
<b>Данькова С. Б.</b> Влияние размеров проб почвы на точность определения влажности.....	39
<b>Данькова С. Б.</b> Анализ причин, вызывающих снижение эффективности реконструкции мелиоративных систем.....	45
<b>Жабыко С. В.</b> Гидроузлы, гидросистемы, пруды и водохранилища Республики Беларусь .....	49
<b>Железовский А. В.</b> Инвестиции для обновления парка мелиоративной техники ....	54
<b>Злобенко П. В.</b> Организация поверхностного стока на тяжелых грунтах .....	57
<b>Иванов Е. А.</b> Экологическое состояние агроландшафтов Республики Беларусь: вызовы и перспективы.....	60
<b>Котович П. Г.</b> Осушение тяжелых почв на западном рельефе .....	63
<b>Лагун Г. А.</b> Станция биологической очистки для индивидуальных домов.....	66
<b>Мельникова М. Н.</b> Экологическое состояние подземных вод Республики Беларусь .....	69
<b>Минич А. Д.</b> Определение начального коэффициента пористости органической составляющей .....	73
<b>Муркин Д. В.</b> Проектирование водоотводящих систем на просадочных грунтах ....	76
<b>Никонов Н. Р.</b> Орошение садов и ягодников.....	79
<b>Павлович Ю. В.</b> Дифференциация мелиоративного режима на тяжелых почвах ....	82
<b>Павлович Ю. В.</b> Эксплуатация мелиоративных систем и их влияние на окружающую среду .....	86
<b>Павлович Ю. В.</b> Миграция и трансформация загрязняющих веществ в агроэкосистемах .....	89
<b>Павлович Ю. В.</b> Динамика влажности почвы.....	92

<b>Павлович Ю. В.</b> Изменение свойств дерново-подзолистой оглеенной почвы в зависимости от продолжительности действия дренажа.....	95
<b>Павлович Ю. В.</b> Влияние осушения на состояние торфяных почв.....	97
<b>Павлович Ю. В.</b> Воздействие длительного дренирования на динамику уровня почвенно-грунтовых вод.....	100
<b>Папсуева М. И.</b> Практическая значимость современных кормовых добавок в птицеводстве.....	102
<b>Папсуева М. И.</b> Кормовые добавки с мультиэнзимным комплексом.....	105
<b>Папсуева М. И.</b> Применение кормовых добавок с ферментами в птицеводстве.....	108
<b>Петрашко И. С.</b> Индивидуальные очистные сооружения для загородных домов.....	111
<b>Пошелюк В. В.</b> Характер сжимаемости биогенных грунтов.....	114
<b>Пятигор В. С.</b> Современная дождевальная техника.....	117
<b>Разумовский М. А.</b> Содержание тяжелых металлов в агроэкосистемах Республики Беларусь.....	121
<b>Рысев С. С.</b> Способы охраны водных источников от загрязнения вод продуктами сельскохозяйственного производства.....	123
<b>Самкевич К. В.</b> Локальные сооружения для очистки дождевых вод в Республике Беларусь.....	125
<b>Смирнова А. А.</b> Экологическое состояние агроландшафта вблизи животноводческих комплексов Республики Беларусь.....	128
<b>Смирнова А. А.</b> Аварии гидротехнических сооружений: почему они происходят.....	131
<b>Соловьев В. Д.</b> Симбиотическая активность бобово-злакового агробиоценоза в зависимости от применения бактериальных препаратов в условиях орошения.....	134
<b>Соловьев В. Д.</b> К вопросу эффективности применения бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковых травостоев в условиях орошения.....	136
<b>Соловьев В. Д.</b> Динамика формирования клубеньков на корнях клевера лугового в зависимости от бактериальных препаратов и орошения.....	140