

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»

Мелиоративно-строительный факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Сборник трудов
Международной научно-практической конференции

Горки, 31 марта 2023 г.

Горки
БГСХА
2023

УДК 631.61(045)
ББК 40.6 я43
А43

Редакционная коллегия:

В. В. Великанов (гл. редактор), Ю. Н. Дуброва (зам. гл. редактора),
А. С. Кукреш (отв. секретарь), В. И. Желязко,
Ю. А. Мажайский, М. Г. О. Мустафаев, И. А. Романов

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент А. С. Анженков;
кандидат технических наук, доцент О. П. Мешик

Актуальные проблемы природообустройства и пути их решения
А43 : сборник трудов Международной научно-практической конференции / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – 70 с.
ISBN 978-985-882-401-3.

В сборнике опубликованы научные статьи ученых, представленные на Международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы природообустройства и пути их решения».

Результаты исследований посвящены актуальным вопросам в области орошения сельскохозяйственных угодий, совершенствования осушительных систем, гидротехнических сооружений, архитектуры и строительства.

В материалах конференции помещены прошедшие процедуру рецензирования статьи с редакционными правками, не изменяющими содержание работы. Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов.

УДК 631.61(045)
ББК 40.6 я43

ISBN 978-985-882-401-3

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2023

НЕПРЕРЫВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ – ТРЕБОВАНИЕ ВРЕМЕНИ

О. М. Астахова, канд. пед. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приводятся современные социально-экономические процессы, глобально повлиявшие на смену парадигмы образования, главной чертой которой стала его непрерывность.

Ключевые слова: высшее образование, дидактика, парадигма образования.

Annotation. To the article modern socio-economic processes, globally influencing on changing of paradigm of education, became the main line of that, - his continuity.

Keywords: higher education, didactics, education paradigm.

Человечество резко перешло в совершенно новую *постиндустриальную* эпоху своего развития. Все резко изменилось: социальная сфера, экономика и политика, культура, весь образ жизни людей и его стандарты. Особое влияние на образовательную среду оказали процессы информатизации и глобализации. Ответом системы образования на такие радикальные изменения являются процессы его модернизации.

Среди основных изменений, происшедших в социально-производственной сфере, которые особенно влияют на образовательную среду, являются следующие:

- появление новых специальностей и квалификаций, связанных с интеллектуализацией машин и производственных технологий;

- рост наукоемкости продукции, т. е. знания формируют большую часть стоимости товара или услуг;

- усиление перехода от разделения труда и знаний к их интеграции, от чрезмерных специализаций выпускников к формированию у них компетенций, основанных на универсальных знаниях и умениях;

- глобализация (расширение) рынка труда и профессий, активное использование информационно – коммуникативных технологий, что способствует интеграционным процессам в европейской и мировой образовательной политике в сфере высшего образования;

- усиление конкуренции между вузами и выпускниками как в масштабах страны, так и на международном уровне и другие изменения.

В связи с этим наблюдаются изменения тенденций развития образования. К ним в частности можно отнести: массовость высшего образования, что актуализирует проблему его качества; внедрение в сферу высшего профессионального образования «рыночных механизмов», систем менеджмента качества, что *предполагает определение образовательных целей и результатов на основе требований экономической эффективности*; профессионализация высшего образования, что означает переход от высшего академического, фундаментального образования к профессиональному, содержание и технологии которого должны соответствовать будущей профессиональной деятельности студентов, при этом образование характеризуется гибкостью, непрерывностью, уровневостью и ступенчатостью [1].

Анализ вышеперечисленных основных тенденций социально-производственной сферы показывает, что в современных условиях востребована модель не узкопрофессиональной подготовки выпускников вуза, а выпускника интегрального типа. Такая модель включает не только профессиональную квалификацию выпускника, определяющуюся системой знаний, умений и навыков, но и базовые *личностные качества и системно сформированные универсальные умения, и способности, которые в международной современной практике определяются как ключевые компетенции*. Это очень широкий спектр компетенций: гибкость, дивергентность, конвергентность и т. д. мышления, быстрая реакция на происшедшие изменения, ответственность и готовность к риску, уверенность в себе, способность к саморазвитию и самомотивированию, смелость и оптимизм, и многие другие компетенции. Они востребованы во всех видах профессиональной деятельности.

Изменения в социально-производственной сфере, естественно, привели к смене парадигм образования (ценностной, целевой, методической (форм и методов обучения), нормативной т. д.) [2].

В таких условиях главный вопрос дидактики – чему учить и как учить, становится еще более актуальным, требует теоретического переосмысления и новых практических решений. Одно очевидно – надо учить учиться, а это совсем непросто.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жук, О. Л. Педагогика. Практикум на основе компетентностного подхода: учеб. пособие / О. Л. Жук. – Минск: РИВШ, 2007. – 192 с.
2. Новиков, А. М. Основания педагогики: пособие для авторов учебников и преподавателей педагогики / А. М. Новиков. – М.: Эгвес, 2010. – 208 с.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

И. Н. Дорошкевич, кандидат экономических наук, доцент

Р. Е. Бейль, студент

Д. В. Лешкевич, студент

Белорусский государственный университет,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В докладе поднимается актуальная тема о влиянии НТП на рациональное природопользование. В доступной форме изложены меры по минимизации ущерба окружающей среде, затронуты вопросы эффективного использования природных ресурсов.

Ключевые слова: Окружающая среда, природопользование, научно-технический прогресс.

Annotation. The report raises a topical issue of the impact of scientific and technological progress on the rational use of natural resources. It also presents measures to minimise damage to the environment, and addresses the efficient use of natural resources in an accessible form.

Keywords: Environment, natural resource management, scientific and technological progress.

На сегодняшний день охрана природы и рациональное использование природных ресурсов остаются важнейшими задачами человечества.

Рациональное природопользование – система природопользования, при которой добываемые природные ресурсы используются в полной мере, в результате количество потребляемых ресурсов уменьшается.

Система рационального природопользования может значительно снизить загрязнение окружающей среды.

К примерам рационального природопользования можно отнести: переработку отходов и использование материалов пригодных для вторичной переработки, использование искусственных материалов, внедрение передовых технологий.

Научно-технический прогресс напрямую связан с окружающей средой и оказывает на нее, как положительное, так и негативное воздействие. Однако забота об окружающей среде является важной зада-

чей человечества. Что такое НТП и как он влияет на природопользование?

Научно-технический прогресс – это систематическое и эволюционное совершенствование техники, технологии и организации производства на основе широкого развития науки и внедрения ее результатов в производство.

Технический прогресс неизменно связан с нашим будущим, облегчая нашу жизнь благодаря появлению современных технологий и использованию новых видов энергии.

Сущность научно-технического прогресса в природе заключается во взаимодействии общества с окружающей средой. Это открывает новые возможности для дальнейшего развития общества, как социально контролируемого и регулируемого процесса. Однако развитие современных технологий может наносить отрицательные последствия для окружающей среды. К ним относятся: загрязнение окружающей среды, воды, воздуха, радиоактивное загрязнение, а также выбросы выхлопных газов автомобиля.

На данный момент, одной из самых актуальных проблем является загрязнение атмосферного воздуха. Основными источниками загрязнения являются автотранспорт и промышленность. Конечно, правительство прикладывает много усилий по борьбе с загрязнением. На законодательном уровне принимаются новые законы и совершенствуются уже существующие. Это поможет каждому из нас понять ответственность за использование природных ресурсов в любой деятельности. Решить проблему можно путем создания новейших очистных сооружений и внедрения их на всех предприятиях. Это позволит уменьшить выбросы мусора и химических реагентов в воздух, воду и почву. Правильная утилизация бытового мусора, замена синтетических удобрений на органические (компост) позитивно скажется на взаимодействии природы и человека. Социальные рекламы играют важную роль. Яркие креативные щиты и запоминающиеся лозунги опираются не только на информативную функцию, но и стимулируют людей к активным действиям [1].

Транспорт – один из крупнейших на планете источников загрязнения окружающей среды. Ежедневно, огромное количество автомобилей выбрасывает токсичные вещества в воздух, что приводит к серьезным последствиям для экологии. Все это ведет к: усилению парникового эффекта, эрозии почв, загрязнению воздуха и водоемов, а также шумовому загрязнению. Одним из основных парниковых газов, влияющих на изменение климата, является CO_2 . Со временем двигатель

изнашивается, в результате это приводит к выбросу токсичных веществ, вызывающих заболевания органов дыхания.

Если рассмотреть варианты по минимизации данной проблемы, то для начала нужно перейти на альтернативное топливо – биотопливо, водород, сжиженный газ. Экологичные виды транспорта также могут уменьшить причиняемый ущерб окружающей среде, а солнечные батареи на автомобилях могут сократить потребление углеводородной продукции. Развитие общественного транспорта и отказ от использования личного транспорта, помогли бы направить высвобожденные ресурсы на социализацию городского пространства. Развитие пешеходной среды и велосипедного движения является важной составляющей создания экологически чистого городского пространства. Уже сейчас во многих странах люди отдают предпочтения велосипедам и электросамокатам, так же это способствовало бы решению проблемы с парковочными местами и благоустройством территорий в городах [2].

Проблема экологии в современном мире остается одной из самой важной задачей на сегодняшний день, а осведомленность человека об окружающей среде растет с каждым годом, так как нельзя игнорировать ущерб, наносимый окружающей среде

В заключение можно сказать, что технический прогресс остановить нельзя, это происходит потому, что люди находят новые способы улучшения качества жизни и окружающей среды с помощью технологий. Примерами таких технологий могут стать: использование альтернативной энергии, солнечные батареи, ветряки, применение искусственного интеллекта и электротранспорта, также постоянная переработка отходов на производстве поможет избежать ущерба природе. Что касается положительного влияния современных технологий на окружающую среду, то сегодня в мире существует достаточное количество организаций, занимающихся защитой природы. Многие важные решения, такие как вырубка лесов или строительство заводов принимаются с разрешением таких организаций. Это помогло бы эффективно работать, а также меньше наносить вред природе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности влияния неблагоприятных условий на загрязненность города / В. В. Федотов [и др.] // Современные технологии в образовании и промышленности: от теории к практике. – 2018. – № 5. – С. 121–126.
2. Киншт, А. В. Развитие системы общественного транспорта как один из факторов экологизации городской среды / А. В. Киншт, Е. Д. Малова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – Т. 23. – № 3. – С. 46–57.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

В. В. Васильев, канд. техн. наук, доцент

Н. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Анализ результатов инвентаризации мелиоративных систем выявил факты неэффективного использования мелиорированных земель, на которых проводилась реконструкция. Приводятся мероприятия для повышения эффективности сельскохозяйственного использования реконструированных мелиоративных систем.

Ключевые слова: реконструкция, мелиоративные системы, мелиоративные мероприятия, эффективность.

Annotation. Analysis of the results of the inventory of reclamation systems, the facts of inefficient use of reclamation lands, on which the reconstruction was carried out, were revealed. Measures are given to improve the efficiency of agricultural use of reconstructed reclamation systems.

Keywords: reconstruction, drainage systems, drainage measures, efficiency.

Мелиорация земель является одним из существенных факторов интенсификации сельского хозяйства, создания благоприятных условий для мобилизации потенциального плодородия почв, повышения эффективности механизации, химизации и защиты растений, а в конечном счете обеспечения высокорентабельного и конкурентоспособного сельскохозяйственного производства.

Экономическая эффективность использования мелиорированных земель определяется, прежде всего, их продуктивностью, так как от нее зависят все другие важнейшие показатели экономической эффективности сельскохозяйственного производства: производительность труда, себестоимость сельскохозяйственной продукции, прибыль и в конечном итоге рентабельность отраслей растениеводства и животноводства.

Широкомасштабной мелиорацией в Беларуси начали заниматься еще в 70-е годы прошлого века. Эта работа продолжалась более 20 лет. В результате чего в Беларуси болота превратили в пахотные земли. Общая площадь мелиорированных сельскохозяйственных земель в республике составляет 2,9 млн. га, что составляет 37 % от всех сельхозугодий. На этих землях производят треть растениеводческой продукции, в том числе свыше половины зеленых кормов, необходимых для животноводства. Для обеспечения соблюдения проектных норм осушения земель построено 4948 мелиоративных систем.

В Беларуси на начало пятилетки насчитывалось 412 тыс. га ранее мелиорированных земель, которые находятся в плачевном состоянии, а на площади 339,1 тыс. га требуется реконструкция мелиоративных систем. Мелиорируемые земли на площади 136 тыс. гектаров нуждаются в проведении работ по культуртехнической мелиорации [1]. Сейчас, основная задача, эксплуатация и реконструкция уже построенных мелиоративных систем. Необходимо обычное поддержание всех сооружений в исправном состоянии путем своевременного проведения регламентных работ по техническому уходу и ремонту.

Если объекты мелиорации не поддерживать в работоспособном состоянии, то плодородные сельскохозяйственные земли могут быть потеряны- заболачиваться, зарастать кустарником.

Мелиоративная сеть требует надлежащего ухода. Иначе земли, в благоустройство которых были уложены огромные средства, окажутся непригодными для использования.

Мелиоративное хозяйство в Могилевской области внушительное. По итогам инвентаризации в 2019 г., на территории региона насчитывалось 551 мелиоративная система. Общая площадь осушенных земель составляла 336823 га, в том числе, сельскохозяйственные земли занимали 267037 га, или 79 %.

В результате длительной эксплуатации мелиоративные системы, в большинстве своем, отслужили нормативный срок, физически и морально устарели. На площади 44,6 тыс. га необходимо провести реконструкцию.

За 11 месяцев прошлого года в области была проведена реконструкция мелиоративных систем на площади 1420 га. Государство на мелиорацию направляет огромные ресурсы. Только в 2021 г. в Могилевской области на реализацию мелиоративных мероприятий было выделено 18,669 млн. руб.

Однако последние годы резко упало качество ремонтных работ и наблюдается непроектное использование мелиорированных земель после их реконструкции. Выявлены факты неэффективного использования сельскохозяйственными организациями мелиорированных земель, на которых проводилась реконструкция.

В СДП «Авангард» Могилевского района за счет средств республиканского бюджета (324,327 тыс. руб.) проведена реконструкция мелиоративной системы «Лахва» на площади 127 га. Хозяйству для использования передано 122,2 га земель, из которых 66,9 га подлежали использованию для сенокосов и 45,3 га как пастбища. Однако использовались только 19 га, и то не в соответствии с проектом. Остальные земли, площадью 93,2 га не использовались вовсе и заросли сорной растительностью.

А в некоторых хозяйствах, где была проведена реконструкция мелиорированных земель, ни один гектар не был использован для сельхозпроизводства. Так в ОАО «Племенной завод «Тиманово» Климовичского района 155 гектаров земель, в реконструкцию которых было вложено 292,369 тыс. руб., и они должны использоваться как улучшенные пастбища, заросли сорной растительностью, которая не пригодна на корм скоту [2].

В целом по области неиспользуемые мелиорированные земли были выявлены на 11 объектах, общей площадью 1054 га. Такое отношение к эксплуатации мелиорированных земель приводит к зарастанию сорной и древесно-кустарниковой растительностью, повторному заболачиванию, бесхозяйственному использованию государственных средств и выбытию из оборота части сельскохозяйственных земель. Плодородие земли, если за ней не ухаживать должным образом, очень быстро уходит. И чем больше запущены такие земли, тем больше средств и сил понадобится для наведения на них порядка. А неиспользование или неэффективное использование земель, в том числе сельскохозяйственных, является грубейшим нарушением земельного законодательства. Для повышения эффективности сельскохозяйственного использования реконструируемых мелиоративных систем необходимо совершенствование проводимых мелиоративных мероприятий, внедрение высокоурожайных сортов и научно обоснованных севооборотов, широкое применение прогрессивных технологий, агротехнических и химических способов борьбы с сорняками.

Большую роль в повышении плодородия и продуктивности мелиорированных земель играют оптимизация структуры использования, совершенствование системы удобрений и обработки почв, создание благоприятного водного режима. На минеральных землях эффективно также щелчевание, кротование и разуплотнение подпахотного слоя. Комплекс этих агромерелиоративных мероприятий позволяет значительно улучшить водно-воздушный режим почв в понижениях и тем самым соответственно дополняет агротехнические меры.

Широкое распространение должны получить адаптированные к различным условиям осушаемых земель ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых кормовых культур и картофеля, в основе которых лежат соответствующие агромерелиоративные приемы обработки почвы, размещение растений на профилированной поверхности (гребневой, грядовой, гребешковой), учитывающие культурутехническое состояние угодий и ресурсные возможности хозяйств. Необходима серьезная и кропотливая работа по уточнению специализации и структуры посевных площадей, которые уже не являются адекватными природным условиям. Нужна дальнейшая проработка и внедрение зональных систем земледелия внутри областей и районов республики, имеющих мелиорированные земли [3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г. № 59 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – 115 с.
2. Александров, Г. Землей надо заниматься / Г. Александров // Могилевская правда. – 2022. – 4 февр. – С. 9.
3. Васильев, В. В. Некоторые пути повышения эффективности использования мелиорированных земель / В. В. Васильев, О. А. Шавлинский // Проблемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Проблемы воспроизводства почвенного плодородия: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2003. – С. 165–167.
4. Васильев, В. В. Экологические проблемы мелиорации земель в Белоруссии / В. В. Васильев, Н. В. Васильева, О. А. Шавлинский // Природообустройство. – 2008. – № 3. – С. 29–31.

ХАРАКТЕР СЖИМАЕМОСТИ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Н. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент

В. В. Васильев, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Изложена методика проведения компрессионных испытаний биогенных грунтов на различных ступенях нагружения, соответствующих нагрузкам биогенных грунтов, расположенных в залежи.

Ключевые слова: биогенный грунт, компрессионная зависимость, коэффициент пористости, осадка сооружений.

Annotation. The method of conducting compression tests of biogenic soils at various loading stages corresponding to the loads of biogenic soils located in the ground is described.

Keywords: biogenic soil, compression dependence, porosity coefficient, sediment of structures.

Введение. Сжимаемость – это способность грунтов уменьшается в объеме под действием внешней нагрузки. Определяется в одометрах путем уплотнения образцов внешней нагрузкой без бокового расширения. Показатели, отражающие способность грунтов сжиматься используются для осадки оснований сооружений и характера развития деформации во времени.

Уплотнение биогенного грунта сопровождается процессами перепакровки компонентов твердой составляющей, разрушением внутриклеточных, а также замкнутых полостей с высвобождением воды замкнутых, тупиковых пор и рыхлых агрегатов. При высокой влажности, когда грунт практически представляет двухфазную систему процесс уплотнения под действием сжимающих сил может произойти только при условии выдавливания воды из пор скорость уплотнения насыщенного водой грунта зависит от интенсивности выдавливания воды из пор и от ползучести скелета. Процесс уменьшения влажности (пористости) может происходить только до тех пор, пока в воде сжимаемой системы действует гидростатических напор, т. е. до тех пор, пока вода воспринимает всю или какую-то часть внешней нагрузки. Когда происходит полная передача нагрузки на скелет твердой фазы, процесс изменения

влажности прекращается, и дальнейшая деформация происходит лишь за счет структурных изменений самого скелета под нагрузкой.

Задачи и цели исследований. Биогенные грунты характеризуются высокой влажностью, большим содержанием органического вещества и, как следствие этого, малой прочностью и сильной сжимаемостью.

При рассмотрении сжатия грунта, полностью насыщенного водой, исходят из так называемого принципа не сжимаемости грунтовой массы согласно которому уплотнение происходит только за счет удаления избыточного количества воды и уменьшения пористости.

Экспериментальное изучение процесса уплотнения биогенных грунтов (торфа, сапропеля, ила) проводилось в стандартных компрессионных приборах обычного типа с гильзой $d = 50,5$ мм и высотой 20 мм.

Компрессионные испытания проводились при последовательно нарастающих нагрузках: 0,005; 0,01; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 МПа.



Рис. 1. Прибор для компрессионных испытаний

Наибольшей сжимаемостью отличается торф малой степени разложения, имеющий высокую пористость до уплотнения (коэффициент пористости ϵ доходит до 25 и более). Под нагрузкой $P = G = 0,01$ Мпа коэффициент пористости торфа малой степени разложения уменьшается почти вдвое в то время как у торфа высокой степени разложения ($R = 40\%$) снижения коэффициента пористости составляет только 1–2 единицы ($\epsilon = 7-10$ до $\epsilon = 6-8$). В отличие от минеральных грунтов торф представляет собой пространственный каркас, состоящий из во-

локон неразложившихся остатков, этот каркас составляет обычно 60–95 % всех твердых частиц.

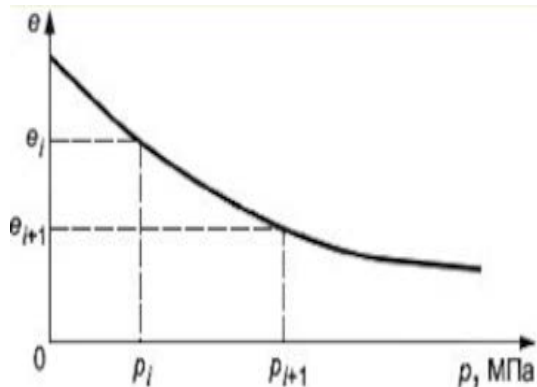


Рис. 2. Компрессионная кривая биогенного грунта

У биогенных грунтов (торфа) низкой степени разложения на компрессионной кривой можно выделить три стадии процесса уплотнения. Приложение внимательного небольшого нагрузок на первом этапе вызывает резкое уменьшение коэффициента пористости. Сжатие торфа в этом случае связано со значительным уменьшением размеров пор. В дальнейшем интенсивность уплотнения торфа снижается. Уменьшение размеров пор на этом этапе сжатия систем уже не такое резкое, как на первом. Снижение интенсивности уплотнения в этом случае связано как с возрастающим сопротивлением деформированию каркаса структур твердого вещества, так и с некоторым сопротивлением передвижению жидкости в пористой среде из-за уменьшения водопроницаемости биогенного грунта. На заключительной стадии уплотнения размеры водопроводящих каналов снижаются до таких размеров, что отжатие воды из биогенного грунта становится затруднительным, а при довольно значительных нагрузках почти прекращается. Эта фаза уплотнения характеризуется дальнейшим разрушением элементов структур биогенного грунта. Сжимаемость одного и того же биогенного грунта может резко различаться в зависимости от степени нарушенности его структуры. При равной начальной пористости и влажности, и 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: она протекает быстро и составляет 80–95 % от общей деформации. Во второй фазе деформации, обусловленные ползучестью скелета биогенного грунта (вязким перемещением его структурных элементов), происходят медленно. 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 дисперсной фазой является вещество сапропеля, а дисперсной средой – вода. Результаты испытаний свидетельствуют, что сапропели сильно сжимаемые. При нагрузке $P = 0,3$ МПа влажность сапропелей уменьшается от 705–1787 % до 119–213 %, а средняя плотность скелета возрастает в 2,9–6,8 раза. Наибольшее сжатие происходит на первых ступенях нагрузок. Консолидация грунта, соответствующая 70–90 % от полной осадки, отмечается через 20–30 часов после приложения нагрузки. Более высокая сжимаемость сапропелей по сравнению с торфом (при одинаковой пористости), очевидно обусловлена большей деформируемостью органической части, которая у сапропелей имеет более рыхлую и неустойчивую структуру.

Илы представляют собой слабые водонасыщенные и сильносжимаемые грунты. Интенсивное сжатие их начинается уже при нагрузках $P = 0,001–0,005$ МПа, причем основная часть осадки завершается до нагрузки $P = 0,1–0,12$ МПа. Показатели сжимаемости илов существенно зависят от величины действующих нагрузок. Значение сжимаемости фиксируется на первых ступенях нагрузок. После обжатия нагрузками $P = 0,10–0,15$ МПа и более пористость илов существенно уменьшается и происходят необратимые изменения их структуры.

Выводы. 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 одомере зона, ограниченная величиной давления, при которой коэф-

фициент 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. 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.
2. Рубинштейн, А. Я. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах / А. Я. Рубинштейн, Ф. С. Канаев. – М.: Стройиздат, 1984. – 108 с.
3. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
4. Сеськов, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под здание и сооружения / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИНТИ, 1989. – 48 с.
5. Амарян, Я. С. исследование физико-механических свойств сапропелей / Я. С. Амарян // Торфяная промышленность. – 1979. – № 3. – С. 19–23.
6. Булычев, В. Г. Физико-механические свойства грунтов и методы их определения / В. Г. Булычев. – М.: Госстройиздат, 1980. – 140 с.

УДК 627(476.6)

РАСЧЕТ ОСАДКИ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ НА р. ЩАРА

Н. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент

В. В. Васильев, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Осадку основания насыпи при наличии в основании слоев различных видов грунтов и грунтов одного вида, но с различными свойствами рассчитывали с использованием параметров, определяемых при компрессионных испытаниях грунтов.

Ключевые слова: биогенный грунт, компрессионная зависимость, коэффициент пористости, осадка сооружений.

Annotation. The sediment of the embankment base in the presence of layers of different types of soils and soils of the same type, but with different properties, was calculated using parameters determined during compressional tests of soils.

Keywords: biogenic soil, compression dependence, porosity coefficient, sediment of structures.

Введение. Биогенный грунт – сложная система, твердая фаза, которого состоит из минеральной и органической составляющих. Минеральная составляющая в образцах занимает незначительный объем по сравнению с органической. Органическая составляющая является основой каркаса биогенного грунта, который несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах.

Плотина построена на заболоченной пойме р. Щара в Ляховичском районе Брестской области. Биогенные грунты в створе плотины характеризуются чрезвычайной пестротой как по составу, так и по физико-механическим свойствам и представлены торфами и сапропелями.

Наблюдения за осадкой осуществлялись в трех сечениях. Так как мощность биогенных грунтов в сечениях неодинакова, то расчет осуществлялся для различных вертикалей, на которых установлены осадочные марки.

До начала строительства в каждом сечении были определены показатели физических свойств биогенных грунтов и их мощность, которые приведены в табл. 1.

Расчет осадки осуществлялся по эмпирическим формулам, полученным на основании обработки экспериментальных данных с грунтами, отобранными с различных объектов. Для торфов и сапропелей изменение коэффициента пористости от уплотняющей нагрузки определялось по формуле (1):

$$\varepsilon_i = 1,383 \cdot \varepsilon_o^{0,845} - 0,147 \cdot (\varepsilon_o)^{0,483} \cdot \varepsilon_o \cdot \ell g \frac{P_i}{P_o}. \quad (1)$$

Так как осадка насыпей определялась инструментальными измерениями, то нагрузку на основание определяли по формуле от массы насыпи с учетом замеренной осадки:

$$P = (h_H + S) \cdot \gamma, \quad (2)$$

где h_H – превышение насыпи над поверхностью земли;

S – осадка насыпи;

γ – плотность грунта насыпи.

Нагрузка в сечении на ПК 2 + 75 МП 1

$$P = (580 + 94,6) \cdot 0,0016 = 1,079 \text{ кгс/см}^2.$$

Коэффициент пористости торфа от уплотняющей нагрузки по сечению на ПК 2 + 75 под маркой МП 1 определялся по формуле (1) который равен $\varepsilon_i = 5,08$.

Расчетная осадка слоя торфа на вертикали под маркой МП 1:

$$S = \frac{\varepsilon_o - \varepsilon_i}{1 + \varepsilon_o} \cdot h = \frac{10,15 - 5,08}{11,15} \cdot 2,1 = 0,955 \text{ (м)} .$$

Аналогичным образом определялась расчетная осадка под марками на всех пикетах. Результаты расчетов сведены в табл. 2.

При расчете осадки для органической составляющей биогенных грунтов высота слоя органической составляющей определялась по результатам расчета фазового состава (табл. 1). В таблице приведены значения высоты слоя минеральной составляющей в компрессионном кольце высотой 2,0 сантиметра. Высота слоя минеральной составляющей $h_{\text{мин}}^{\text{обр}}$ каждого вида биогенного грунта в залежи равна:

$$h_{\text{мин}}^{\text{зал}} = \frac{h_{\text{мин}}^{\text{обр}}}{2} \cdot h_{\text{гр}},$$

где $h_{\text{мин}}^{\text{обр}}$ – высота слоя минеральной составляющей в образце высотой 2,0 см (табл. 1);

$h_{\text{гр}}$ – высота рассматриваемого слоя биогенного грунта в залежи в см.

Высота слоя органической составляющей в залежи ($h_{\text{орг}}^{\text{зал}}$) равна:

$$h_{\text{орг}}^{\text{зал}} = h_{\text{гр}} - h_{\text{мин}}^{\text{зал}}.$$

В сечении ПК 2+75 на вертикалях под марками МП 1, МП 2, МП 3 высота слоя органической составляющей в залежи равна:

$$h_{\text{мин}}^{\text{зал}} = \frac{0,015}{2} \cdot 210 = 1,57 \text{ (см)};$$

$$h_{\text{орг}}^{\text{зал}} = 210 - 1,57 = 208,4 = 2,08 \text{ (м)}.$$

Таблица 1. Физические свойства и фазовый состав биогенных грунтов в основании плотины на р. Щара

Сечения	Вид грунта	Высота образца h , см	Влажность W , %	Плотность твердой фазы γ_s , г/см ³	Зольность Z , %	Плотность скелета грунта γ_{ds} , г/см ³	Плотность грунта γ , г/см ³	Коэффициент пористости ϵ	Объем образца V , см ³	Масса образца P , г	Объем твердых частиц в единице объема грунта m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК 2+75	торф	2,0	644,0	1,573	9,10	0,1413	1,051	10,15	51,0	53,601	0,0898
ПК 3+60	торф	2,0	535,0	1,678	21,77	0,1680	1,067	8,98	51,0	54,417	0,100
ПК 3+60	сапрпель	2,0	230,0	2,200	71,30	0,363	1,198	5,06	51,0	61,098	0,165

Окончание табл. 1

19

Объем пор в единице объема грунта n	Масса в образце						Объем минеральной составляющей $V_{мин}$, см ³	Высота минеральной составляющей $h_{мин}$, см	Влажность органической составляющей $W_{орг}$, %	Плотность скелета органической составляющей $\gamma_{дог}$, г/см ³	Коэффициент пористости органической составляющей $\epsilon_{орг}$
	воды P_v , г	твердой фазы $P_{тв. ф}$, г	минеральной составляющей $P_{мин}$, г	органической составляющей $P_{орг}$, г	воды в минеральной составляющей $P_{в мин}$, г	воды в органической составляющей $P_{в орг}$, г					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,910	46,41	7,191	0,654	6,537	0,131	46,279	0,385	0,015	707,95	0,129	10,63
0,900	45,90	8,517	1,854	6,663	0,371	45,529	1,091	0,043	683,31	0,133	10,28
0,835	42,585	18,513	13,199	5,314	2,640	39,945	7,764	0,304	751,69	0,122	11,30

Таблица 2. Расчет осадки грунтовой плотины на р. Щара

Сечения	Вертикали	Вид грунта	Толщина слоя, м		Удельная нагрузка P , кгс/см ²	Коэффициент пористости		Коэффициент пористости, достигнутый в результате уплотнения от расчетной нагрузки по формулам		Расчетная осадка, полученная с использованием формул S_p , м		Фактическая осадка $S_{факт}$, м	Отклонение в % $S_{факт}$ от S_p	
			грунта $h_{гр}$	органическая составляющая $h_{орг}$		грунта ϵ_0	органическая составляющая $\epsilon_{орг}$	4.4	4.6	4.4	4.6		4.4	4.6
ПК 2+75	МП1	торф	2,1	2,08	1,079	10,15	10,63	5,08	5,52	0,955	0,914	0,946	-0,95	+3,4
ПК 2+75	МП2	торф	2,1	2,08	1,077	10,15	10,63	5,08	5,52	0,955	0,914	0,932	-2,5	+1,9
ПК 2+75	МП3	торф	2,3	2,28	0,619	10,15	10,63	6,18	6,64	0,819	0,782	0,869	-5,7	-10,0
ПК 3+60	МП1	торф	2,7	2,64	1,21	8,98	10,28	4,71	5,24	1,155	1,179			
	МП2	сапрпель	1,1	0,93	1,21	5,06	11,30	3,68	5,35	0,250	0,450			
										$\Sigma 1,4$	$\Sigma 1,6$	$\Sigma 1,8$	-19,7	-6,9

Коэффициент пористости органической составляющей биогенных грунтов от уплотняющей нагрузки p_i рассчитываем по формуле:

$$\varepsilon_i = 1,5 \cdot \varepsilon_{\text{орг}}^{0,816} - 0,158 \cdot (\varepsilon_{\text{орг}})^{0,431} \cdot \varepsilon_{\text{орг}} \cdot \lg \frac{p_i}{0,1}. \quad (3)$$

Коэффициент пористости органической составляющей от уплотняющей нагрузки в сечении на ПК 2 + 75 под маркой МП 1 по формуле 6 равен $\varepsilon_i = 5,52$.

Расчетная осадка слоя органической составляющей торфа в сечении на ПК 2 + 75 под маркой МП 1:

$$S = \frac{10,63 - 5,52}{11,63} \cdot 2,08 = 0,914 \text{ (м)}.$$

Результаты расчета осадки на вертикалях под марками приведены в табл. 2.

Выводы. Как следует из табл. 2 полученные значения дают удовлетворительную сходимостъ расчетных и фактических значений осадки. Сходимость фактических значений осадки с расчетными по органической составляющей значительно выше, чем по формуле без деления на органическую и минеральную составляющую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева, Н. В. Компрессионные свойства биогенных грунтов / Н. В. Васильева // Мелиорация переувлажнённых земель: сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1997. – Т. 44. – С. 261–265.
2. Рубинштейн, А. Я. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах / А. Я. Рубинштейн, Ф. С. Канаев. – М.: Стройиздат, 1984. – 108 с.
3. Рубинштейн, А. Я. Биогенные грунты / А. Я. Рубинштейн. – М.: Наука, 1986. – 87 с.
4. Сеськов, В. Е. Биогенные грунты Белоруссии и использование их в качестве оснований под здание и сооружения / В. Е. Сеськов. – Минск: БелНИИТИ, 1989. – 48 с.

ФЛОРА ЩЕЛЕВЫХ МЕСТООБИТАНИЙ ПЕТРОПАВЛОВСКОЙ КРЕПОСТИ (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, РОССИЯ)

Г. В. Данелия, студент бакалавриата
Санкт-Петербургский государственный университет,
биологический факультет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: Приведён список видов сосудистых растений, обнаруженных на стенах Петропавловской крепости летом 2022 г. Найдено 37 видов из 31 рода 18 семейств. Проведён таксономический и биоморфологический анализ состава флоры стен Петропавловской крепости и анализ адвентивной фракции флоры.

Ключевые слова: флора, сосудистые растения, щелевые местообитания, Санкт-Петербург, Петропавловская крепость.

Annotation. List of species of vascular plants found on the walls of Peter and Paul Fortress, St Petersburg, in the summer of 2022, is presented. 37 species of vascular plants from 31 genera 18 families were found. The composition of flora of the walls of Peter and Paul Fortress in terms of taxonomy, life-forms and relation to flora of the North-West of the European part of Russia is analyzed.

Keywords: flora, vascular plants, crevice habitats, St Petersburg, Peter and Paul Fortress.

Введение. Петропавловская крепость находится на Заячьем острове в Санкт-Петербурге, на северо-западе России в пределах Приневской низменности. Крепость была заложена в 1703 г. В 1779–1785 гг. часть стен Петропавловской крепости облицевали гранитом.

Специфика Петропавловской крепости по сравнению с другими крепостями Северо-Запада России обусловлена, прежде всего, её местоположением в центре мегаполиса и, следовательно, большей удалённостью от природных местообитаний и большей рекреационной нагрузкой.

Для предотвращения разрушения стен поселившимися на них растениями последние ежегодно удаляются, а на их месте вырастают новые (попутно отметим, что такая практика – хороший компромисс между сохранением стен крепости как архитектурного памятника

и сохранением возможности существования на стенах растений, имеющих эстетическую ценность (рис. 1, 2)). В связи с этим особенный интерес представляют мониторинговые исследования, позволяющие понять, как изменяется видовой состав растений на стенах крепости из года в год.



Рис. 1. Колокольчик круглолистный *Campanula rotundifolia* на стене Государева бастиона. 19.06.2022

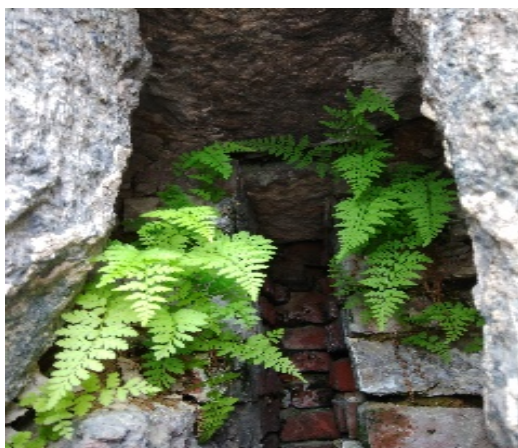


Рис. 2. Пузырник ломкий *Cystopteris fragilis* в полости стены Нарышкина бастиона. 23.06.2022

Флора крепостей Северо-Запада России и, в частности, их стен является предметом изучения исследователей начиная с 1990-х гг. [1, 2]. В работе Г. В. Данелия и Д. И. Потехина 2015 г. [3] проведён анализ растительности наружной стороны стен Петропавловской крепости (сбор экземпляров проводился с 26 по 30 августа 2015 г.). Были обнаружены 24 вида сосудистых растений, из которых 2 относятся к отделу Папоротниковидные Polypodiophyta, остальные 22 вида – к отделу Покрытосеменные, или Цветковые Magnoliophyta (среди них 19 представителей отдела Двудольные Magnoliopsida и 3 представителя отдела Однодольные Liliopsida).

Указанные 24 вида относятся к 13 семействам. Ведущим семейством являются Сложноцветные, или Астровые Asteraceae (7 видов, 29,2 %), остальные представлены 1 или 2 видами.

Среди жизненных форм преобладали многолетние травянистые растения (15 видов, 62,5 %), также были найдены многолетники, иногда бывающие однолетниками (8 видов, 33,3 %), и 1 вид деревьев – вяз гладкий *Ulmus laevis* Pall.

Целью работы был анализ флоры щелевых местообитаний стен Петропавловской крепости по состоянию на лето 2022 г. Были поставлены следующие задачи: установление видового состава растительности стен летом 2022 г.; сравнение списка видов со списком 2015 г.; анализ состава флоры по семействам, жизненным формам, агентам расселения спор, плодов и семян, отношению к свету и влаге, соотношению аборигенных и адвентивных для Северо-Запада Европейской части России видов.

Материалы и методика исследований. 19, 23 и 26 июня 2022 г. автор фотографировал растения, произрастающие на внешних стенах Иоанновского рavelина, Государева бастиона, Невской куртiны, Нарышкина бастиона, а также собирал отдельные экземпляры растений, требующих определения; был частично обследован и Алексеевский рavelин. В результате сделано более 650 фотоснимков и 13 видеозаписей, применявшихся для создания списка видов для каждой стены. Растения из групп с большим количеством трудноразличимых видов были загербаризированы для идентификации в камеральных условиях.

Для большей точности сравнения списка видов 2015 г. со списком 2022 г., в третьей декаде августа 2022 г. (т. е. в те же сроки, что и в 2015 г.) был произведён повторный осмотр части обследован-

ных в июне 2022 г. стен и осмотр необследованных в июне 2022 г. стен.

Неизвестные растения определялись при помощи определителей:

Иллюстрированный определитель растений Карельского перешейка / под ред. Л. А. Буданцева и Г. П. Яковлева. – СПб. : СпецЛит; Издательство СПХФА, 2000. – 478 с., ил. (По данному изданию определялись агенты расселения плодов и семян.)

Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / под ред. Л. А. Буданцева и Г. П. Яковлева. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 799 с., ил. (По данному изданию даны названия и экологические спектры видов.)

Маевский П. Ф. Флора средней полосы Европейской части России. 10-е изд. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.

Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). – СПб. : Издательство СПХФА, 2000. – 781 с.

Результаты исследований. Всего на внешней стороне стен Иоанновского и Алексеевского рavelинов, Государева, Нарышкина и Трубецкого бастионов, Невской и Екатерининской куртин обнаружено 37 видов сосудистых растений. Чаще всего встречаются жерушник болотный *Rorippa palustris* (L.) Bess., подорожник большой *Plantago major* L., мшанка ползучая *Sagina procumbens* L. и кипрей *Epilobium* spp.

Сравнение со списком видов 2015 г. По сравнению с 2015 г. в 2022 г. общее видовое богатство сосудистых растений изменилось с 24 видов до 37, при этом 11 видов отмечены в 2015 г., но не отмечены в 2022, а 24 вида отмечены в 2022 г. впервые; установлено наличие на стенах 4 разных видов кипрея (в списке 2015 г. был указан лишь род без определения вида).

Таксономический и биоморфологический анализ. Из обнаруженных видов 1 относится к отделу Хвощевидные Equisetophyta, 2 – к отделу Папоротниковидные Polypodiophyta, остальные 34 – к отделу Покрытосеменные, или Цветковые Magnoliophyta (среди них 29 представителей отдела Двудольные Magnoliopsida и 5 представителей отдела Однодольные Liliopsida). Найденные виды относятся к 31 роду 18 семейств. Ведущими семействами являются Сложноцветные, или Астровые Asteraceae (9 видов, 24,3 %), Кипрейные Onagraceae (5 видов, 13,5 %) и Злаки, или Мятликовые Poaceae (3 вида, 8,1 %), ведущими родами – кипрей *Epilobium* (4 вида, 10,8 %) и мятлик *Poa* (3 вида,

8,1 %). Преобладающими жизненными формами являются многолетнее травянистое растение (23 вида, 62,2 %), и однолетнее травянистое растение (7 видов, 18,9 %).

Спектр по агентам расселения плодов и семян. Зачатки практически всех обнаруженных видов были, скорее всего, занесены на стены ветром (даже семена тех видов, которые в других местообитаниях расселяются как зоохоры, антропохоры или автохоры), лишь один вид – паслён сладко-горький *Solanum dulcamara* L. – является эндозоохором, семена которого разносятся птицами, поедающими плоды этого растения.

Экологический анализ. 14 видов (37,8 %) являются видами, чаще встречающимися во влажных местообитаниях (из них 1 вид – лютик ядовитый *Ranunculus sceleratus* L. – может считаться полуводным растением), 14 видов (37,8 %) предпочитают сухие местообитания, 9 видов (9,37 %) – средние условия увлажнения. 27 видов (73,0 %) являются скорее светолюбивыми, 3 вида – пузырник ломкий *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., кочедыжник женский *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, и паслён сладко-горький *Solanum dulcamara* L. (8,1 %) – скорее теневыносливыми или тенелюбивыми, 7 видов (18,9 %) индифферентны к освещению. Один вид – пузырник ломкий *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. – в дикой природе Ленинградской области приурочен к скальным местообитаниям, ещё один – колокольчик круглолистный *Campanula rotundifolia* L. – также часто встречается на скальных выходах, хотя произрастает и в других биотопах.

Анализ адвентивной фракции флоры. 34 вида (92,0 %) считаются аборигенными для Северо-Запада России. 3 вида – мелколепестник канадский *Conyza canadensis* (L.) Cronq., кипрей ложно-красноватый *Epilobium pseudorubescens* A. Skvorts. и кипрей четырёхгранный *E. tetragonum* (8,1 %) являются адвентивными для Северо-Запада России (первые 2 из них происходят из Северной Америки, 1 – кипрей четырёхгранный *Epilobium tetragonum* L. – из Западной и Центральной Европы, юга Европейской части России и Южной Сибири).

ЛИТЕРАТУРА

1. Малышева, Н. В. Растения средневековых крепостей северо-запада России. Крепости Ленинградской области / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 10. – С. 46–58.
2. Малышева, Н. В. Растения средневековых крепостей северо-запада России. Псковский и Новгородский кремли / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 2000. – Т. 85, № 10. – С. 42–52.

3. Данелия, Г. В. Растительность щелевых местообитаний Петропавловской крепости / Г. В. Данелия, Д. И. Потехин. – СПб. : Санкт-Петербургская Классическая гимназия № 610, Лаборатория ботаники Эколого-биологического центра «Крестовский остров», 2015. – 14 с.

УДК 633.321:631.67

ПИТАТЕЛЬНОСТЬ РАЗНОСПЕЛЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Д. А. Дрозд, канд. с.-х. наук, доцент

М. Г. Ящук, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Данная статья посвящена изучению влияния орошения на питательность разноспелых сортов клевера лугового. Нами было установлено, что орошение не оказывает существенного влияния на содержание сырых питательных веществ в сухом веществе.

Ключевые слова: клевер луговой, сырой протеин, сырая клетчатка, питательность.

Annotation. This article is devoted to the study of the effect of irrigation on the nutritional value of multi-ripe varieties of red clover. We have found that irrigation does not have a significant effect on the content of raw nutrients in the dry matter.

Keywords: red clover, crude protein, crude fiber, nutritional value.

Клевер луговой является одной из основных многолетних бобовых трав, получивших наибольшее распространение на территории Республики Беларусь [1]. Из зеленой массы клевера лугового заготавливают высокопитательный сенаж, так как она трудно силосуется, и заготовка сена связана с большими потерями.

Урожайность сухого вещества клевера лугового и его питательность зависит от ряда почвенно-климатических факторов, среди которых можно выделить неравномерность распределения атмосферных осадков как по годам, так и внутри вегетационного периода. Нехватка атмосферной влаги в определенные этапы вегетации клевера лугового снижает урожайность сухого вещества и обеспеченность его питательными веществами. Мы изучали влияние орошения на продуктивность современных сортов клевера лугового белорусской селекции.

Эксперимент осуществлялся на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля «Тушково-1» характеризующихся следующими агрохимическими и водно-физическими показателями (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические и водно-физические показатели почв опытных участков

№ закладки полевого опыта	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH _{KCl}	Плотность почвы, г/см ³	Наименьшая влагоемкость (НВ), %
1	1,48	203,0	251,0	5,78	1,39	23,76
2	1,66	320,0	423,0	5,70	1,38	23,82
3	1,53	304,0	331,0	5,80	1,39	22,63

Посев клевера лугового выполнен нормой высева 8 кг/га, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой P₆₀K₉₀ [2].

Закладка полевых опытов выполнена по следующей схеме:

Фактор А – Оптимальные границы увлажнения:

1. Контроль (Без дополнительного увлажнения).
2. Дополнительное увлажнение посевов при сработке полевой влажности до уровня 70 % от НВ.
3. Дополнительное увлажнение посевов при сработке полевой влажности до уровня 80 % от НВ.

Фактор В – Исследуемые сорта клевера лугового:

1. Раннеспелый сорт Цудоўны.
2. Среднеранний сорт Янтарный.
3. Среднеспелый сорт Витебчанин.
4. Позднеспелый сорт Мерея.

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось методом дождевания барабанно-шланговыми дождевальными установками Bauer Rainstar T-61 и IrrilandRaptor и дождевальной установкой Lindsay-EuropeOmega. Поливные нормы рассчитаны на основании водно-физических показателей почвы и составили 20 мм на фоне 0,8НВ и 30 мм для второго орошаемого фона опыта [3].

Наблюдения за ростом и развитием различных по скороспелости сортов клевера лугового велись как в оптимальные по увлажнению годы (в 2016, 2018 и 2019 ГТС составлял 1,53, 1,34, 1,49 соответственно), так и в избыточно увлажненные 2017 (1,78) и 2020 (1,89) годы.

Особое место среди всех сырых питательных веществ занимает протеин и клетчатка. Первый влияет на питательность заготавливаемого корма, а вторая – на его обеспеченность обменной энергией. Содержание данных веществ в сухом веществе зависит не только от скороспелости исследуемого сорта клевера лугового, но и от возраста и условий почвенной влагообеспеченности (табл. 2).

Таблица 2. Среднее за 2016–2020 гг. содержание и сбор сырого протеина и клетчатки у различных по скороспелости сортов клевера лугового первого и второго годов жизни

Фон увлажнения	Сорт клевера лугового	Содержание сырых питательных веществ в СВ, %		Сбор сырых питательных веществ в СВ, кг/га	
		Протеин	Клетчатка	Протеин	Клетчатка
Контроль	Цудоўны	19,48	21,30	600	735
		17,00	24,80	1710	2610
	Мерея	22,47	18,23	600	650
		12,74	28,13	1245	3015
Янтарный	21,72	19,03	625	595	
	15,53	25,55	2115	3540	
Витебчанин	22,80	17,86	545	605	
	14,86	26,32	1475	3030	
0,7НВ	Цудоўны	22,91	20,32	990	1065
		16,81	26,63	2530	4130
	Мерея	22,34	16,19	820	935
		14,45	26,01	2410	5165
Янтарный	23,43	16,93	1100	850	
	16,01	24,77	3120	4960	
Витебчанин	22,78	17,75	870	865	
	15,81	25,36	2480	4420	
0,8НВ	Цудоўны	23,14	19,02	885	865
		17,11	25,76	2260	3635
	Мерея	22,29	16,83	760	870
		17,12	25,61	2480	4240
Янтарный	23,14	18,24	715	655	
	16,85	24,42	2855	4385	
Витебчанин	22,95	18,90	780	965	
	15,42	26,63	2005	4085	

Примечание: в числителе указаны показатели клевера лугового первого года жизни, а в знаменателе – второго.

Установлено, что содержание сырого протеина и клетчатки в сухом веществе варьировалось от 19,48–23,43 % и 16,19–21,30 % в первый год жизни посевов клевера лугового до 12,74–17,11 % и 24,42–28,13 % в годы хозяйственного использования различных по скороспелости сортов клевера лугового соответственно.

Поддержание почвенных влагозапасов орошением обеспечивает повышение содержания сырого протеина в сухом веществе на +0,11–3,66 % в зависимости от сорта клевера лугового и условий увлажнения. Снижение содержания сырого протеина от орошения в первый год жизни отмечается у сортов Мерея (от –0,18 % на фоне 0,8 НВ до –0,13 % на втором фоне с дополнительным увлажнением) и Витебчанин (–0,02 % на фоне 0,7 НВ), а также у раннеспелого сорта Цудоўны (–0,19 % в водно-воздушных условиях фона 0,7 НВ) в годы хозяйственного использования.

Помимо влияния на содержание сырого протеина, орошение снижает обеспеченность сухого вещества сырой клетчаткой от –0,11–2,28 % в год посева до –0,78–2,52 % в период выхода сортов клевера лугового на пик своей продуктивности. Вместе с тем, у сортов Витебчанин в первый год жизни (+1,04 % на фоне 0,8НВ), Цудоўны (+0,96–1,83 % на фонах 0,8НВ и 0,7НВ соответственно) и Витебчанин (+0,31 % в условиях фона 0,8НВ) наблюдается повышение содержания клетчатки.

Высокий сбор сухого вещества орошаемых посевов клевера лугового [4] в полной мере перекрывает колебания содержания сырых питательных веществ в нем. Так, например, у посевов, возделываемых в условиях естественного увлажнения сбор сырого протеина, варьировал в пределах 545–1710 кг/га в зависимости от сорта клевера лугового и его возраста, а клетчатки – от 595–735 кг/га, отмеченных у травостоев первого года жизни до 2610–3540 кг/га в годы хозяйственного использования клеверов. Максимальная прибавка сбора сырого протеина (от 220–475 кг/га в первый год жизни клеверов до 820–1165 кг/га во второй) и клетчатки (225–330 кг/га и 1390–2150 кг/га у посевов первого и второго годов жизни соответственно) получены за счет регулирования почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от величины наименьшей влагоемкости.

Выводы. Непосредственное влияние на содержание сырого протеина и клетчатки в сухом веществе различных по скороспелости сортов клевера лугового оказывают условия произрастания травостоев и их возраст. В годы закладки полевых опытов сухое вещество содержало

19,48–23,43 % сырого протеина и 16,19–21,30 % сырой клетчатки. Активный рост надземной массы в годы хозяйственного использования травостоев, снижает содержание сырого протеина в сухом веществе до 12,74–17,11 % и повышает обеспеченность сухого вещества сырой клетчаткой до 24,42–28,13 %. Регулирование почвенной влажности в пределах 70–100 % от величины наименьшей влагоемкости за счет увеличения сбора сухого вещества, позволяет получать дополнительные 220–1165 кг/га сырого протеина и 255–2150 кг/га сырой клетчатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехина, Ю. В. Особенности биологического развития клевера лугового при дополнительном увлажнении дождеванием / Ю. В. Алехина, Д. А. Дрозд // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь, 25 сент. 2020 г. / Твер. гос. ун-т. – Тверь, 2020. – С. 93–99.

2. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Л. А. Маринич [и др.]. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва», 2013. – 74 с.

3. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.

4. Дрозд, Д. А. Особенности развития клевера лугового при различной обеспеченности влагой / Д. А. Дрозд // Мелиорация. – 2018. – № 3 (85). – С. 69–73.

УДК 624.97(476)

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛОКОЛЕН БЕЛАРУСИ

Р. А. Другомилов, канд. архитектуры, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены типологические особенности отдельно стоящих колоколен на территории в границах современной Беларуси. Приведены примеры колоколен каждого типа.

Ключевые слова: колокольня, конструкция, Беларусь.

Annotation. The article considers the typological features of bell towers on the territory within the borders of modern Belarus. Examples of bell towers of each type are given.

Keywords: bell tower, construction, Belarus.

Духовно-нравственное воспитание и развитие человека имеет важное значение в формировании общества. Многие века на территории Беларуси важную роль в духовном воспитании играла религия. Все это время развивалась и религиозная архитектура, к которой относились храмы, часовни, колокольни и др.

Отдельно стоящие колокольни известны в Беларуси еще со времен Киевской Руси. Кроме своего непосредственного религиозного назначения, они нередко использовались как хозяйственные помещения, браны, дозорные сигнальные вышки, оборонительные башни [1, 2]. Колокольни ставились обычно перед главным входом в храм, в углу ограды или над воротами, всегда выдвигаясь на передний план [3]. Сначала вместо колоколов часто использовались примитивные билы (особенно в сельской местности) – металлические болванки, которые крепились на столбе или перекладине возле входа в церковь [4]. А первые колокола привозили из-за рубежа, так как белорусское звонарское ремесло получило широкое распространение лишь в XV–XVIII вв. [4, с. 222]. Колокольни рассмотрены в работах С. А. Сергачева [3, 5] и А. И. Локотко [2, 6].

Архитектура колоколен практически не менялась на протяжении XVIII–XIX вв. Отдельно стоящие колокольни строились двух основных типов [3–6].

1. Открытые столбовые. Такие колокольни сооружались для одного или нескольких небольших колоколов на основе врытых в землю столбов. Существовали различные типы открытых столбовых колоколен в зависимости от их конструкции [3, 4, 5]:

– простейшая конструкция, когда небольшой колокол подвешивался к столбу (сходному с колодезным журавлем), на который прикреплялась маленькая шатровая крыша, укрывавшая сам колокол (д. Лыковичи Кореличского района) (приложение, рис. 5, з) [7];

– плоскостная конструкция, которая могла состоять из двух столбов с перекладиной, на которую вешались колокола, и двухскатной крышей (д. Любна Пинского района, XIX в.); такая конструкция могла быть выполнена из дерева (г. п. Холопеничи Крупского района, XIX в.), но чаще – из каменных материалов (д. Вишнево и д. Раков Воложинского района, г. п. Порозово Свислочьского района) (рис. 1);

– пространственная конструкция, состоявшая уже из четырех столбов, обвязанных балками и крестовиной для крепления колоколов, и шатровой крыши на этих столбах (д. Белица и д. Лебеда Лидского района); такие колокольни могли иметь в нижней части подиум

(д. Рожковка Каменецкого района, XIX в.), а при значительной высоте могли быть и двухъярусными, т. е. имели дополнительную обвязку посередине и дополнительные подкосы в углах для пространственной жесткости конструкции (д. Долгиново Вилейского района, XIX в.) [3].

2. Башенные [3, 8]. Форма плана таких колоколен чаще была квадратной, ярусы имели форму призм с квадратным сечением, крыша – пирамидальная. Известны и единичные примеры нетрадиционных объемно-планировочных решений колоколен: например, использование формы усеченной пирамиды (д. Щитковичи Стародорожского района), восьмиугольной формы плана (д. Дудичи Пуховичского района, XVIII в.) или возведение колокольни по схеме «восьмерик на двух четвериках» (д. Зелово Дрогичинского района, д. Рубель Столинского района). Башенные колокольни выполнялись из дерева, реже строились каменными, могли возводиться и колокольни с нижним ярусом из камней, а верхним – из дерева (д. Волпа Волковысского района). Деревянные отдельно стоящие колокольни как тип сооружения не были характерны для всех регионов Беларуси: например, в Поднепровье и Восточном Полесье они встречались редко, так как ярусные композиции в отдельно стоящих сооружениях здесь были практически неизвестны. Деревянные башенные колокольни Беларуси в зависимости от конструктивных решений могли быть [3, 4, 5]:

– каркасные, сформировавшиеся из более простых столбовых колоколен пространственной конструкции, которые по бокам начали обшивать досками, оставляя в верхней части, где подвешивались колокола, открытые проемы; по габаритам в плане и высотным решениям каркасные башенные колокольни аналогичны рубленым, каркас состоит из вертикальных стоек, горизонтальной обвязки и диагональных связей (д. Трокели Вороновского района, XVIII в.);

– рубленые, основой которых чаще служил сруб-четверик (д. Дуды Ивьевского района, XVIII в.; д. Новый Двор Щучинского района, XVIII в.) [3];

– смешанные, в которых нижний ярус выполнялся рубленым, а верхние – каркасными.

По количеству ярусов колокольни разделялись на 4 типа [3, 5].

1. Одноярусные. Их всегда делали каркасными (д. Хмелево Жабинковского района). Элементы каркаса обшивали досками вертикально, оставляя под крышей небольшое свободное пространство. Обшивка не только оберегала конструкцию от атмосферных осадков и выявляла художественные особенности всего сооружения, но и, резонируя, при-

давала звуку колоколов силу и громкость (д. Збироги Брестского района, XVIII в.; д. Шеметово Мядельского района, XVIII в.).

2. Двухъярусные. Были более распространены, так как не требовали больших затрат труда и материалов, имели объемы с живописным силуэтом, выделявшимся на фоне рядовой застройки. Такие колокольни могли выполняться полностью рублеными (д. Дуды Ивьевского района, XVIII в.; д. Новый Двор Щучинского района, XVIII в.) с периметром верхнего яруса, лишь немного меньшим, чем нижнего, что создавало впечатление тяжеловесности, а колокольня напоминала неприступную крепостную башню. Но чаще строились двухъярусные колокольни смешанного типа конструкции (д. Богданов Воложинского района, д. Лясковичи Ивановского района, д. Леонполь Миорского района – XVIII в.). Строились и двухъярусные колокольни, являющиеся по своему объемному построению переходными к трехъярусным (д. Нарочь Мядельского района), в них дополнительный ярус полного развития не получал: например, второй ярус мог не иметь стен и окон и оформлялся в виде высокого пояса междуярусной кровли (г. п. Шерешево Пружанского района, конец XVIII в.).

3. Трехъярусные. Для некоторых трехъярусных колоколен был характерен нависающий ярус (но это практиковалось редко), когда концы балок перекрытия первого яруса выпущены наружу, формируя нависающий второй ярус, что напоминает обламы (нависающие выступы сруба в верхней части башни или стены для ведения стрельбы по врагу, вплотную подошедшему к стенам) из оборонной архитектуры (д. Черск Брестского района, XVIII в.).

4. Четырехъярусные. В них верхний ярус чаще всего решался в виде декоративной башенки (г. п. Радунь Вороновского района, XVIII в.). Размеры и формы верхнего яруса лишь изредка были сравнимы с размерами и формами нижележащих ярусов (д. Мстиж Борисовского района, XIX в.). Увеличением числа ярусов колоколен не только создавались лучшие условия для беспрепятственного распространения звука колокола, но и повышалась роль колокольни в градостроительной ситуации. «Она превращалась из небольшой постройки в сооружение, которое активно включалось в систему вертикальных ориентиров сельского поселения (башни храма, ветряные мельницы, крупные деревья и т. д.). Порой колокольню ставили так, что именно на нее ориентировались направления основных улиц» [3, с. 206].

К отдельному типу можно отнести колокольни, которые сооружались на оси входа в храм над воротами в ограде – так называемые бра-

мы-колокольни, нижний ярус которых включал в себя сквозной проезд или проход (д. Белограда Лидского района; д. Сосенка Вилейского района, начало XX в.). Браны-колокольни, как и другие колокольни, строились деревянными каркасными и рублеными, каменными и каменно-деревянными, плоскостной и пространственной конструкции.

В последние три десятилетия возрождаются религиозные элементы благоустройства на территории Беларуси: часовни, кресты, колокольни. Например, отреставрирована каменная колокольня Свято-Успенского монастыря в д. Пустынки Мстиславского района (вторая половина XIX в.) в рамках возрождения монастыря в целом (рис. 2). Это колокольня башенной пятиярусной объемно-пространственной композиции, завершенная куполом с крестом [9]. Колокольня является высотной доминантой на территории монастыря и окружающих территории, представляя собой хороший зрительный ориентир: при подъезде со стороны Мстиславля колокольня просматривается на расстоянии до двух километров [10, 11].

Таким образом, в данной статье рассмотрены архитектурно-конструктивные особенности отдельно стоящих колоколен, возводимых на территории Беларуси.



Рис. 1. Брама-колокольня плоскостной конструкции в д. Раков Воложинского р-на, 1886 г. (фото автора)



Рис. 2. Колокольня в д. Пустынки Мстиславского р-на (фото автора)

ЛИТЕРАТУРА

1. Архітэктура Беларусі: энцыклапед. давед. / рэдкал.: А. А. Воінаў [і інш.]. – Мінск: Беларус. энцыкл., 1993. – 620 с.
2. Чантурия, В. А. История архитектуры Белоруссии: дооктябр. период: учеб. пособие / В. А. Чантурия. – Минск: Вышэйш. шк., 1969. – 264 с.
3. Сергачев, С. А. Белорусское народное зодчество / С. А. Сергачев. – Минск: Ураджай, 1992. – 255 с.
4. Беларусы. – Мінск: Тэхналогія, 1997. – Т. 2: Дойлідства / [А. І. Лакотка]; рэдкал.: В. К. Бандарчык, М. Ф. Піліпенка, А. І. Лакотка. – 391 с.
5. Сергачев, С. А. Белорусское народное зодчество: дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.05 / С. А. Сергачев. – Минск, 2006. – 235 л.
6. Лакотка, А. І. Нацыянальныя рысы беларускай архітэктуры / А. І. Лакотка. – Мінск: Ураджай, 1999. – 365 с.
7. Локотко, А. И Белорусское народное зодчество: середина XIX–XX в. / А. И. Локотко. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 287 с.
8. Кулагін, А. М. Каталіцкія храмы на Беларусі: энцыклапед. давед. / А. М. Кулагін. – 2-е выд. – Мінск: Беларус. энцыкл., 2001. – 216 с.
9. Збор помнікаў гісторыі і культуры Беларусі. Магілёўская вобласць / рэдкал.: С. В. Марцэлеў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Беларус. сав. энцыкл., 1986. – 408 с.
10. Другамілаў, Р. Чалавек і руіны (нататкі з падарожжаў па Магілёўскай вобласці) / Р. Другамілаў // Архитектура и стр-во. – 2009. – № 6. – С. 80–82.
11. Другомилов, Р. А. Архитектурное благоустройство сельских поселений: традиции и современность / Р. А. Другомилов, Ю. А. Мажайский. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021. – 96 с.

УДК 711.437-725.

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ ТИПОВ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

А. В. Дубина, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Формирование и развитие архитектуры жилых и общественных зданий в сельской местности. Необходимость индивидуального подхода к проектированию жилых и общественных зданий с учетом местных особенностей.

Ключевые слова: жилые дома, общественные здания, планировка, застройка, сельская территория.

Annotation. Formation and development of the architecture of residential and public buildings in rural areas. The need for an individual approach

to the design of residential and public buildings, taking into account local characteristics.

Keywords: residential buildings, public buildings, planning, development, rural area.

Процесс развития жилых и общественных зданий на сельских территориях, приобретает своеобразие, связанное с особенностями сельских территорий: большим, чем в городе, влиянием природно-климатических условий на все процессы производства и жизнеобеспечения; небольшой численностью населения и дисперсностью расселения, продиктованной характером производства и определяющей весь образ жизни населения; преобладанием малоэтажной жилой застройки, обеспечивающей связь жилища с землей и возможность ведения личного подсобного хозяйства; иерархичностью системы обслуживания, учитывающей значимость и размеры поселений.

Сельские жилые и общественные здания имеют много общего, в то же время каждому из этих направлений свойственны свои особенности.

Сельское жилище. Архитектура сельского жилища формируется под влиянием целого ряда факторов и предпосылок развития типологии жилища, к которым относятся природно-климатические особенности, социально-экономические условия, демография населения.

Региональные особенности в значительной степени проявляются в архитектуре жилища, земельный участок которого представляет собой часть природы. Вся совокупность наиболее массовых типов сельских жилых домов, непосредственно связанных с приквартирными участками, состоит из двух развитых групп. Первая – основная и наиболее многочисленная группа охватывает многоквартирные дома с надворными постройками и земельными участками при квартирах. Вторая – насчитывает различные вариации соединенных между собой квартир (жилых блоков), при этом при каждой квартире имеется свой земельный участок – сочетание всех подобных образований составляет группу блокированных домов.

В каждом из регионов страны в течение веков сложилась своя объемно-планировочная система жилища, соответствующая образу жизни в конкретных природно-климатических условиях. Изменение хозяйственных отношений на селе в значительной мере повлияло на формирование сельского жилища – его величину, состав и площади помещений, планировочную структуру всей усадьбы, при этом рыночные отношения предопределили наибольшие изменения в развитии жилых

зданий для индивидуальных застройщиков. Аспект развития сельского жилища, обусловленный переменой социальных условий жизни в стране, вместе с меняющимися экономическими отношениями приводит к возникновению новых явлений, в числе которых: разнообразие форм собственности, резкая дифференциация населения по уровню доходов и, следовательно, возникающая в связи с этим трансформация всех составляющих образа жизни населения. Перечисленные тенденции непосредственно влияют на архитектуру современного сельского жилища, отражая многообразие слоев жизни населения.

В крестьянском жилище дом, земельный участок, надворные строения обеспечивают: семейное или личное использование помещений, создание площадей для, отдыха, деловой активности, профессионального и любительского труда, проведения хозяйственных работ.

Развивающейся тенденцией формирования сельского жилища является дальнейшая дифференциация помещений в зависимости от уровня комфорта проживания. Так, развивается зона дневного пребывания (проектируют столовую, гостиную, каминный зал, комнату для завтраков и др.), усложняется зона ночного отдыха (например, до варианта по спальне на члена семьи с сетью санузлов и гардеробных), расширяется хозяйственная зона, вблизи кухни размещаются рабочая комната, место приема пищи, сушильный шкаф и т. д., появляется лечебно-оздоровительная зона. В результате складываются дополнительные ряды помещений в рамках более сложного функционального зонирования.

Исследование факторов и предпосылок развития типологии жилища предопределило возможность обоснования разработки различных проектов, которые охватывают типы и этажность зданий, их планировочную структуру, состав и площади помещений, схемы функционального зонирования и взаимосвязей внутриквартирных помещений и составляющих жилища.

Первый проект предполагает проектирование жилого дома блокированного типа. В отличие от многоквартирных жилых домов, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, необходимость создания экономически эффективных решений для государственного, других видов строительства предопределила создание многоквартирных жилых зданий – новых для условий сельской жизни домов блокированного типа. Рекомендуются применение блокированных домов разнообразной объемно-планировочной структуры: с квартира-

ми в одном, двух или разных уровнях, рядовой, крестовой компоновки или с поэтажно расположенными квартирами.

Второй проект отведен созданию нового типа сельского жилища с гибкой структурой – «растущему дому» гибкая объемно-планировочная структура обеспечивает возможность преобразования квартиры в соответствии с изменением состава и потребностей семьи, рода деятельности, материальных возможностей: принцип изменяемости и приспособления, заложенный в жилье с гибкими структурами, является главенствующим в концепции устойчивого развития жилища.

Общественные здания. Рассматривая развитие типологии сельских общественных зданий, можно выделить следующие факторы. Первым фактором является образ жизни населения, включая социальные предпочтения сельских жителей. Сельских жителей, волнуют вопросы оказания медицинской помощи; вопросы будущего детей – наличие детских учреждений и школ. Этим видам обслуживания и должно уделяться внимание в первую очередь. Необходимо отметить, что в последние годы научно-технический прогресс – телевидение, компьютеризация, мобильный телефон – вносит существенные поправки в привычный образ жизни селян, особенно в части образования и культуры.

Вторым основным фактором развития типологии принимается функциональная направленность разных видов зданий – всем им свойственны свои принципы развития, свои размеры и вместимость, свои взаимосвязи с другими видами услуг.

Третий фактор – влияние градостроительных условий: тип и вместимость общественных зданий любой функциональной направленности определяется статусом и размером градостроительного образования, численностью и возрастной структурой населения, радиусом доступности, способом связи, близостью других объектов.

Четвертым фактором можно считать принадлежность здания государственным или частным структурам: процесс приватизации многих объектов общественного назначения, в первую очередь – торгово-бытовых и коммунальных, вызвал дифференциацию зданий на социально-гарантированные (детские учреждения, школы, библиотеки, медицинские учреждения и др.) и частные (магазины, предприятия питания, бытовые предприятия, объекты досуга и др.).

Пятый основополагающий фактор – учет влияния природно-климатических условий и народно-бытовых традиций, что особенно сказывается на зданиях в разных регионах.

Изучение этих основополагающих факторов и предпосылок позволило перейти к обоснованию проектирования первоочередных объектов:

- детские образовательные учреждения (сеть детских учреждений требует своего скорейшего восстановления);
- средние школы с уменьшенной наполняемостью классов.

Такое сочетание объектов учебно-воспитательного назначения, как детское учреждение – начальная школа – средняя школа, позволит обеспечить вариантность в застройке муниципальных образований, соединяя несколько учебно-воспитательных центров в небольших поселениях и среднюю школу в центре территории сельского округа:

- объекты здравоохранения;
- коммунально-технический центр, включающий в разных сочетаниях такие обслуживающие предприятия, как баня, прачечная, пекарня, эксплуатационные службы, обслуживание автотранспорта, пожарное депо. Такой объект может строиться в расчете на 2–3 сельских поселений;
- клуб досугового типа с универсальным характером работы, обеспечивающий разные занятия по интересам и дополняемый учреждениями, развивающими его функционирование, например, мастерскими на родных промыслах, видео-кафе и т. п.

Сельские поселения XXI в. отличаются индивидуальностью архитектурного решения и узнаваемостью за счет использования особенностей природного окружения и историко-культурного наследия. В их состав органично входят памятники архитектуры, исторические усадьбы, поселки народных промыслов, уникальные ландшафты и мемориальные сооружения.

В итоге рассмотрения особенностей сельских жилых и общественных зданий можно сделать вывод о типологическом многообразии зданий и необходимости индивидуализации решений с учетом местных особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Республиканский перечень проектов для повторного применения в строительстве / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, РУП «Минсктиппроект». Вып. 5: Жилые здания. Общественные здания. Сельскохозяйственные производственные комплексы, здания и сооружения / сост.: Л. М. Стаховская, О. Н. Барнева. – 2009. – 19 с.

2. ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008. – 112 с.

3. Типологический аспект развития архитектуры – основа формирования новых типов жилых и общественных зданий. С. Б. Моисеева, Н. М. Согомонян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [cyberleninka.ru.https://cyberleninka.ru > article > tipologicheskiy-aspe](https://cyberleninka.ru/article/n/tipologicheskiy-aspe). – Дата доступа: 31.03.2023.

4. Села России. Роль архитектуры в их сохранении и развитии. С. Б. Моисеева, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sela-rossii-rol-arhitektury-v-ih-sohranenii-i-razvitiiviewer>. – Дата доступа: 31.03.2023.

УДК 631.6

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРОШЕНИЯ

А. Т. Козыкеева¹, д-р техн. наук, профессор

А. О. Жатканбаева², PhD, доцент

Ф. Ф. Самидолда¹, магистрант

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Казахстан

²Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати,
Тараз, Казахстан

Аннотация. Дан анализ применения водосберегающих технологий и технических средств, обеспечивающие повышение эффективности использования водных ресурсов.

Ключевые слова: водосберегающая, технология, технические средства, орошение, капельное, микродождевание, аэрозольное, внутрипочвенное, синхронно-импульсное дождевание.

Annotation. The analysis of the use of water-saving technologies and technical means to improve the efficiency of water resources use is given.

Keywords: water-saving, technology, technical means, irrigation, drip, micro-irrigation, aerosol, subsurface, synchronous pulse sprinkling.

В сельском хозяйстве Республики Казахстан сейчас используются 1,4 млн. га орошаемых земель, из которых значительная часть, т. е. 1,2 млн. га расположены в южных регионах, так как их природно-климатические условия и потенциал дают возможность получить высокие урожайности сельскохозяйственных культур. Из-за отсутствия источников водоснабжения многие земли используются как богарные, поэтому необходимо вернуть в оборот 610 тыс. га орошаемых земель, а также дополнительно ввести в оборот 1,5 млн. га новых орошаемых

площадей. Потенциальные возможности использования водосберегающих технологий и технических средств орошения и введение в сельскохозяйственный оборот новых земельных площадей, несомненно, имеют стратегическое значение в аспекте увеличения производства продовольствия. Увеличение размеров пахотных земель на 20 % привело бы к увеличению сельскохозяйственного производства более чем на 20 % на базе использования водных ресурсов и высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур.

В своем выступлении на саммите ООН по продовольственным системам Касым-Жомарт Токаев отметил, «с целью добиться более эффективного использования земельных и водных ресурсов мы принимаем меры по повышению плодородия земель, внедрению водосберегающих технологий и цифровизации водопроводящих систем. Стало совершенно очевидным, что, когда речь идет об устойчивых продовольственных системах, проблемы водной дипломатии становятся актуальными и даже приобретают критическое значение для многих стран. Вопросы, связанные с продовольственными системами и управлением водными ресурсами, включая использования трансграничных рек, неразрывно связаны между собой. Это должно быть отражено в соглашениях о продовольственных системах» [1].

Казахстан расположен в зоне рискованного земледелия, подверженный влиянию засушливого климата, а водный потенциал на 40 % зависит от трансграничных водных ресурсов. Из-за не в полной мере использования водных ресурсов урожайность на орошаемых площадях не достигает возможной величины. Доля отрасли «сельское хозяйство» в водохозяйственном балансе составляет 67 %. Вода является основным фактором развития сельскохозяйственного производства. Принимая во внимание вышеуказанное увеличение площадей орошаемых земель может быть только с использованием внедрения водосберегающих технологий и технических средств орошения при мелиорации, взамен часто применяемого поверхностного способа орошения. Поэтому применение водосберегающих технологий и технических средств обеспечивают повышение эффективности использования водных ресурсов.

На основе анализа многолетних информационно-аналитических материалов метеорологических станций РГП «Казгидромет» в южных регионах Казахстана, где преобладает жаркий и сухой климат, наиболее перспективными водосберегающими технологиями и технических средств орошения являются капельное орошение, микродождевание,

синхронное и аэрозольное дождевание и внутрпочвенное орошение, в результате применения которых можно регулировать микроклимат сельскохозяйственных культур и влажность почвы. Объем воды, подаваемой водосберегающими способами орошения, соответствует впитывающей способности почвы и равный параметру суточной эвапотранспирации за межполивной период, и подача воды производится с небольшими перерывами в зависимости от режима орошения сельскохозяйственных культур. В настоящее время первостепенное значение придается экологически безопасным и водосберегающим способам полива и техническим средствам орошения во многих странах, где наблюдается дефицит оросительной воды, так как снижение или полное отсутствие непроизводительных потерь воды на испарение, глубинный и поверхностный сброс, повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 20–30 %, применения при близком залегании грунтовых вод и на склоновых землях, характеризуют их как безотходную, экологически безопасную технологию полива, соответствующую требованиям точного и устойчивого земледелия.

Микродождевание характеризуется низкоинтенсивной, прерывистой или непрерывной подачей оросительной воды и растворенных в ней элементов питания на орошаемую площадь, т. е. это способ орошения, при котором воду распыляют в виде мелких капель на площади ограниченной зоной распространения корневой системой или кроной растения, расходом, не превышающим впитывающую способность почвы, а при обычном дождевании интенсивность искусственных осадков не должна превышать на тяжелых почвах 0,1–0,15 мм/мин, на средних – 0,1–0,2 мм/мин и на легких – 0,5–0,8 мм/мин.

Синхронно-импульсное дождевание является одним из разновидностей дождевания и используется для получения максимального расщедоточения поливного тока и низкой интенсивности дождя на протяжении всей вегетации растений, подающий оросительную воду на орошаемые поля в соответствии с водопотреблением сельскохозяйственных культур и применяют для орошения многолетних ландшафтных насаждений, кормовых и других сельскохозяйственных культур на участках со сложным рельефом, а также на почвах, подстилающих сильно фильтрующими грунтами при скорости ветра менее 5 м/с.

Аэрозольное орошение предназначено для увеличения влажности приземного слоя воздуха и уменьшения температуры листьев растений при неблагоприятных состояниях внешней среды (воздушные засухи

и суховеи), при этом в результате испарения диспергированной воды происходит охлаждение растений. При аэрозольном дождевании вода распыляется на мелкие капли размером 50–300 мкм, которые хорошо удерживаются на листовой поверхности растений и остаются до полного испарения, его еще называют туманным или мелкодисперсным орошением. Во время этого процесса повышается относительная влажность воздуха и снижается температура листовой поверхности, который способствует активизации процесса фотосинтеза, сокращает расход влаги на суммарное водопотребление, защищает растения от атмосферной засухи, и повышает урожайность растений [2].

Внутрипочвенное орошение – один из способов орошения, при котором вода поступает непосредственно в зону распространения основной массы поглощающих корней из системы увлажнителей (перфорированных, пористых или с очаговыми увлажнителями), уложенных ниже поверхности земли, при этом поверхность почвы практически не смачивается, что резко снижает потери воды на физическое испарение и способствует сохранению структуры почвы, за счет сокращения после поливных обработок. Для этого принимают водопроницаемые трубы – увлажнители или кротовины, которые на близком расстоянии друг от друга расположены в подпахотном слое почвы. В отличие от капельного орошения здесь воду в корневую зону вводят не с поверхности почвы, а с глубины заложения трубок-увлажнителей. Перфорация увлажнителей должна обеспечить требуемый расход воды на единицу длины увлажнителя при расчетном напоре. Отверстия на увлажнительных трубах устраивают через 50–100 мм – круглые, диаметром 1–2 мм, и через 200–400 – щелевые с длиной щели 40 мм. Воду в трубы-увлажнители можно подавать под небольшим напором до 10 м, без напора и при вакууме в трубах-увлажнителях, из-за преобладания восходящего передвижения влаги, питательные вещества не вымываются из верхних слоев почвы. Следовательно, эту систему внутрипочвенного орошения называют напорной, безнапорной и вакуумной.

Капельное орошение – это прогрессивный способ орошения, при котором оросительная вода через микроводовыпусков-капельниц по трубопроводам подается малыми каплями, не превышающих впитывающую способность почвы, непосредственно в корнеобитаемую зону сельскохозяйственных культур в соответствии с их физиологическими потребностями (расход их 0,2–10 л/ч при напоре $H = 8–28$ м) и является особой разновидностью внутрипочвенного орошения. Преимуществом этого полива является: экономия оросительной воды, локальное

увлажнение почвы, возможность подачи вместе с оросительной водой удобрений, небольшие энергозатраты, нет необходимости в планировке и в строительстве дренажа. Но вместе с тем имеются и недостатки этого способа полива: закупорка малых диаметров отверстий капельниц примесями и отложениями солей, неравномерность распределения воды при значительных площадях системы, не регулируется микроклимат, повреждение пластмассовых трубопроводов грызунами и высокая первоначальная стоимость.

В настоящее время капельное орошение применяется во многих странах мира на площади более 1 млн. га, из которых 380 тыс. га приходится на долю США и 90 тыс. га на долю Израиля [3; 4].

Исследованиями ученых стран СНГ, установлено, что главные технологические достоинства и особенности капельного орошения – это возможность дозированной подачи растениям поливной воды, элементов минерального питания, химмелиорантов, а также локального характера увлажнения почвогрунтов, отвечающего требованиям ресурсосбережения и экологической безопасности орошения. Основные составляющие технологии капельного орошения, такие как расходы капельниц, количество, взаимное расположение, продолжительность полива и межполивного периода, объем и степень увлажнения почвогрунтов, поливные и оросительные нормы и др., приводятся здесь, как установленные величины. Для совершенствования технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур в основном необходимо добиваться повышения надежности водоподачи. При этом главным критерием является оценка равномерности распределения влаги различными устройствами в системе капельного орошения с учетом показателей надежности и правильный выбор методики исследований.

Полевые опыты по изучению влияния систем капельного орошения на рост, развитие и плодоношение яблоневого сада проводились по рекомендации В. Г. Веденяпина, Б. А. Доспехова и др.

Для экспериментального исследования был заложен опытный участок № 1 с вариантами:

Вариант 1 – полив по бороздам (контроль);

Вариант 2 – полив низконапорной капельной системой.

Для контрольного варианта полевого опыта в целях сравнения результатов исследований при поливе низконапорной капельной системой можно принять бороздковый полив и известную напорно-капельную систему орошения.

Принятие напорной капельной системы орошения (существующая в настоящее время) в качестве контрольного варианта показало бы только материальное преимущество низконапорной капельной системы орошения, а не водосберегающее преимущество. Затраты материальных средств на строительство напорной и низконапорной капельной системы орошения известны по конструкции систем: напорная капельная система орошения: состоит из насосных станций, очистных фильтров, напорных труб и капельниц; а низконапорная (предлагаемая система) состоит из безнапорного задающего устройства безнапорных труб и капельниц.

Расход капельниц одинаков и принцип увлажнения почвы одинаков, поэтому, отличия в технологии орошения, не имеются. Поэтому в качестве контрольного варианта был принят традиционный широко распространенный способ полива – бороздковый. При бороздковом поливе увлажняется вся поверхность орошаемого участка, а при капельном происходит локальное увлажнение, что приводит к водосбережению.

Посадка томатов осуществлялась рассадой в начале мая по междурядьям 70 см и с расстоянием в ряду 40 см. Поливы осуществлялись низконапорной капельной системой (вариант 2) и по бороздам (вариант 1).

Площадь делянки 28 м². Повторность опыта 3-кратная. В каждом варианте имелось по 100 растений томата, расположенных в два ряда.

Для изучения контура увлажнения, развития корневой системы и продолжительности полива был заложен лизиметрический опыт (опытный участок № 2) с шестью вариантами:

- 2а – полив с одной капельницей при 70% НВ;
- 2б – полив с двумя капельницами при 70% НВ;
- 2в – полив с одной капельницей при 80% НВ;
- 2г – полив с двумя капельницами при 80% НВ;
- 2д – полив с одной капельницей при 90% НВ;
- 2ж – полив с двумя капельницами при 90% НВ.

Лизиметр, где изучались контуры увлажнения, и развития корневой системы томата был изготовлен из прямоугольной формы, с открытыми верхними и донными частями. Он заполнялся грунтом естественной плотности и разделялся на две секции. Ширина каждой секции составляет по 50 см. В каждой секции было посажено по 5 штук растений томата.

Основной задачей было определение глубины увлажнения, контура увлажнения и продолжительности полива при различных количествах капельниц.

Такой порядок проведения опытов позволял маневрировать числом водоподающих капельниц и выбрать оптимальное количество капельниц для осуществления рационального режима орошения.

Исследования по химическому и водно-физическому составу почвы проводились весной. Образцы почвы отбирались послойно через каждые 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60 см, далее через 20–100 см в трехкратной повторности.

Реакция почвенного раствора (рН), щелочность, окисляемость, общий азот (N), аммонийный и нитратный сульфаты (SO_4) хлориды (Cl) определялись по методике Ю. Ю. Лурье и А. И. Рыбниковой. Содержание кальция (Ca) и магния (Mg) – комплекснометрическим методом, калия (K) и натрия (Na) – на пламенном фотомере.

Образцы на объемную массу были взяты послойно с трехкратной повторностью с глубин 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 см с помощью полевой лаборатории Литвинова (ППЛ-9).

При определении объемной массы почвенные образцы взвешивались с точностью до 1,0 г (P), затем размельчались, перемешивались. Затем почвенные пробы по 15–20 г размещались в обычные алюминиевые бюксы и определялись влажности (β).

Влажность почвы фиксировалась термостатным весовым методом. Образцы почв отбирались с горизонтов 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–60, 60–80, 80–100 см в 3-кратной повторности.

Фактический расход воды растением (транспирация) устанавливалась ежедневно путем измерения расхода воды из емкости, согласно тарифовочному делению. Каждый месяц по одному дню в декаде проводилось 24-часовое наблюдение за расходом воды в емкости.

Полив начался в день, когда влажность почвы опускалась до 70 % НВ (перед первым поливом). С этого дня начинался также учет расхода воды в емкости. Водопроницаемость вычислялась по формуле:

$$K = W_n / V \cdot t, \text{ мм/мин,}$$

где W_n – объем поданной воды, л;

V – учетная площадь, м^2 ;

t – время залива, мин.

Наблюдения за ростом, развитием и учета урожая томата проводили по методологическим положениям через каждые 15 дней, при этом

определялась высота надземной части от поверхности почвы до верха. Замеры высоты производились обычной мерной рейкой. Производился также учет количества листьев и плодов. Отмечались фазы развития томата. Учет густоты стояния растений производился два раза: первый раз на 10 день после прорывки, второй – перед уборкой. Уборка урожая производилась отдельно по вариантам.

Учет воды в борозде производили треугольными водосливами, установленными в голове и через каждые 50 м по длине борозды. Полив проводился переменной струей в 0,5–0,2 л/с. Объем поданной воды в борозды определяли расчетным путем по формуле:

$$W_{\text{бор}} = q \cdot t,$$

где $W_{\text{бор}}$ – объем воды в борозде, л;
 q – расход воды борозды, л/с;
 t – продолжительность полива, с.

Общий объем увлажненного контура эллиптической параболоиды (V) определялся согласно опытным данным по зависимости

$$W = 0,5 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h = 1,570796 \cdot R^2 \cdot h,$$

где h – высота эллиптической параболоиды;
 R – радиус эллиптической параболоиды.

С другой стороны высоту эллиптической параболоиды (h) можно определить на основе слоя впитывания воды в почву в процессе капельного орошения по формуле

$$h = [(\beta_{\text{нв}} - \beta_i) / (\beta_{\text{нв}} - \beta_o)] \left[(V_o - K_\phi) / K_b \right] [1 - \exp(-K_b \cdot t)] + K_\phi \cdot t,$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации почвы при полном насыщении;
 β_i – начальная влажность почвы;
 $\beta_{\text{нв}}$ – наименьшая влажность почвы;
 β_o – содержание связанной влаги в единице объема почвы, принимаемое равным максимальной молекулярной влагоемкости;
 V_o – скорость впитывания в конце первого часа;
 K_b – коэффициент, зависящий от свойства и влажности почвы;
 t – время впитывания воды в почву.

Количество воды, м³, необходимое для создания расчетного контура увлажнения под одно растение. Можно определить по формуле

$$m_n = W \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_i) / 100,$$

где W – общий объем увлажненного контура, м³;

d – объемная масса почвы, кг/м³;

β_i – предполивная влажность почвы, в % от НВ.

Расчетная продолжительность полива (t_k) определяется отношением индивидуальной поливной нормы (m_n) к норме расхода капельницы (q_k): $t_k = m_n / q_k$.

Межполивной период ($T_{мп}$) можно определить как отношение поливной нормы (m_p) к среднесуточному водопотреблению (транспирационной способности) растений ($\Delta E_{cp} = T$): $T_{мп} = m_p / T$.

За основные критерии оценки результатов опыта приняты: урожайность, качество продукции, оросительной воды и экономические показатели.

Применение различных водосберегающих технологий и технических средств орошения показывает, что они очень эффективны на склоновых землях и на участках сложной конфигурации. Обобщение разработок технических средств и технологий водосберегательных способов орошения имеет большое значение для развития орошения в различных регионах, где обеспечивается сохранение структуры почвы, процессы, происходящие в почве, не являются стрессовыми и происходят в благоприятных условиях для формирования плодородия почвы. Низкоинтенсивное орошение полностью исключает образование луж на поверхности почвы, предотвращает эрозию почвы. Небольшой диапазон измерений влажности создает условия, исключающие перенос солей в верхние горизонты почвы и их засоление. Оптимальный диапазон влажности почвы позволяет сохранить часть естественных осадков в активном влагообменном слое.

Таким образом, на современном этапе развития сельскохозяйственного производства капельное орошение можно отнести к основному перспективному направлению в области ирригационных технологий. В то же время сочетание технологий капельного орошения и дождевания низкой интенсивности позволяет использовать усовершенствованную систему орошения, обеспечивающую улучшенные условия для роста и развития растений, что положительно сказывается на решении вопросов продовольственной безопасности населения при одновременной экономии водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Токаев: Водный потенциал Казахстана на 40% зависит от притока воды из соседних стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nur.kz/politics/kazakhstan/1933663-tokaev-vystupil-na-sammite-oon-po-prodovolstvennym-sistemam/>. – Дата доступа: 21.02.2023
2. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
3. Goldberg D. Irrigation methods and techniques in Izrail. –The Citrus Grower and Subtropical Fruit Journal. – 1972. – № 1. – 18 p.
4. De Remer E. D. A simple method of drip irrigation. – Irrigation Journal. – 1972. – V. 6, № 3. – P. 10–15.

УДК 530.145

ОТ ТЕОРИИ ЭЙНШТЕЙНА К КВАНТОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Л. Е. Кириленко, канд. с.-х. наук, доцент

А. В. Цвыр, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье прослеживается путь развития квантовой теории от открытий Эйнштейна до современных открытий в области квантовых технологий.

Ключевые слова: премия, физика, квант, механика, технологии, компьютер

Annotation. The article traces the path of development of quantum theory from the discoveries of Einstein to modern discoveries in the field of quantum technologies.

Keywords: award, physics, quantum, mechanics, technology, computer

В 2022 году Нобелевская премия по физике была присуждена группе ученых: французу Алену Аспе, американцу Джону Клаузеру и австрийцу Антону Цайлингеру. Премия присуждена за эксперименты с запутанными фотонами, доказательство нарушений неравенства Белла и передовые исследования в области квантовой информационной теории, как было сказано в мотивировочной части решений Нобелевской премии. Эти открытия заложили практический и теоретический фундамент под все современные квантовые технологии, которые сейчас активно развиваются в мире внесли огромный вклад в проверку неравенств Белла, которые

представляют собой краеугольный камень современной квантовой физики и демонстрирующие то, что квантовые феномены носят нелокальный характер. И это проявляется в том, что две запутанные частицы меняют свои свойства мгновенно, независимо от того, на каком расстоянии друг от друга они находятся. В то же время Цайлингер и Клаузер провели массу экспериментов, связанных с проверкой неравенств Белла, а также первые опыты по запутыванию частиц и квантовой телепортации.

Эйнштейн, как известно, сделал большой вклад в разработку квантовой теории. В исследованиях по квантовой теории излучения и его взаимодействию с веществом он выдвинул важнейшую идею квантов света – фотонов и открыл корпускулярно-волновой дуализм для электромагнитного излучения. Он объяснил, с квантовой теории точки зрения, элементарные процессы взаимодействия излучения с веществом и впервые выдвинул теорию вероятностной интерпретации корпускулярно-волнового дуализма. До конца своей жизни Эйнштейн думал о проблемах квантовой теории и вел знаменитую дискуссию с Бором о полноте квантово-механического описания явлений микромира, начавшуюся еще в период становления квантовой механики.

При рассмотрении работ Эйнштейна по квантовой теории следует обратить внимание на его работу в 1905 году, в которой он впервые выдвинул революционную идею квантования энергии излучения в форме гипотезы квантов света. Уже в кратком введении Эйнштейн очень четко противопоставляет волновой теории света корпускулярную теорию, согласно которой «энергия света распределяется по пространству дискретным образом» и которая, по мнению Эйнштейна, лучше объясняет явления возникновения и превращения света. Дальнейшее развитие идей Эйнштейна о свойствах излучения содержится в двух в двух замечательных работах, опубликованных в 1909 году. В них впервые рассмотрен корпускулярно-волновой дуализм для излучения, что явилось очень важным этапом в развитии квантовых представлений вообще. Вклад Эйнштейна в развитие квантовых представлений оказался весьма важным при становлении квантовой механики. Именно на идеях Эйнштейна о корпускулярно-волновом дуализме базировался один из двух подходов к квантовой механике, реализованный Шредингером в 1926 году в виде волновой механики. В 1927 году предметом обсуждения стали вопросы физической интерпретации квантовой механики на основе соотношений неопределенности Гейзенберга и принципа дополнительности Бора, началась знаменитая дискуссия Эйнштейна с Бором по поводу полноты квантово-механического описания явлений микромира. Эта дискуссия про-

должалась до самой смерти Эйнштейна в 1955 году Эйнштейн оставался на своей точке зрения, что квантово-механическое описание не является полным. Он стремился к построению единой физической картины мира, разрабатывая общую теорию поля. Его не удовлетворяла физическая картина мира, основанная на концепции дополнительности и на вероятностной интерпретации квантовой механики.

Квантовая механика изучает как привычное нам вещество ведет себя на уровне элементарных частиц. А там с материей происходят настолько удивительные и непостижимые вещи, что отказывает воображение даже у именитых ученых. В квантовом мире определенность уступает место вероятности и там вообще ничего нельзя утверждать наверняка. Знаменитый кот Шредингера в квантовом мире был одновременно и жив, и мертв. Этого кота Шредингер придумал, чтобы показать всю абсурдность и непостижимость происходящих процессов. Ландау говорил о том, что происходящие в квантовом мире чудеса можно описать языком математики и даже найти им практическое применение, но представить, как это происходит не под силу даже светлому человеческому уму. Оказывается, квантовые частицы могут одновременно находиться сразу в нескольких состояниях, которые в привычном мире полностью исключают друг друга. Например, электрон не вращается вокруг ядра атома, а находится сразу во всех точках орбиты одновременно только с разной вероятностью. Но самое загадочное и необъяснимое явление этого микромира – это феномен квантовой запутанности. Это когда две элементарные частицы, имеющие одно происхождение, оказываются не просто связаны между собой совершенно необъяснимым способом, но еще и взаимозависимы. Запутанные частицы словно могут общаться между собой и влиять друг на друга на расстоянии в сотни и тысячи километров. И, узнав состояние одной, можно абсолютно уверенно предсказать состояние другой. Эйнштейн до конца жизни отказывался верить в саму возможность такой взаимосвязи. Он был убежден, что никакой информацией частицы не обмениваются. Но уже после смерти Эйнштейна было доказано, что необъяснимая связь все же существует на самом деле. И ее можно использовать на практике. Так была изобретена квантовая телепортация, и одним из экспертов выступил Антон Цайлингер.

Еще в 1998 году Вайленд добился квантового запутывания двух пространственно разнесенных ионов, через суперпозицию поступательного движения. В 2000-х годах другими группами ученых получено квантовое запутывание уже нескольких ионов. В настоящее время реализовано квантовое запутывание 14 ионов, а также многие из логических операций, необходимых для работы квантового вычислителя. В 2012 году бы-

ла вручена Нобелевская премия Арошу и Вайленду. Они внесли фундаментальный вклад в то, что мы сейчас называем «квантовыми технологиями».

Квантовая технология – это область физики, в которой используются специфические особенности квантовой механики и прежде всего квантовая запутанность. Цель квантовых технологий состоит в том, чтобы создать системы и устройства, основанные на квантовых принципах, к которым относятся следующие: дискретность (квантование уровней) энергии, квантово-размерный эффект, квантовый эффект Холла; принцип неопределенности Гейзенберга; квантовая суперпозиция чистых состояний; квантовое туннелирование через потенциал; квантовую сцепленность состояний (барьеры). К возможным практическим реализациям относят квантовые вычисления и квантовый компьютер, квантовую криптографию, квантовую телепортацию, квантовую метрологию, квантовые сенсоры и квантовые изображения.

Физики уже давно мечтали научиться манипулировать квантовыми состояниями внутри отдельного атома, а также передавать эту квантовую информацию от одного атома к другому. Это один из первых шагов на пути к квантовому компьютеру. Таким образом на практике эти открытия подарили миру прототип квантового компьютера, который считает в сотни и тысячи раз быстрее самых мощных цифровых чипов и позволяет шифровать информацию так, что у привычных нам устройств уйдут сотни лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев, К. А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность РХД / К. А. Валиев, А. А. Кокин. – М.: Ижевск, 2001.
2. Клейн, М. В. Эйнштейновский сборник / М. В. Клейн. – М.: Наука, 1976.
3. Эйнштейн Альберт. Собрание научных трудов / А. Эйнштейн. – М.: Наука, 1976. – Т. 3.

**ВЛИЯНИЕ НАКОПЛЕНИЯ МНОГОЛЕТНИМИ
БОБОВО-ЗЛАКОВЫМИ ТРАВСТОЯМИ КОРНЕВОЙ МАССЫ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ**

А. С. Кукреш, канд. с.-х. наук, доцент

Ю. Н. Дуброва, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье установлено влияние бактериальных препаратов на накопление многолетними бобовыми и злаковыми травами корневой массы в условиях орошения дождеванием.

Ключевые слова: многолетние травы, травостой, корневая масса, бактериальные препараты, орошение дождеванием.

Annotation. The article establishes the effect of bacterial preparations on the accumulation of root mass by perennial legumes and cereal grasses under sprinkler irrigation conditions.

Keywords: perennial grasses, herbage, root mass, bacterial preparations, sprinkling irriga.

Введение. Первоочередным условием увеличения темпов производства мясомолочной продукции является качественное и сбалансированное кормление животных. Для кормления необходимы сбалансированные по химическому составу корма. Одним из источников протеина и являются многолетние бобовые травы. К сожалению, низкий процент их содержания в травосмесях сенокосных угодий в Республике Беларусь не дает возможности полного использования кормового потенциала данных угодий. Одним из методов удержания многолетних бобовых трав, в частности клевера лугового в травостое является создание оптимальных почвенных, водно-воздушных условий, а также всестороннее использование возможности клевера фиксировать азот из атмосферы.

Важным моментом для успешной работы симбиотического аппарата выступает степень развития корневой системы растений, от которой зависит успешность симбиоза растений и бактерий, а в следствие качество и количество образуемых клубеньков на корнях растений. Помимо этого, от степени развития корневой системы злаковых трав зависит и эффективность ассоциативной азотфиксации. Исходя из выше-

сказанного, от степени развития корневой системы зависит развитие надземной части растения, а в итоге это лимитируется урожайность многолетних трав и качество урожая.

В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах, а также в условиях орошения, однако исследований по выявлению влияния этих препаратов на степень развития корневой системы недостаточно.

Методика и материалы исследований. Для решения поставленной задачи на опытном поле «Гушково» проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения diaзотрофных и фосфатмобилизующих препаратов и минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой травосмеси, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимофеевка луговая Волна, костреч безостый Моршанский 760 в условиях орошения дождеванием на степень развития корневой системы растений.

Опыт содержал в себе следующие блоки: Контроль (без удобрений), $P_{60}K_{110}$ + орошение дождеванием, и $P_{60}K_{110} + N_{40}$ + орошение дождеванием. Сами 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 фитостимифосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян.

Орошение производили при сработке почвенных влагозапасов с поддержанием диапазона наименьшей влажности почвы 70 % НВ. Орошение производили дождевальными машинами IRRILAND RAPTOR.

Полевые опыты, наблюдения, учеты в период вегетации трав, учеты урожайности, химические анализы выполнены по общепринятым методикам в соответствии с нормативными документами Республики Беларусь.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализируя приведенные данные, необходимо отметить, что условия произрастания и изучаемые приемы оказали существенное влияние на степень развития корневой системы многолетних трав в травостоях. Наиболее эффективным приемом увеличения массы корневой системы на всех фоновых минерального питания и орошения дождеванием оказалась обработка семян бобового компонента травосмеси симбиотическим препа-

ратом сапронит. При его использовании в среднем за годы исследований масса корневой системы на контроле без удобрений в естественных условиях увеличилась на 0,92, на фоне фосфорно-калийного питания и орошения дождеванием соответственно на 1,09, а где использовалась дополнительная ко всему стартовая доза азота на 0,79 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции (таблица).

Масса воздушно-сухих корней бобово-злаковых травосмесей, т/га

Вариант	Годы исследований		В среднем за 2 года
	2019	2020	
Контроль (без удобрений и орошения)			
Без инокуляции	8,05	6,65	7,35
Сапронит	9,30	7,24	8,27
Азобактерин	8,73	6,69	7,71
Сапронит + фитостимифос	9,22	7,14	8,18
P₆₀K₁₁₀ + орошение			
Без инокуляции	10,19	8,84	9,51
Сапронит	11,51	9,69	10,6
Азобактерин	10,72	8,72	9,72
Сапронит + фитостимифос	10,91	9,37	10,14
P₆₀K₁₁₀ + N₄₀ + орошение			
Без инокуляции	11,58	9,98	10,78
Сапронит	12,46	10,68	11,57
Азобактерин	12,07	9,85	10,96
Сапронит + фитостимифос	12,43	10,39	11,41
НСП ₀₅ (А)	0,24	0,25	
НСП ₀₅ (В)	0,27	0,29	

При инокуляции семян злаковых трав азобактерином также происходило достоверное увеличение массы корневой системы злаковых трав по сравнению с вариантами без инокуляции, возрастала их поглотительная способность, и улучшалось питание растений. Аналогичные данные получены в опытах ряда авторов с небобовыми культурами.

Положительное влияние инокуляции объясняется тем, что diazotrophic микроорганизмы способны продуцировать в прикорневой зоне физиологически активные вещества (ауксины, гиббереллины, цитокинины), которые активизируют поглощение растениями элементов питания и положительно влияют на продуктивность посевов. Они способны также ингибировать развитие патогенной микрофлоры через выделение антибиотиков, стимулировать прорастание семян.

Выводы. Таким образом, применение на фоне минерального питания и орошения дождеванием бактериальных препаратов способствует более активному развитию корневой системы растений, улучшению их питания, положительно сказывается на продуктивности травосмесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темирсултанов, Э. Э. Продуктивность агрофитоценозов в зависимости от обогащения их бобовым компонентом и внесение удобрений / Э. Э. Темирсултанов // Кормопроизводство. – 2002. – № 9. – С. 8–13.
2. Корнилов, А. А. Продвижение эспарцета в засушливые и степные районы и роль клубеньковых бактерий / А. А. Корнилов, В. Г. Вергелецкая // Микробиология. – 1952. – № 4. – Т. 20 – С. 423–428.
3. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и иннокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
4. Bushby, H. V. A. Water status of rhizobia in relation to their susceptibility in desiccation and to their protection by montmorillonite / H. V. A. Bushby, K. C. Marschall. J. Gen. Microbiol. – 1977. – Vol. 99. – № 1. – P. 19–27.
5. Коваль, И. М. Применение биопрепаратов на зернобобовых культурах / И. М. Коваль // Ахова раслін. – 2001. – № 6. – С. 20–22.

УДК 631.432.4

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

И. А. Левшунов, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Выращивание и возделывание суданской травы как весьма привлекательной культуры с точки зрения высоких урожаев сена и зелёной массы по сравнению с другими однолетними кормовыми культурами, в том числе и в условиях орошения.

Ключевые слова: суданская трава, режим орошения, искусственное дождевание, поливная норма, оросительная норма.

Annotation. Cultivation and cultivation of Sudanese grass as a very attractive crop in terms of high yields of hay and green mass compared to other annual fodder crops, including under irrigation conditions.

Keywords: sudanese grass, irrigation regime, artificial sprinkling, irrigation norm, irrigation norm.

Суданская трава возделывается на зелёный корм, сено, силос, се-наж и зерно и считается высокопродуктивной однолетней культурой [1]. Это засухоустойчивая культура и в то же время отзывчива к увлажнению [2]. Основная масса корней суданской травы сосредоточена в метровой толще почвогрунта. Активный слой принимают в зависимости от характера почв [3]. Суданскую траву сеют, когда почва на глубине заделки семян прогреется до температуры 10...14 °С. Высевают обычным рядовым или широкорядным способом.

В Республике Беларусь проводилось изучение сортов «Синельниковская» и «Сенокосная 88», сочетающих высокую урожайность с комплексной устойчивостью к экстремальным факторам среды при существующем уровне агротехники. На Гомельской ОСХОС урожайность зелёной массы составила 680 ц/га, сбор сухого вещества составил 149 ц/га, кормовых единиц 136 ц/га. На Лепельской сортоиспытательной станции при посеве на супесчаных почвах с невысоким уровнем плодородия урожайность сухого вещества составила 91 ц/га, семян 8,4 ц/га. Максимальная урожайность, в Мостовском районе Гродненской области, получена при посеве в третьей декаде мая. При посеве в непрогретую почву отмечалось резкое снижение урожайности зелёной массы и семенной продуктивности суданской травы. Длительная задержка с посевом суданской травы на корм также приводила к снижению урожайности и в ряде хозяйств Кореличского района [4].

Исследования влияния сроков сева и уборки на урожайность суданской травы сорта Сенокосная 88 проводились в юго-западной части Беларуси. По годам исследований наблюдалось колебание урожайности, которое исследователи объясняют различными погодными условиями вегетационных периодов. А также они выделили то, что основным лимитирующим фактором при возделывании данной культуры является температурный режим. Кроме этого, при скашивании суданской травы в фазу начала вымётывания сев следует проводить в первую декаду мая. А для уборки в фазу полного вымётывания лучшими сроками сева являются вторая и третья декады мая.

С целью дальнейшего экспериментального обоснования режима орошения суданской травы в условиях минеральных почв Северовосточной части Беларуси на базе учебно-опытного комплекса «Тушково-1» Горецкого района было организовано проведение специальных полевых исследований. Схема размещения опытных участков показана на рис. 1.



Рис. 1. Расположение опытных участков на учебно-опытном комплексе «Тушково-1»: 1 – хоз. двор; 2 – метеоплощадка; 3 – посевы суданской травы

Участок для исследования режима орошения суданской травы составлял 0,15 га. Нами определялись следующие водно-физические свойства почвы: влажность, плотность, предельно-полевая влагемкость, гранулометрический состав и агрохимический анализ почвы. Гранулометрический состав почв участков определялся в лабораторных условиях. Название почвы: дерново-подзолистая слабо оподзоленная с признаками временного избыточного увлажнения почва на легком моренном суглинке. Влажность почвы определялась стандартным термостатно-весовым методом [5].

Оттарированные бюксы наполнялись на 50...60 % их объема почвогрунтом, закрывались крышками и взвешивались с точностью 0,01 грамма на весах ВК-600. Образцы для определения влажности отбирались из каждого 10-сантиметрового слоя до глубины 40 см и далее из каждого 20-сантиметрового слоя до глубины 1 м в трехкратной повторности. Пробы почвогрунта высушивались при температуре 100 °С в течение 6 часов в сушильном шкафу типа ШС-80 МК СПУ.

Плотность почвы определялась в полевых условиях. Для ее определения использовался цилиндр, размеры которого $h/d = 5/7,8$ см, объемом $V = 238,9$ см³. Цилиндр накрывался сверху деревянным брусом толщиной 3...4 см, а затем другим деревянным брусом вколачивался в почву так, чтобы верхний край цилиндра был точно на уровне почвы.

Предельно полевая влагоемкость определялась в полевых условиях методом заливаемых площадок. Суть метода состоит в насыщении влагой исследуемой толщи почвогрунта свыше его водоудерживающей способности и создании условий оттока гравитационной воды при отсутствии испарения. Для этого выбиралась ровная площадка внутренней размер которой составил 1,4×1,4 м, окруженной уплотненным земляным валиком высотой 20...30 см, и заливалась водой из расчета 200 л/м², размывая поверхности. Чтобы исключить испарение площадка закрывалась полиэтиленовой пленкой, сверху укладывался слой травы. Суданская трава выращивалась на зелёную массу. Сроки посева третья декада мая. Способ посева – сплошной рядовой зерновой сеялкой. Глубина заделки семян около 4 см. Норма высева 3 млн. всхожих зёрен на гектар. Агрохимический анализ почвы представлен в табл. 1.

Таблица 1. Результаты агрохимического анализа почвы под посевами суданской травы

Содержание подвижных форм, мг/кг		Кислотность (рН)	Гумус, %
P ₂ O ₅ фосфор	K ₂ O калий		
355 ± 55	331 ± 37	5,29 ± 0,6	1,68

На основании обзора и анализа литературы были приняты варианты опыта: без орошения, с предполивной влажностью почвы 70 %НВ и 80 %НВ (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность суданской травы за первый год исследований

Предполивная влажность почвы, %НВ	Урожайность, ц/га	Количество поливов, <i>n</i>	Оросительная норма, м ³ /га
Контроль	412	–	–
70	463	2	540
80	526	4	720

Поливную норму рассчитывали по формуле

$$m = 10h\gamma_{об} (\beta_v - \beta_n), \quad (1)$$

где *m* – поливная норма, мм;

h = 0,3 м – глубина расчетного увлажняемого слоя;

$\gamma_{об}$ = 1,35 г/см³ – плотность почвы;

β_v, β_n – соответственно влажность почвы при верхней и нижней границах оптимального увлажнения, % от массы сухой почвы.

Для делянки 0,7НВ поливная норма равна:

$$m = 10 \cdot 0,3 \cdot 1,35 \cdot (22,2 - 0,70 \cdot 22,2) = 27 \text{ мм.}$$

Для делянки 0,8НВ поливная норма равна:

$$m = 10 \cdot 0,3 \cdot 1,35 \cdot (22,2 - 0,80 \cdot 22,2) = 18 \text{ мм.}$$

Количество поливов за первый год для делянок 0,7НВ $n = 2$, для 0,8НВ $n = 4$, оросительная норма 540 и 720 м³/га соответственно.

Рассмотренные выше результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что суданская трава является высокопродуктивной однолетней культурой, возделываемой на зелёный корм. Способна переносить засуху, и достаточно отзывчива к увлажнению почвы, что позволяет формировать гарантированный урожай кормовой массы. В северо-восточной части Беларуси, в условиях искусственного увлажнения почвы суданская трава не изучена, что является основанием для дальнейшего изучения её водного режима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елсуков, М. П. Суданская трава / М. П. Елсуков, А. П. Мовсяняц. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 148 с.
2. Возделывание суданской травы в Беларуси / Т. А. Анохина [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 304–307.
3. Багров, М. Н. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб. пособие / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 271 с.
4. Корзун, О. С. Опыт возделывания суданской травы в Республике Беларусь / О. С. Корзун, С.В. Исаев // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: материалы конф. XII Междунар. науч.-производств. конф. – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2008. – С. 52.
5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 11. Агрометеорологические наблюдения на станциях и постах. Ч. 1. Основные агрометеорологические наблюдения. – Л., Гидрометеозидат, 1963. – 309 с.

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЗА 2015–2020 ГОДЫ

С. В. Набздоров, ст. преподаватель

В. В. Васильев, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приводится анализ фактических производственных данных (урожайность, валовой сбор, площадь под данной культурой) по выращиванию сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг.

Ключевые слова: сахарная свекла, урожайность сахарной свеклы, валовый сбор.

Annotation. The article provides an analysis of the actual production data (yield, gross harvest, area under this crop) for the cultivation of sugar beet in the Republic of Belarus for 2015–2020.

Keywords: sugar beet, sugar beet yield, gross harvest.

Одним из стратегических направлений развития сельскохозяйственного производства Беларуси является повышение эффективности возделывания сахарной свеклы. Рост конкурентоспособности производства сахарной свеклы и других культур, наращивание экспортного потенциала Беларуси, развитие экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности страны, обеспечение полноценного питания и здорового образа жизни населения – основные цели Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. В этой программе индикатором развития свеклосахарного подкомплекса является достижение к 2025 году объемов производства сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий не менее 5 млн т при средней урожайности 538 ц/га при сахаристости не менее 17 % [1].

Для достижения данной цели и показателей, указанных в подпрограмме 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства» для развития свеклосахарного подкомплекса в 2021–2025 годах следует использовать все факторы роста урожайности сахарной свеклы, имеющиеся в Беларуси.

Сахарная свекла – основная техническая культура, используемая в качестве сырья для производства белого сахара. Вместе с тем известно, что сахарная свекла является одной из наиболее трудоемких и материалоемких культур. На 1 га посевов свеклы затраты труда в 11–13 раз выше, а материально-денежные – в 6–8 раз выше, чем на 1 га зерновых культур, но при этом выход валовой продукции, наоборот, больше в 3–4 раза, а чистый доход выше в 4 раза [2].

Вместе с тем, сравнивая условия Беларуси с условиями стран Европы, нужно помнить о биоклиматическом потенциале. На данный момент юг Польши, не говоря уже о юге Франции, по длине вегетационного периода и сумме активных температур намного превосходят Беларусь. Биоклиматический потенциал Беларуси (интегральный показатель продуктивности природных условий), оценивается в 100–121 балл. В Великобритании, например, он составляет в среднем около 121, в Польше – 125–135, в Германии – 125–140, в США – 150–220 баллов. Таким образом, аграрная сфера республики, и свекловодство, в частности, всегда будут в худших условиях, чем в большинстве стран мира [3, 4, 5]. Тем не менее в Беларуси выводятся новые, более продуктивные сорта и гибриды, а также совершенствуется технология возделывания сахарной свеклы, включая управление питанием и водным режимом растений [6].

Исследование динамики возделывания сахарной свеклы в Беларуси с 2015 по 2020 гг. показало уменьшение площади под сахарную свеклу. В общем по республике под выращивание сахарной свеклы было занято в 2015 г. 103 тыс. га, но к 2016 г. этот показатель снизился на 6 %. В 2017–2018 гг. наблюдается не большой рост на 4,1–5,1 % к 2016 г. соответственно. Затем началось снижение площади, и в 2019 г. она составила 96 тыс. га, а в 2020 г. за исследуемый период было выделено под возделывание под сахарную свеклу 85 тыс. га, что примерно на 21 % меньше, чем в 2015 г. Площади посева сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг. отображены на рис. 1 [7, 8].

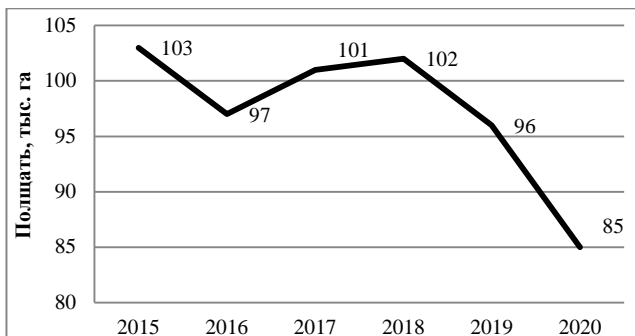


Рис. 1. Площади посева сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг., тыс. га

По данным за 2015 г. валовый сбор сахарной свеклы составил 3300 тыс. т, это самый минимальный сбор сахарной свеклы за исследуемый период.

В 2016 г. валовый сбор вырос на 979 тыс. т (22,8 %), а в 2017 г. на 1689 тыс. т (33,8 %) по отношению к 2015 г. В 2017 г. валовой сбор составил 4989 тыс. т это максимальное значение за исследуемый период. Динамика валового сбора сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг. отображена на рис. 2 [7, 8]. Анализ показал, что валовой сбор в 2017 г. превысил запланированный в Государственной программе развития аграрного бизнеса в республике Беларусь на 2016–2020 гг., 4902 тыс. т [9].

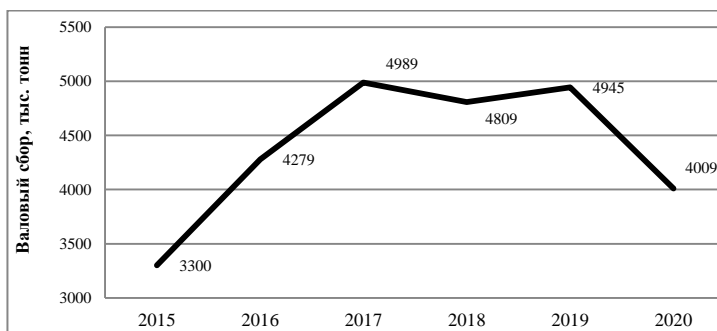


Рис. 2. Валовой сбор, тыс. т сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг.

Урожайность сахарной свеклы составила 482 центнера с гектара в 2020 г., что на 46 % выше аналогичного показателя 2015 г., этот год имел самую минимальную урожайность. Динамика урожайности сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг. отображена на рис. 3 [2, 3].

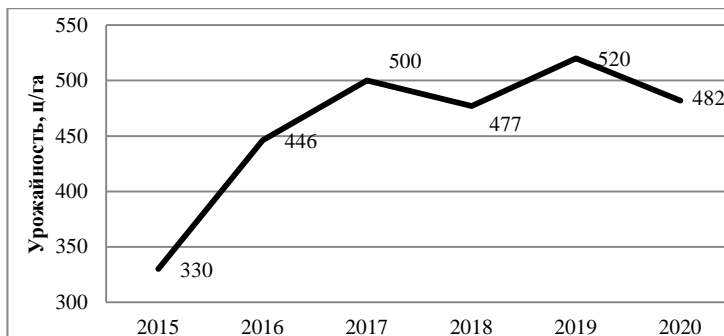


Рис. 3. Урожайности, ц/га сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 гг.

Урожайность сахарной свеклы в 2015 г. составила 330 ц/га, а к 2020 г. урожайность выросла на 152 ц/га. Из исследуемого периода максимальная урожайность была зафиксирована в 2019 г. и составила 520 ц/га.

Возделывание сахарной свеклы характеризуется неоднозначно: ростом с 2015 г. по 2017 г. по сбору (с 3300 тыс. т до 4989 тыс. т) затем небольшое снижения в 2018 г до 4809 тыс. т, опять рост на 2,8 % и резкое снижение в 2020 г. до 4009 тыс. т.

Это говорит о том, что для получения хороших урожаев необходимо не только правильное возделывание культур, но и благоприятные климатические условия. По данным метеостанций, в 2015 и 2020 гг. наблюдались засушливые периоды в определенных областях республики, что и привело к снижению сбора сахарной свеклы.

Отметим, что сегодня политика Беларуси направлена на повышение, как урожайности, так и на расширение площадей под данную культуру [1, 9]. Отметим также, что Белорусские свеклоперерабатывающие предприятия провели существенную модернизацию. Производством сахара-песка в Республике Беларусь занимаются 4 сахарных завода: ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Жабинков-

ский сахарный завод», ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» [6].

Заключение. Республика Беларусь в настоящее время характеризуется как государство с перспективным развитием сахарной отрасли. Увеличиваются мощности по переработке свекловичного сырья, объемы производства сахарной свеклы на душу населения.

Таким образом, эта отрасль является одной из развивающихся в республике и уровень ее развития в значительной степени зависит не всегда от площади, посева сорта, и технологии возделывания, но и от природных условий Республики Беларусь, как это показал засушливый период в 2015 г. и благоприятные условия в 2019 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. О государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>. – Дата доступа: 10.02.2021.

2. Грузинов, В. П. Экономика предприятия / В. П. Грузинов, В. Д. Грибов. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 375 с.

3. Набздоров, С. В. Анализ производства сахарной свеклы в Республике Беларусь по сравнению со странами СНГ и Европы / С. В. Набздоров // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: материалы науч.-практ. конф. / ФГБНУ «РосНИИПМ»; редкол.: В. Н. Щедрин [и др.]. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2018. – № 1 (69). – С. 196–201.

4. Набздоров, С. В. Условия и особенности возделывания сахарной свеклы в Республике Беларусь / С. В. Набздоров // Мелиорация и сельское строительство. Поиск молодежи: сб. науч. тр. студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: В. И. Желязко [и др.]. – Горки, 2018. – С. 89–93.

5. Татур, И. С. Развитие и перспективы производства сахарной свеклы в Республике Беларусь / И. С. Татур, С. В. Набздоров // Научное обеспечение отрасли свекловодства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»; редкол.: М. И. Гуляка [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2018. – С. 263–268.

6. Сахарная свекла / Инвестиционная компания ЮНИТЕР. – Минск, 2015. – 18 с.

7. Статистический сборник: сельское хозяйство Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 374 с.

8. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 1998–2021 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>.

9. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы / Утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 11.03.2016 № 196.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАПЕЛЬНОГО И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ВИДОВ ОРОШЕНИЯ

Д. В. Яланский, зав. лабораторией, ассистент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В работе раскрыта сущность автоматизации капельного и некоторых других видов орошения, представлены виды применения системы капельного орошения, приведены сведения, отражающие правильную организацию подготовительных работ для осуществления автоматизации полива на системах капельного орошения.

Ключевые слова: влажность почвы, дозировка воды, корневая система, капельное орошение, поливная норма.

Annotation. The paper discloses the essence of automation of drip irrigation, presents the types of application of the drip irrigation system, provides information reflecting the correct organization of preparatory work for the implementation of automation of irrigation on drip irrigation systems.

Keywords: soil moisture, water dosage, root system, subsurface irrigation, irrigation rate.

Одна из проблем при выращивании овощей – это качественный, своевременный полив растений. На сегодняшний день отдается достаточно большое предпочтение капельному орошению, позволяющему порционно накапливать влагу локально у корней растения. В соответствии с вышеизложенным, *объектом исследования* в данной работе является реализация капельного орошения, обеспечивающего оптимальный водно-воздушный режим исследуемых почв и направленного на повышение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. На сегодняшний день регулирование капельного полива производится вручную, таймером времени или датчиком влажности почвы. Элементы автоматизации полива, в основу которых положен принцип работы датчика влажности почвы, способствуют гарантированному, своевременному и точному дозированию воды [1].

Автоматизация полива представляет собой характерный технический комплекс, позволяющий осуществить правильный и систематический полив конкретного участка. Правильный полив обусловлен сведениями датчиков, которые в свою очередь должны

размещаться по всему участку. К этим датчики могут быть отнесены датчики увлажнения почвы, температуры, влажности окружающей среды и датчик осадков.

Различают три главных вида системы полива: дождевание, капельное и внутрипочвенное орошение [2, 3].

Первый вид имеет наибольшее предпочтение в силу того, что очень схож с естественными осадками, что в свою очередь очень благоприятно сказывается на водном режиме выращиваемых культур. Системы полива данного вида могут иметь различный угол орошения и быть поворотными или статичными. Сочетая на своем участке статичные и поворотные системы, можно без особых усилий организовать правильный полив даже в самых недоступных местах или, напротив, ограничить территорию.

Капельный полив. Заключается в доставке воды непосредственно в область высадки растения, направленно орошая его корневую систему. Этот способ является наиболее приемлемым и экономичным. Его наиболее целесообразно применять с целью прикорневого полива растений, которые особо чувствительны к засухе. Принцип расстановки поливного оборудования в подобных системах заключается в том, что водяные магистрали с поливочными капельницами (капельные ленты) располагаются вдоль посадочных рядов на небольшом расстоянии от стволов растений.

Внутрипочвенное орошение. Представляет собой оросительные системы для подземного (внутрипочвенного) орошения. Пластиковые трубы сосредоточены по всему участку под землей и транспортируют воду непосредственно к корневой системе растений.

В основном подобную систему применяют на участках, которые не поддаются обработке, вспашке. В данном случае в качестве материалов используются полиэтиленовые трубы (с круглыми или щелевидными отверстиями). Размещение труб осуществляется на глубине 20...30 см. Расстояние между двумя соседними магистралями составляет 40...90 см (зависит от индивидуальных особенностей орошаемой культуры и от типа почвы). Промежуток между отверстиями увлажнителя равен 20...40 см [2, 3].

Автоматизация полива: правильный выбор системы. Правильная организационная работа для осуществления автоматизации капельного орошения должна начинаться с точно разработанного плана участка, с намеченным источником воды, и дендропланом. На плане участка указываются трассы магистральных трубопроводов.

Разработав детальную поливную схему, вычисляют длину трубопроводов и подсчитывают точное количество оросительных площадей. Для реализации верных вычислений необходимо владеть информацией

по величине поливной нормы всех культур, высаженных на участке. На плане в обязательном порядке указываются источник воды и электроэнергии, наличие водопровода, система дренажа и прочие элементы. Все это необходимо для правильной установки контроллера и резервуара при необходимости.

Датчики устанавливаются прежде всего для исключения переувлажнения корневой системы растений, а также с целью снижения расхода поливной воды. По своей разновидности датчики бывают проводными или беспроводными [3].

Обеспечение воды в зону полива осуществляется электромагнитными клапанами, расположенными в определенных коробах с конструкциями распылителей различного вида, включая систему капельного полива. Их объединяют по рабочим зонам. Каждая зона предназначена для работы соответствующих групп распылителей, наиболее подходящих для развития конкретных видов растений и включается в работу от контроллера поочередно. Регулируемые электромагнитные клапаны устраивают в пластиковых корпусах в почве по центру магистралей. Их количество зависит от разветвленности структуры, применения ее на конкретной местности.

В случае, когда применяется емкость для воды, необходим будет насос с блоком автоматического управления, контролирующей верхний и нижний уровень заполнения воды.

Когда водоснабжение осуществляется из пробуренной скважины, следует правильно подбирать технические характеристики насоса под нужды производительности системы. Также следует устанавливать фильтры, учитывая их пропускную способность, возможности обслуживания [3].

Выводы. Главной функцией автоматизированной системы капельного орошения является обеспечение корневой системы культур строго необходимым количеством воды с учетом реально выпавших атмосферных осадков. Для этого устанавливается в определенном месте датчик влажности почвы, который в свою очередь анализирует наличие влаги в почве и выдает информацию на контроллер. Вся информация автоматически обрабатывается контроллером и далее последний автоматически регулирует длительность и объем подаваемой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овощеводство / В. П. Котов [и др.]; под ред. В. П. Котова, Н. А. Адрицкой. – 4-е изд. – М.: Лань, 2019. – 496 с.
2. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1996. – 638 с.
3. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А. В. Евстифеев. – Изд. 5-е. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 560 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Астахова О. М. Непрерывность образования – требование времени	3
Дорошкевич И. Н., Бейль Р. Е., Лешкевич Д. В. Научно-технический прогресс как фактор влияния на рациональное природопользование.....	5
Васильев В. В., Васильева Н. В. Сельскохозяйственное использование реконструированных мелиоративных систем	8
Васильева Н. В., Васильев В. В. Характер сжимаемости биогенных грунтов	12
Васильева Н. В., Васильев В. В. Расчет осадки грунтовой плотины на р. Щара	16
Данелия Г. В. Флора щелевых местообитаний Петропавловской крепости (Санкт-Петербург, Россия).....	22
Дрозд Д. А., Ящук М. Г. Питательность разноспелых сортов клевера лугового в условиях орошения.....	27
Другомилов Р. А. Типологические особенности колоколен Беларуси.....	31
Дубина А. В. Аспекты развития и формирования новых типов жилых и общественных зданий на сельских территориях.....	36
Козыкеева А. Т., Жатканбаева А. О., Самидолда Ф. Ф. Применение водосберегающих технологий и технических средств орошения.....	41
Кириленко Л. Е., Цвыр А. В. От теории Эйнштейна к квантовым технологиям	50
Кукреш А. С., Дуброва Ю. Н. Влияние накопления многолетними бобово-злаковыми травостоями корневой массы под действием бактериальных препаратов в условиях орошения дождеванием.....	54
Левщунюв И. А. Возделывание суданской травы в условиях орошения.....	57
Набзоров С. В., Васильев В. В. Динамика развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь за 2015–2020 годы	62
Яланский Д. В. Автоматизация капельного и некоторых других видов орошения	67

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Сборник трудов
Международной научно-практической конференции

Горки, 31 марта 2023 г.

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Ответственный за выпуск *А. С. Кукреши*
Компьютерный набор и верстка *С. Б. Данькова*

Подписано в печать 13.09.2023. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,57.
Тираж 20 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.