

**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»**

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

**Материалы IV Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти Б. И. Яковлева**

Горки, 21–22 апреля 2022 г.



**Горки
БГСХА
2022**

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»

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ**

Материалы IV Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти Б. И. Яковлева

Горки, 21–22 апреля 2022 г.

Горки
БГСХА
2022

УДК 631.6:574(06)
ББК 40.6я43
А43

Редакционная коллегия:

В. И. Желязко (гл. редактор), И. А. Романов (отв. секретарь),
А. А. Волчек, Ю. А. Мажайский, Ю. Н. Дуброва, В. М. Лукашевич,
В. В. Копытовский, М. Г. О. Мустафаев, В. В. Васильев,
Е. Н. Крючков

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент О. П. Мешик

А43 **Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель** : материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Б. И. Яковлева / редкол.: В. И. Желязко (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – 255 с.
ISBN 978-985-882-233-0.

Приведены научные статьи ученых из четырех стран: Беларуси, России, Азербайджана и Узбекистана. Особое место отведено проблеме загрязнения и нехватки водных ресурсов. Подчеркнута важность оросительных мелиораций в Беларуси, поскольку ее территория относится к зоне с неустойчивой естественной влагообеспеченностью.

Для научных работников, преподавателей и специалистов в области мелиорации земель. Подготовленные научные материалы печатаются с компьютерных оригиналов.

За точность и достоверность представленных материалов ответственность несут авторы статей.

УДК 631.6:574(06)
ББК 40.6я43

ISBN 978-985-882-233-0

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2022

Б. И. ЯКОВЛЕВ – ПЕРВЫЙ ПОСЛЕВОЕННЫЙ ДЕКАН

1 мая 2022 г. исполняется 115 лет со дня рождения Яковлева Бориса Ивановича, которому принадлежит большая заслуга в деле восстановления гидромелиоративного факультета в составе Белорусской сельскохозяйственной академии, строительстве опытных мелиоративных объектов, организации научных исследований в послевоенный период. Б. И. Яковлев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент – проработал в академии 32 года в должности доцента, заведующего кафедрой мелиорации, декана факультета. Основное направление научных исследований – агромелиорация, дренаж. Он разработал и исследовал новый способ осушения периодически переувлажняемых почв (бессточный дренаж), предложил и внедрил в производство технологию и механизацию его устройства. Результаты исследований опубликованы в многочисленных научных работах. Под его научным руководством и при практическом содействии 7 аспирантов защитили кандидатские диссертации.

Родился Борис Иванович 1 мая 1907 г. в г. Усмань Воронежской области. В 1925 г., после окончания Воронежского промышленно-экономического техникума, поступил на гидромелиоративный факультет Белорусской сельскохозяйственной академии. В 1930 г. окончил академию с квалификацией инженера-гидротехника и был направлен на работу районным мелиоратором в Пуховичский район БССР.

В 1931 г. в порядке оказания технической помощи отдаленным районам СССР был направлен в Казахскую ССР, а в 1932 г. назначен главным инженером Восточно-Сибирского мелиоводтреста в г. Иркутске.

В 1934 г. вернулся в Белоруссию в г. Минск, начал работать в Белводхозе и по совместительству – в Белорусском сельскохозяйственном институте. В 1935 г. переезжает в Горки на должность и. о. доцента и заведующего кафедрой мелиорации и геологии.

В 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию с присуждением ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, а в 1941 г. Высшей аттестационной комиссией СНК СССР утвержден в ученом звании доцента на кафедре сельскохозяйственной мелиорации.

В период Великой Отечественной войны с 23 июня по 5 июля 1941 г. находился в истребительном отряде Горецкого отдела МГБ, а

6 июля 1941 г. призван в ряды Красной Армии. Начал войну в должности командира десантного саперного батальона, закончил инженером стрелкового корпуса. Был ранен и тяжело контужен. Награжден тремя боевыми орденами Отечественной войны и медалями. В 1946 г., демобилизовавшись из армии в звании майора, Б. И. Яковлев вернулся в академию и вновь начал работать заведующим кафедрой мелиорации. Одновременно он участвует в мероприятиях по восстановлению в Горках в 1949 г. гидромелиоративного факультета, став его деканом. В то послевоенное время Б. И. Яковлев был деканом трех инженерных факультетов: землеустроительного, механизации сельского хозяйства и гидромелиоративного.

К 1953 г. благодаря усилиям Б. И. Яковлева был налажен учебный процесс, факультет в основном укомплектован опытными научно-педагогическими кадрами, появилась и молодежь. Ассистентский состав формировался из выпускников факультета, и необходимо было обеспечить их научный рост. Опираясь на опыт своих довоенных исследований и будучи от природы человеком прозорливым, он все свое внимание направил на выбор, обустройство и организацию опытных полей кафедры мелиорации. Молодым ассистентам было четко заявлено, что впереди будет сложная научная работа, которая потребует от каждого отдачи всех сил и времени.

При активном участии студентов и научных работников гидромелиоративного факультета, а также рабочих учхоза БСХА под общим руководством доцента Б. И. Яковлева в 1955–1957 гг. был восстановлен дренаж на Рытовском огороде и начаты наблюдения за дренажным стоком, полностью восстановлен первый на территории Белоруссии гончарный дренаж, заложенный в пойме р. Проня профессором А. Н. Козловским, и начаты научные исследования.

Б. И. Яковлев совместно с сотрудниками факультета участвовал в разработке генеральной схемы мелиоративного освоения Полесской низменности. Группа научных сотрудников академии (М. Я. Новиков, В. И. Пучко и др.) выполняли задания по длительному освоению Полесья. В результате проведенной работы были написаны разделы: «Межхозяйственные и хозяйственные дороги на болотных массивах Полесья» и «Водоснабжение колхозов и совхозов Полесья», включенные в генеральную схему освоения Полесья.

В 1959–1964 гг. в пойме р. Проня был заложен новый опытно-производственный участок гончарного дренажа у д. Тушково. В 1963 г. впервые в БСХА приступили к исследованиям по увлажнению огородных культур дождеванием.

В результате на факультете была создана широкомасштабная, непрерывно расширяющаяся опытно-производственная база для проведения научных исследований по мелиорации минеральных земель периодического увлажнения и торфяно-болотных почв с грунтовым и грунтово-напорным водным питанием. Появилась возможность для открытия аспирантуры и проведения исследований соискателями. На опытных полях под научным руководством Б. И. Яковлева были проведены исследования, по материалам которых защитили кандидатские диссертации А. И. Богданович, В. И. Клипперт, П. У. Равовой, И. Н. Исаев, А. А. Масловский, А. П. Авдеенко.

По материалам собственных исследований и совместных со своими учениками Б. И. Яковлев опубликовал ряд научных статей, подготовил докторскую диссертацию, но не успел ее защитить (умер в 1967 г.). Б. И. Яковлев является автором монографии «Бессточный дренаж», соавтором учебника «Сельскохозяйственные мелиорации». Он активно участвовал в общественной жизни факультета и академии, за что неоднократно поощрялся почетными грамотами, благодарностями. Работал в составе комиссии ЦК КПБ по оказанию помощи Гродненскому сельскохозяйственному институту. В письме на имя ректора Белорусской сельскохозяйственной академии ректорат Гродненского СХИ отметил, что Б. И. Яковлев «показал высокую эрудицию в вопросах мелиорации и смежных дисциплин, а также проявил большой педагогический и научно-исследовательский опыт...». Борис Иванович пользовался заслуженным авторитетом у студентов, слушавших его лекции по сельскохозяйственной мелиорации.

В. И. Желязко

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ С БОБОВО-ЗЛАКОВЫМИ ТРАВСТОЯМИ

Ю. В. АЛЕХИНА, канд. с.-х. наук, доцент

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

Ключевые слова: залужение, урожайность, орошаемые пастбища.

Аннотация. Изложены результаты полевых опытов по изучению влияния состава травосмеси на урожайность культурных пастбищ в условиях орошения. Установлено, что наиболее эффективным является залужение простыми четырехкомпонентными смесями.

Keywords: grassing, productivity, irrigated pastures.

Summary. The results of field experiments on studying the effect of grass mixture composition on the yield of cultivated pastures under irrigation conditions are presented. It has been established that the most effective is tinning with simple four-component mixtures.

Дальнейшее развитие животноводства может обеспечить лишь устойчивая кормовая база, удовлетворяющая не только по количеству кормов, но и по питательной ценности. Основная роль в ее укреплении принадлежит культурам, богатым белком, со сбалансированным аминокислотным составом.

Белок злаковых трав в качественном отношении недостаточно полноценен из-за низкого содержания отдельных незаменимых аминокислот. Восполнить дефицит незаменимых аминокислот могут только многолетние и однолетние бобовые травы и другие высокобелковые культуры. Введение их в рацион животных способствует также повышению усвояемости белков из других неполноценных кормов.

По научно обоснованным данным на 1 корм. ед. должно приходиться 105–120 г переваримого протеина. В настоящее время обеспеченность протеином 1 корм. ед. растительных кормов составляет около 90 % и ниже. Исследованиями установлено, что чем меньше белка в кормах, тем больше затраты кормовых единиц на получение единицы животноводческой продукции [3].

Важнейшее значение для получения кормов в летний период имеют культурные пастбища. Климатические условия республики отвечают требованиям наиболее благоприятной зоны для их создания. Культурные пастбища отличаются высокой урожайностью, дают высокопитательный и самый дешевый травяной корм, благоприятно влияющий на здоровье, продуктивность и воспроизводительные функции животных [3].

В среднем по Беларуси животные находятся на пастбище 130–150 дней, за этот период надаивают свыше 60 % всего годового удоя молока и получают наиболее высокие привесы животных [3].

Краткосрочные пастбища устраивают в системе кормовых севооборотов и используют обычно 4–5 лет. Для большинства хозяйств такие пастбища более доступны, так как требуют менее интенсивного удобрения и состав травосмеси менее сложен.

Для залужения пастбищ используют как одновидовые посева, так и травосмеси. Посев травосмесей позволяет полнее использовать потенциал условий среды, поэтому оправдан при умеренно высоких уровнях агрофонов.

Практика показала, что наибольшие урожаи дают травосмеси, в которые включены злаки преимущественно верхового типа. В условиях интенсивного пастбищного использования агрессивность верховых злаков вследствие частого стравливания снижается, и создаются благоприятные условия для развития бобовых. Бобовые включают для обогащения белком пастбищного корма и для повышения общей урожайности [1]. Низовые злаки рекомендуется включать в травосмеси длительного использования для уплотнения травостоя и создания прочной дернины, что очень важно при пастьбе скота [2].

Опыт заложен по следующей схеме: 1. Злаки (овсяница луговая 16 кг/га + тимофеевка луговая 10 кг/га) – контроль; 2. Злаки + N₆₀; 3. Злаки + клевер ползучий (5,6 кг/га); 4. Злаки + клевер ползучий (2,8 кг/га) + клевер луговой (4,2 кг/га); 5. Злаки + клевер ползучий (2,8 кг/га) + люцерна посевная (5,0 кг/га). Нормы высева даны в расчете на 100%-ную посевную годность.

Площадь опытной делянки – 50 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая на лессовидном суглинке.

Фосфорные и калийные удобрения вносились весной в один прием (P₆₀K₉₀), азотные в два приема: половина весной, другая после второго стравливания.

Как видно из приведенных результатов исследований (табл. 1), на первом году использования из бобово-злаковых посевов только травостой с участием клевера ползучего и клевера лугового достоверно превысил по урожайности контрольный вариант злаков, удобренных 60 кг д. в. азота. Злаки без минерального азотного питания уступали азотному фону более 1 т сухого вещества.

Таблица 1. Урожайность бобово-злаковых пастбищных травосмесей (т/га сухой массы)

Варианты	Годы использования			Среднее за 3 года	В процентах к контролю
	1-й	2-й	3-й		
Злаки (овсяница + тимофеевка)	4,94	6,16	5,89	5,66	100
Злаки + N ₆₀	6,21	7,28	6,77	6,72	118,7
Злаки + клевер ползучий	5,92	7,00	6,70	6,54	115,5
Злаки + клевер ползучий + клевер луговой раннеспелый	6,47	6,84	5,85	6,39	112,8
Злаки + клевер ползучий + люцерна посевная	5,94	6,29	5,66	5,96	105,4
НСР ₀₅	0,22	0,18	0,23	–	–

На второй год использования уровень урожайности травостоев значительно возрос. Тем не менее преимущество имел травостой с участием клевера ползучего как единственного бобового компонента. Но ни один из бобово-злаковых вариантов не вышел на уровень злаков, удобряемых 60 кг д. в. азота.

На третьем году использования пастбищ бобово-злаковая травосмесь с участием клевера ползучего вышла на уровень травостоев на фоне азотного питания. В целом влияние вторых бобовых компонентов на урожайность травосмесей не проявилось, так как они почти все выпали из травостоя.

В среднем за 3 года лучшие результаты достигнуты на злаковой травосмеси, удобряемой азотом. Ни одна из бобово-злаковых травосмесей не приблизилась к этому уровню, но среди них лучшей была, несомненно, травосмесь с участием клевера ползучего как единственного бобового компонента. Травосмесь с участием дополнительно клевера лугового была конкурентной только на первых годах использования, что очевидно объясняется его биологическим долголетием.

Качество пастбищного корма оценивалось нами по сбору переваримого протеина в расчете на 1 га. Данные табл. 2 показывают, что пастбищный корм, получаемый на наших вариантах по сбору переваримого протеина, значительно отличался: все бобово-злаковые травосмеси превзошли злаковые.

Таблица 2. Сбор переваримого протенна бобово-злаковыми пастбищными травосмесями в среднем за 3 года (кг/га)

Варианты	Годы использования			Среднее за 3 года
	1-й	2-й	3-й	
Злаки (овсяница + тимофеевка)	370	520	480	457
Злаки + N ₆₀	570	700	700	657
Злаки + клевер ползучий	580	740	708	676
Злаки + клевер ползучий + клевер луговой раннеспелый	600	706	606	637
Злаки + клевер ползучий + люцерна посевная	580	882	609	690

Максимальный уровень сбора переваримого протеина достигнут на втором году пользования на травостое с участием люцерны посевной. В последующем по мере выпадения люцерны содержание переваримого протеина здесь снизилось. Травосмесь с участием клевера лугового стабильно превосходила злаки на азотном фоне в течение трех лет.

Таким образом, можно заключить, что бобово-злаковые пастбищные травостои следует создавать, включая в травосмесь клевер ползучий или совместно клевер ползучий и клевер луговой. Такая травосмесь дает более стабильную урожайность по годам пользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашев, В. Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства / В. Н. Лукашев // Кормопроизводство. – 2001. – № 6. – С. 18–22.
2. Кутузова, А. А. Роль биологического азота в повышении продуктивности пастбищ и сенокосов / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова // Интенсификация лугопастбищного хозяйства. – М., 1989. – 48 с.
3. Мееровский, А. С. Проблемы и пути интенсификации лугового кормопроизводства в Беларуси / А. С. Мееровский // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель. – Минск, 2005. – С. 272–274.

РОЛЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА В ФОРМИРОВАНИИ КРЕАТИВНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ

О. М. АСТАХОВА, канд. пед. наук, доцент
Н. А. ДУБИНА, ассистент

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

Ключевые слова: деятельность, творческая личность, опыт творческой деятельности, проблема, задача, исследовательский метод, технология.

Аннотация. В статье рассматриваются элементы теоретической основы деятельностного подхода, методологическая связь деятельностного подхода с формированием креативных качеств студентов.

Keywords: activity, creative person, experience of creative activity, problem, task, research method, technology.

Summary. The article deals with the elements of the theoretical basis of the activity approach, the methodological connection of the activity approach with the formation of students' creative qualities.

Теоретические основы деятельностного подхода заложены в работах В. В. Давыдова, А. Н. Леонтьева, И. Я. Лернера, И. И. Пидкасистого, Н. Ф. Талызиной, А. В. Хуторского, Г. И. Щукиной и др. Эти ученые рассматривают учебный процесс как взаимодействие субъектов обучения в процессе совместной деятельности. Главным условием формирования творческой личности, считают они, является включение ее в самостоятельную активную познавательную деятельность, адекватную содержанию и целям обучения. Только в процессе деятельности развиваются и совершенствуются интеллектуальные способности личности и его опыт.

Обращается внимание на возможность поэтапного усвоения опыта творческой деятельности. Это означает, что в одном случае можно учить видеть проблемы, в другом – строить доказательство, в третьем – делать выводы из представленных фактов, в четвертом – высказывать предположение, в пятом – составлять план решения проблемы или задачи и т. д.

Для развития креативных качеств личности следует применять поисковые виды деятельности, которые характеризуют творческий характер познавательного процесса [1]. Опыт, способности человека, его убеждения и взгляды формируются только при условии активной, постепенно усложняющейся деятельности. Формируемые качества зависят во многом от характера выполняемых интеллектуальных действий. Поэтому творческие способности можно формировать только в процессе продуктивной деятельности (эвристической или креативной).

В результате продуктивной деятельности происходит качественное изменение знаний, умений, познавательного опыта, интеллектуальных качеств личности, т. е. у обучающихся проявляются, развиваются и формируются новые способности. Если деятельность обучаемых направлена на усвоение и воспроизведение определенного объема информации и ее применение в стандартных ситуациях, то обучение является репродуктивным.

Два вида деятельности (продуктивный и репродуктивный) одинаково необходимы в обучении. С помощью репродуктивной деятельности создается фонд знаний, умений и навыков, без которого нельзя усвоить опыт творческой деятельности. Овладение же опытом творческой деятельности происходит только тогда, когда обучаемый вовлечен в поисковой процесс. Несоответствие репродуктивного вида деятельности задаче обучения творчеству вытекает из самой природы творчества как деятельности, которую нельзя описать в виде системы строго регулируемых или предписываемых действий. Своеобразие творчества в том, что каждый раз при решении новой проблемы предметное содержание деятельности и сочетание творческих процедур не имели прецедента.

Средством овладения опытом творческой деятельности является система учебных задач, проблем, заданий, доказательное решение которых должны искать сами обучающиеся, опираясь на ранее накопленный опыт. Постепенное овладение опытом творческой деятельности и определяет различие методов, организующих и обеспечивающих его усвоение. Сущность творческой деятельности заключается в применении и преобразовании ранее накопленного опыта.

Средства творческой деятельности (задачи, ситуации, эксперимент, слово и т. д.) должны активизировать операционные общелогические действия познания (анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, индукцию и дедукцию, моделирование и т. д.) и побуждать беглость, гибкость дивергентного мышления, фантазию, критичность и др.

Такие операционные действия могут происходить в различных видах исследовательской деятельности.

По И. Я. Лернеру, сущность исследовательского метода обусловлена его функциями. Во-первых, он формирует черты творческой деятельности. Во-вторых, организует творческое усвоение знаний, т. е. учит применять известные знания для решения проблемных задач и добывать новые в результате такого решения. В-третьих, обеспечивает владение методами научного познания в процессе деятельности. В-четвертых, он является условием формирования интереса, потребности в творческой деятельности, ибо вне деятельности мотивы и потребности не возникают.

При решении учебных проблем и задач должны быть по возможности пройдены все этапы исследования: выявление противоречий, подлежащих исследованию (постановка проблемы), построение плана решения задачи или проблем (гипотеза), осуществление при необходимости эксперимента, проверка правильности решения проблемы. Сложность предлагаемых задач должна соответствовать ранее приобретенным знаниям, умениям и опыту [2].

Таким образом, деятельностный подход к учению – это понимание учебного процесса как сознательной, целенаправленной творческой деятельности, организуемой с помощью определенных познавательных средств. Теоретическое осмысление учебного процесса на основе деятельностного подхода позволяет преподавателю осознанно конструировать технологии обучения, обеспечивающие индивидуальное творческое развитие личности, моделировать различные учебные ситуации, приемы, оказывать оперативную консультационную помощь учащемуся, осуществлять контроль за усвоением изучаемого материала, диагностировать изменения в развитии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахова, О. М. Педагогическое мастерство как атрибут успешности преподавателя вуза / О. М. Астахова, А. В. Цвыр // Педагогика высшей школы: сб. ст. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 10–12.
2. Астахова, О. М. Роль экспериментального метода изучения физики в сельскохозяйственном вузе / О. М. Астахова, Н. А. Дубина, О. А. Мазаева // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. по материалам заочной междунар. науч. конф., Рязань, 1 янв. 2020 г. / под общ. ред. Ю. А. Мажайского, В. И. Желязко. – Рязань: ООО «Сам Полиграфист», 2020. – С. 303–306.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО
СОСТОЯНИЯ РИСОВЫХ ЧЕКОВ ООО «КАЛИНИНСКОЕ»
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

А. А. БУБЕР, канд. техн. наук
С. А. МЕНЬШИКОВА, канд. с.-х. наук
Е. Л. РАТКОВИЧ, Ф. А. КАРАКУЛОВ

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации им. А. Н. Костякова»,
Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: Нижняя Кубань, рисовый чек, мелиоративная сеть, потенциальное испарение, инфильтрация, водный баланс.

Аннотация. В статье приведено описание результатов полевого опыта по измерению величин потенциального испарения с водной поверхности, фильтрационной способности почв, а также внутрисуточного хода температур воздуха, воды и приземного слоя в рисовом севообороте ООО «Калининское» Краснодарского края. Показаны результаты визуального обследования ГТС и мелиоративной сети Калининского филиала и экологической обстановки в оросительных, сбросных каналах и на рисовых чеках. Актуальность работы обусловлена необходимостью проведения научных исследований для решения комплексной задачи по управлению водными ресурсами бассейна Нижней Кубани в условиях их дефицита.

Keywords: Lower Kuban, rice check, reclamation network, potential evaporation, infiltration, water balance.

Summary. The article describes the results of a field experiment on measuring the values of potential evaporation from the water surface, the filtration capacity of soils, as well as the intra-day course of temperatures of air, water and the surface layer in the rice crop rotation of Kalininskoye LLC of the Krasnodar Territory. The results of a visual survey of the GTS and the reclamation network of the Kalinin branch and the ecological situation in irrigation and discharge channels, and on rice checks are shown. The relevance of the work is due to the need for scientific research to solve the complex task of managing the water resources of the Lower Kuban basin in conditions of their scarcity.

Основной целью проведения экспедиционных исследований на хозяйственном участке являлось обследование мелиоративной системы, изучение водного баланса и оценка экологического состояния территории.

Задачи исследования – сбор информации о гидрологической обстановке, водопользовании и агротехнике выращивания риса, состоянии гидротехнических сооружений; установка метео-оборудования на изучаемом участке для сбора метеорологических данных и измерения температуры почвы, воды и приземного слоя в рисовом чеке опытного хозяйства; измерение уровня воды в рисовом чеке и испарения с поверхности чека. Проведение измерений pH и электропроводности в оросительных и сбросных каналах и отбор почвенных образцов и проб воды.

С 24 мая по 4 июня 2021 г. научными сотрудниками ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» были проведены полевые исследовательские работы на хозяйственном участке отделения № 1 ООО «Калининское», Калининского филиала ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз».

Обследуемая территория расположена на участке Понуро-Калининской ОС. Источником орошения Правобережного массива, в состав которого входит оросительная система, является р. Кубань. Вода на ОС поступает благодаря созданному Федоровским гидроузлом подпору. Вся сбрасываемая вода с хозяйств отводится путем перекачки с помощью НС № 7 в Джерелиевский главный коллектор и далее – в Кирпильский лиман. Тип затопления (водного режима), принятый в хозяйстве, – укороченный, способствует получению более дружных и густых всходов за счет сброса воды при прорастании семян [1, 2, 3].

Для определения метеорологических данных на функционирующем чеке выполнены работы по установке метеостанции и размещению датчиков на заданных высотах. Метеорологические параметры на опытном участке измерялись с использованием автоматической метеостанции Davis Instruments Vantage Pro2, датчики устанавливались на стандартной высоте 2 м от поверхности почвы. Для определения температуры почвы, воды и приземного слоя атмосферы была использована автоматическая метеорологическая станция Велес-ВП. Измерение pH и электропроводности воды осуществлялось с помощью приборов PH-010 и TDS-4 HM Digital. Уровень воды в рисовом чеке измерялся двумя способами: с помощью геодезической рейки и весовым методом с использованием склянки-аспиратора. Измерение величины испаре-

ния с поверхности рисового чека производилось путем взвешивания воды в 2 испарителях (интервал – раз в час), а также с помощью автоматического расчета самой метеостанции Davis.

Результаты первичного осмотра технического состояния и пропускной способности оросительных каналов и водоотводящих сбросных коллекторов, а также гидротехнических сооружений, входящих в состав Калининского филиала, приведены ниже.

1. Все исследуемые каналы внутривозвратной сети выполнены в земляном русле, что увеличивает потери при транспортировке воды. Картовые оросители и сбросы заилены и заросли высшими водными растениями.

2. Состояние и расход воды через бетонные оголовки, подающие и сбрасывающие воду с рисовых чеков, контролируются ежедневно. Ремонт и замена изношенного оборудования проводится по мере возможности и финансирования ремонтно-восстановительных работ.

3. На водосбросных и водопропускных ГТС, расположенных на МОК и МПК, наблюдается старение бетонных откосов, поверхностей с обнажением арматуры. На стыках плит активно прорастают различные растения. В верхнем бьефе ГУ № 3 наблюдается засорение отмершими водными растениями.

Измерения pH и электропроводности воды непосредственно в чеках осуществлялись с помощью портативных переносных приборов в доступных для этого местах. Была произведена оценка качества воды по этим показателям согласно общепринятым методикам натурных исследований [4]. Наибольшие концентрации растворенных веществ, значения pH и электропроводности наблюдались в сбросных каналах, наименьшие значения наблюдались в распределительных каналах водоподачи. Понурский лиман имеет высокий уровень содержания растворенных в воде веществ, уровень электропроводности здесь имел значение 11 мг-экв/л на дату определения 31 мая 2021 г. (на этот момент уже осуществлялся сброс воды с прилегающей территории других фермерских хозяйств). В Магистральном осушительном канале также наблюдалось превышение ПДК, значение электропроводности здесь составило 339 ppm, или 8,0 мг-экв/л, на ту же дату.

В период измерений температуры воздуха, воды и почвы отмечено, что температура воздуха на высоте 2 м выше, чем температура воздуха в приземном слое на высоте 15 см от поверхности воды в среднем на 1 °С. Температура воздуха над водой (5 см от поверхности) на 1,4 °С выше, чем температура на высоте 15 см, что происходит за счет турбулентных тепловых потоков влажного воздуха. Температура воды выше

температуры воздуха над водной поверхностью в среднем порядка 2,7 °С. Установлено, что слой воды 10 см в наибольшей степени аккумулирует тепло в течение дня и сохраняет его в течение ночи. За период измерений минимальные значения температуры воздуха отмечены на высоте 15 см над водой 26.05 с 0 до 3 ч и составляют 12,3 °С, при этом температура воды на 5,4 °С выше.

Температура почвы на глубине 15 см имеет амплитуду колебаний в пределах от 19 до 23 °С с максимумами с 18 до 21 ч и минимумами с 6 до 9 ч утра. Температура почвы на глубине 5 см более зависима от температуры воды в чеке, приход температурных максимумов с 15 до 18 ч, минимумы – с 3 до 6 ч утра.

Измеренные значения уровня воды в рисовом чеке и испарение были сведены в общую базу данных. Динамика уровня воды, измеренного с помощью геодезической рейки и весовым методом, а также измеренного испарения и рассчитанного метеостанцией Davis, приведены на рис. 1.

Ряд полученных наблюдений позволяют оценить фильтрацию почв данного рисового поля, что необходимо для составления водно-балансовых моделей агроландшафта. Возможно применение значения K_f для схожих в гидрологическом, почвенном и агротехническом отношении чехов в связи с отсутствием таковых данных.

В результате проведенных исследований и комплексного изучения состояния мелиоративной сети на хозяйственном участке сотрудниками ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» предложены следующие рекомендации.

1. Оптимизировать текущий ремонт ГТС межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительных систем.

2. Провести паспортизацию элементов оросительной системы и геодезические изыскания для учета фактических уклонов внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов с целью уточнения их гидравлических характеристик для оптимизации параметров эксплуатационных работ.

3. Провести научные исследования и разработать пилотный проект по мониторингу и цифровизации функционирования инженерных водорегулирующих систем в период вегетации с целью оптимизации режимов орошения и экономии водных ресурсов.

4. Провести исследования по изучению влияния природных факторов и водных мелиораций на эффективность сортовой агротехники выращивания культуры риса.

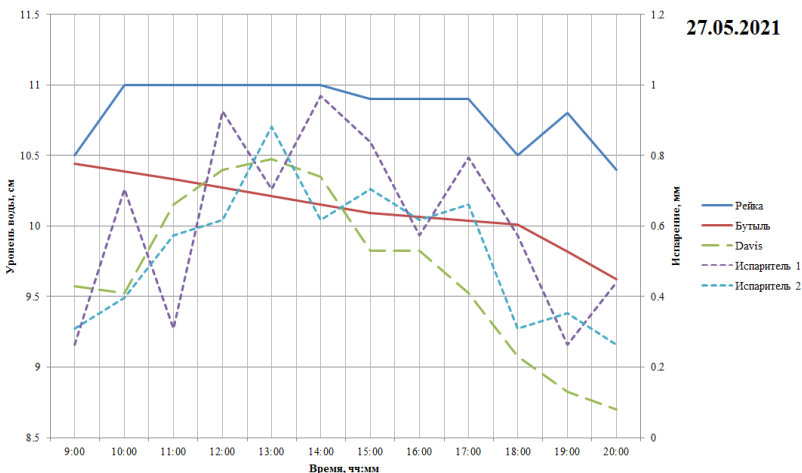


Рис. 1. Измерения испарения и уровня воды

5. Изучить перспективы оборотного использования воды в мало-водные годы.

6. Привлечь научных работников ведущих исследовательских институтов страны в области орошаемого земледелия, мелиорации и гидротехники к систематической консалтинговой работе в рисоводческих хозяйствах при бюджетном финансировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масливец, В. А. Рисоводство: метод. указания. / В. А. Масливец, В. Н. Герасименко, С. А. Макаренко. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 68 с.
2. Ерыгин, П. С. Рис / П. С. Ерыгин, Н. Б. Натальин. – М.: Колос, 1968. – 328 с.
3. Федорова, Ю. А. Возделывание риса на орошаемых землях / Ю. А. Федорова. – М.: Издательство министерства сельского хозяйства РСФСР, 1963. – 103 с.
4. Фрог, Б. Н. Водоподготовка: учеб. пособие / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

В. В. ВАСИЛЬЕВ, канд. с.-х. наук, доцент

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

Ключевые слова: мелиорация, торфяники, осушение.

Аннотация. В статье раскрывается проблема экологических последствий при нарушении технологии использования осушенных торфяников.

Keywords: land reclamation, peatlands, drainage.

Summary. The article reveals the problem of environmental consequences in case of violation of the technology of using drained peatlands.

Мелиорация земель как фактор антропогенной трансформации природных ландшафтов характеризуется широкомасштабностью воздействия и пространственного проявления негативных последствий, являясь мощным средством воздействия на окружающую среду. Мелиоративное воздействие на почву вызывает коренные изменения ее основных свойств, условий водного, теплового и гидрохимического режима, оказывает влияние на окружающие территории. Изменение гидрологического режима переувлажненных земель в сочетании с последующей интенсивной сельскохозяйственной деятельностью сопровождается нарушением сложившегося природного равновесия. Под влиянием мелиорации изменяются в той или иной степени многие компоненты природных комплексов, но более глубокую трансформацию претерпевают почва и водные ресурсы. В результате осушительных мелиораций, как целенаправленного улучшения водного режима, на территориях меняются гидрологические и экологические условия, которые по интенсивности антропогенного воздействия проявляются в двух аспектах:

а) изменения, происходящие непосредственно на мелиорируемой площади, – после строительства мелиоративной системы здесь улучшаются условия стока, понижаются до заданной глубины уровни грунтовых вод, изменяются влагозапасы, тепло- и гидрофизические свой-

ства почв, микроклиматические условия, происходит трансформация естественного растительного покрова;

б) изменения, происходящие па землях, прилегающих к мелиоративной системе и на речном водосборе в целом, – сказываются на уровненом режиме грунтовых вод, количественных характеристиках речного стока, его распределении во времени, величине и внутригодовом распределении суммарного испарения.

Основные задачи охраны природы при мелиорации земель сводятся к недопущению негативных воздействий мелиоративных систем на прилегающие территории и рациональному совмещению объекта мелиорации с природной средой. Осушаемые почвы в наибольшей степени подвергаются трансформации под влиянием антропогенного воздействия. Изменение почвенных условий мелиорируемой и прилегающей территорий в результате осушительного действия открытой сети каналов и дренажа определяется типом почв, их сложением, водными свойствами, механическим составом и физическими свойствами. Особое место в мелиорации переувлажненных земель занимают торфяные болота. Плотность торфяных осушаемых почв изменяется в результате минерализации торфа и осадка торфяной залежи. На осушаемых торфяных почвах происходят как отрицательные изменения (уменьшение содержания органического вещества, влагоемкости и влагозапасов, ухудшение водно-физических и агрохимических свойств, сработка торфа, развитие эрозионных процессов), так и положительные (увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия, степени разложения, зольности). Однако негативные изменения преобладают, что ведет к непрерывному сокращению мощности торфа. Осушаемый слой торфа уплотняется, мощность его в целом уменьшается вследствие обезвоживания и эрозионных процессов. Уменьшение мощности торфа на мелиорированных территориях ведет к изменению микро- и мезорельефа, что усиливает контрастность почв по увлажнению и усложняет регулирование их водного режима. Последующая интенсивная обработка почвы и развивающиеся эрозионные процессы влияют па трансформацию почвенного покрова вплоть до замены одного типа почв другим. Торфяные мощные почвы в результате сработки превращаются в средне и маломощные, торфяно-глееватые, а при определенных условиях они могут трансформироваться в дерново-подзолистые.

Около 280 тыс. га торфяных почв используются в качестве пашни. За время их эксплуатации в результате уплотнения торфяных залежей, их минерализации и выноса органического вещества в процессе сель-

скохозйственного использования произошло понижение поверхности таких участков на 0,3–1,0 м в зависимости от мощности слоя торфа.

Наиболее интенсивная осадка торфа происходит в первые 2–5 лет после осушения, в последующем интенсивность ее снижается в среднем до 2–3 см в год, причем в результате безвозвратных потерь слой торфа уменьшается на 0,3–0,5 см в год, остальное – за счет уплотнения [1]. Вследствие уплотнения и осадки изменяются условия формирования поверхностного и грунтового стока с осушенной площади, деформируются каналы и дрены, снижается их пропускная способность, нарушается нормальная работа осушительной сети и, как следствие этого, происходит заметное снижение продуктивности мелиорированных торфяных почв. Когда осадка торфяной залежи стабилизирована, главным фактором потерь органического вещества торфа является его минерализация, а также ветровая и водная эрозия.

Одним из путей воздействия на интенсивность минерализации органического вещества торфа является поддержание соответствующих условий водно-воздушного режима торфяных почв. С целью ограничения осадки торфа влажность его необходимо поддерживать в оптимальных интервалах для конкретных видов сельскохозяйственных культур, а грунтовые воды не понижать сверх нормы осушения, т. е. 0,6–0,8 м. Для поддержания оптимального водного режима торфяных почв следует применять увлажнение, осушение безуклонным и малоуклонным дренажем, водооборотные системы. Интенсивность минерализации зависит от биологических особенностей возделываемой культуры и характера использования торфяных почв. Как показано выше, максимальное разрушение органического вещества торфа наблюдается при возделывании пропашных культур, минимальное – при возделывании многолетних трав. Поэтому в полевых и кормовых севооборотах на мощных торфяниках под многолетними травами должно быть занято до 60 % площади, а пропашные культуры требуется максимально ограничивать. Маломощные торфяники необходимо преимущественно занимать многолетними травами и сенокосами. Особую сложность на торфяных почвах представляет ветровая эрозия. При этом разрушается окультуренный слой торфяника, что приводит к недобору урожая или полной гибели посевов, засоряется осушительная сеть, водоприемники, загрязняется воздух. Ветровой эрозии чаще всего подвергаются поля, занятые пропашными культурами, так как проводятся многократные их обработки до посева и после него. Среди торфяных почв ветровой эрозии наиболее подвержены маломощные торфяники, особенно имеющие песчаные выклинивания на торфяных

массивах, где ветровая эрозия начинается при сравнительно низких скоростях ветра. Под воздействием ветровой эрозии среднегодовой вынос абсолютно сухого торфа с 1 га мощной торфяной залежи составляет около 1 т, на маломощной – 2–3 т, на других видах почвы – до 10 т. Прекратить развитие ветровой эрозии и восстановить плодородие эродированных земель можно только путем применения комплекса почвозащитных мероприятий, который должен включать: научно обоснованный состав, соотношение и размещение различных сельскохозяйственных угодий, посев севооборотов, полезащитных лесополос, дорог, систему полевых, сидеральных и почвозащитных севооборотов, агрохимические и лесомелиоративные противо-эрозионные мероприятия [2].

Процессы антропогенного влияния на почвы и почвенный покров привели к тому, что произошло формирование совершенно новых почвенных объектов, которые отличаются от естественных аналогов своим строением и уровнем плодородия. Формирование этих почв связано с осушением и последующим интенсивным использованием маломощных торфяно-болотных почв с большим удельным весом пропашных культур в севооборотах, в результате происходит ускоренная сработка ограниченного слоя и торфяные почвы полностью или частично утрачивают морфологические признаки исходных почв, изменяются их свойства [3]. Поэтому широкое распространение получили так называемые антропогенно-преобразованные или постторфяные почвы, образовавшиеся в результате длительного хозяйственного использования и минерализации органического вещества торфяников. Сложности земледелия на таких почвенных комплексах связаны с понижающимся уровнем естественного плодородия и с немалой пестротой почвенных разновидностей.

Поэтому суть новых принципов мелиорации и использования мелиорированных земель состоит в том, чтобы в процессе нового строительства и при реконструкции существующих осушительных систем создавать управляемые мелиоративные системы, которые обеспечивали бы высокий урожай и гармонично сочетали интересы народного хозяйства и природной среды.

Следовательно, все мероприятия не только по строительству, но и по эксплуатации мелиоративных систем и сельскохозяйственному использованию мелиорируемых земель должны обеспечивать экологически безопасное природопользование в пределах водосборов, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по применению почвозащитных мероприятий на осушительных системах и прилегающих территориях. – М.: ВНИИГиМ, 1998. – 48 с.
2. Ярошевич, Л. М. Пыльных бурь на мелиорированных землях можно избежать / Л. М. Ярошевич // Белорусское Полесье: сб. научн.-практ. ст. – Пинск, 2001. – Вып. 1. – С. 21–25.
3. Васильев, В. В. Оптимизация использования ресурсов при эксплуатации мелиоративных систем / В. В. Васильев, О. А. Шавлинский // Вестн. БГСХА. – 2015. – № 3. – С. 151–158.

УДК 624.131.4

АНАЛИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОМПРЕССИОННОЙ КРИВОЙ ДЛЯ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

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

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

Ключевые слова: компрессионная кривая, биогенный грунт, коэффициент пористости.

Аннотация. Произведен анализ компрессионных кривых, полученных рядом исследователей, и предложена компрессионная кривая для всего диапазона нагрузок, который испытывает биогенный грунт под сооружениями и дорогами.

Keywords: compression curve, biogenic soil, porosity coefficient.

Summary. An analysis of the compression curves obtained by a number of researchers was made and a compression curve was proposed for the entire range of loads experienced by biogenic soil under structures and roads.

В практике мелиоративного строительства Беларуси накоплен значительный опыт использования биогенных грунтов в качестве оснований дамб, плотин, дорог, причем даже таких их разновидностей, которые в недалеком прошлом считались совершенно непригодными для этих целей. Однако для успешного решения задачи необходимо в каждом конкретном случае знать характеристики этих грунтов. Трудоемкий и длительный процесс получения характеристик, особенно если учесть чрезвычайно большую пестроту свойств этих грунтов в поймах рек, а также большой объем работ по изучению свойств этих грунтов по трассам проектируемых сооружений, сдерживает выполнение про-

ектных разработок, поэтому многие исследователи делали попытки получить зависимости между показателями физических свойств биогенных грунтов, а также физических и механических свойств. Разрабатывались экспресс-методы определения отдельных показателей. В результате многими исследователями были получены зависимости между отдельными показателями для разных видов биогенных грунтов, а также и некоторые общие зависимости для всех разновидностей, которые значительно упрощают процесс изысканий при проектировании. Однако эти зависимости (все они, как правило, эмпирические) не всегда показывают требуемую точность. Наиболее надежные из них – это зависимости между показателями физических свойств как для отдельных видов грунтов, так и общие. Зависимости же, описывающие прочностные и компрессионные характеристики, получены для отдельных видов грунтов и являются весьма приближенными. Если для определения прочностных характеристик разработаны полевые экспресс-методы, то для определения компрессионных свойств (сжимаемости грунтов) пока получены лишь эмпирические формулы, описывающие процесс сжимаемости отдельных видов этих грунтов в ограниченных диапазонах нагрузок.

Для всех видов грунтов (биогенных и минеральных), кроме просадочных, компрессионные кривые имеют вид плавных монотонно изменяющихся зависимостей. Для различных видов грунтов получаемые экспериментальные зависимости аппроксимируют той или иной кривой: параболой, логарифмической кривой, экспоненциальной, прямой линией. Анализ большого количества компрессионных кривых показал, что ни одна из перечисленных кривых не описывает экспериментальную зависимость для биогенных грунтов во всем диапазоне нагрузок. Наиболее распространенным уравнением, которое, используют при аппроксимации экспериментальных компрессионных кривых, является логарифмическое, которое хорошо описывает процесс на определенном участке.

Зависимость, предложенная К. П. Лундиным [1], имеет вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a_k \cdot \ln \cdot \frac{\rho + P_k}{P_k},$$

где ε – коэффициент пористости торфа, соответствующий давлению ρ ;

ε_0 – начальный коэффициент пористости торфа;

ρ – внешнее давление;

P_k – начальное внутреннее давление в торфе;

a_k – показатель торфа (коэффициент полной компрессии).

По данным К. П. Лундина, значение ρ для торфяных грунтов изменяется в пределах от 0,001 до 0,125 кг/см².

Профессором А. Ф. Печуровым установлено, что зависимости $\varepsilon = \int(\lg P)$ на графиках выпрямляются и для осредненных по значению ε отдельных групп торфа сходятся в точке при $\varepsilon = 1,0$ и $\rho = 0,172$ кг/см². Приняв значение внутреннего давления $\rho = 245$ кг/см², автор получил компрессионное уравнение, имеющее следующий вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{\varepsilon_0 - 1}{2,85} \cdot \lg \frac{P}{25},$$

где P – давление, кг/см².

На основании многочисленных компрессионных испытаний биогенных грунтов ученые П. А. Дрозд и В. Н. Заяц [3] получили следующее компрессионное уравнение:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a_k \cdot \ln \frac{P}{P_0},$$

где a_k – коэффициент полной компрессии (показатель сжимаемости);

P_0 – нагрузка, соответствующая структурной прочности (жесткости) грунта, 0,185 кг/см².

Для a_k и P_0 получены зависимости: $a_k = 0,156 \cdot (E_0 - 0,36)^{1,1}$;

$$P_0 = \frac{0,32}{\sqrt{3}}.$$

С учетом этих зависимостей и после замены натурального логарифма на десятичный уравнение компрессионной кривой имеет вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - 0,36 \cdot (\varepsilon_0 - 0,36)^{1,1} \cdot \lg 3,12 \cdot p \cdot \sqrt{\varepsilon_0}.$$

Сотрудниками БелНИИМиВХ [4] предложен коэффициент пористости на начальном диапазоне нагрузок $0 < p < p_1$. Следующее выражение компрессионной кривой имеет вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a \cdot P,$$

где ε_0 – начальный коэффициент пористости;

ε – коэффициент пористости, который соответствует приложенному к грунту давлению P ;

a – коэффициент сжимаемости.

Для грунтов с начальным коэффициентом пористости $\varepsilon < 10$ значение a вычисляется по формуле: $a = 0,2 \cdot \varepsilon_0^{1,8}$.

Для грунтов с начальным коэффициентом пористости с $\varepsilon > 10$ a вычисляется по формуле:

$$a = 0,4 - 0,68 \cdot \varepsilon_0 + 0,23\varepsilon_0^2 - 0,006 \cdot \varepsilon_0^3 + 0,0004 \cdot \varepsilon_0^4.$$

Величина давления P для разновидностей биогенных грунтов вычисляется по формуле: $P = 0,68 - 0,46 \cdot \lg \varepsilon_0$.

Для давлений больших, чем P_1 , компрессионная кривая рассчитывается следующим образом:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a_k \cdot \lg \left(\frac{\lg(P+1)}{\lg(\varepsilon_0+1)} \right),$$

где a_k – угловой коэффициент, численно равный тангенсу угла наклона прямой линии, построенной в координатах,

$$\{(\varepsilon_0 - \varepsilon) = \lg(P + 1)\};$$

P_0 – параметр, равный по величине давлению, соответствующему точке пересечения прямой с осью абсцисс в принятых ординатах.

Значения параметра P_0 принимаются численно равными структурному сцеплению грунта $\tau_{\text{стр}}$, определяемому в полевых условиях сдвигомером-крыльчаткой.

Из анализа приведенных зависимостей видно, что они справедливы для определенного диапазона нагрузок, включают параметр P_0 или P_1 , который определяет точку перегиба кривой. Хотя практически это не точка, а какой-то диапазон, приводящий к существенным отклонениям данных. Поэтому и была поставлена задача найти способ, устраняющий этот недостаток.

На рис. 1 показана экспериментальная компрессионная кривая для образца торфа, характер которой является типичным и справедливым для всех разновидностей биогенных грунтов. Резко выраженного перегиба (точка перегиба, соответствующей P_0) на компрессионной кривой выделить практически невозможно. Перегиб компрессионной кривой на начальном участке в логарифмических координатах объясняется не увеличением интенсивности нарастания деформаций с ростом нагрузок, а характером изменения самой логарифмической функции.

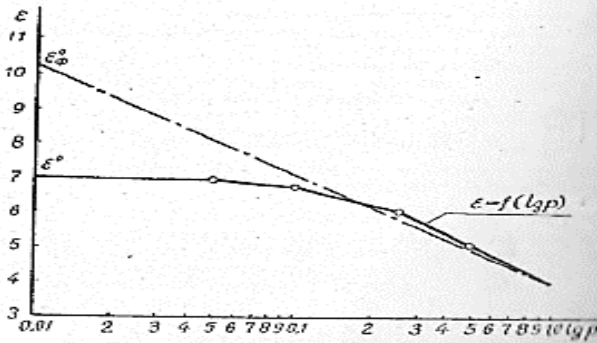


Рис. 1. Компрессионная кривая

Для каждого опыта была построена компрессионная кривая в полулогарифмическом масштабе, проэкстраполированная до нагрузки $P_0 = 0,01 \text{ кг/см}^2$, при которой фактические деформации были ничтожны, и эта нагрузка была принята за нулевую. Показатель сжимаемости (коэффициент полной компрессии), величина которого зависит от физико-механических свойств торфа, определялся по графикам, как тангенс угла наклона спрямляющих линий к логарифмической оси нагрузок. Определен начальный коэффициент пористости ε_0^Φ . В результате всех построений был получен массив точек с координатами ε_0^Φ и a_k . В результате математической обработки экспериментальных данных получена зависимость $a_k = f(\varepsilon_0^\Phi)$. Эта зависимость описывается следующим уравнением $y = a + vx$. Коэффициент корреляции составляет $R = 0,982$, а коэффициент полной компрессии a_k описывается уравнением:

$$a_k = \frac{\varepsilon_0^\Phi - 3,661}{2,299}.$$

Был построен еще один массив точек с координатами ε_0 и ε_0^Φ и в результате математической обработки была определена связь между ними, которая также описывается уравнением $y = a + vx$. Коэффициент корреляции равен $R = 0,834$, начальный коэффициент пористости ε_0^Φ описывается уравнением: $\varepsilon_0^\Phi = \varepsilon_0^{1,139} + 2,283$.

Подставляя полученные данные в уравнение, предложенное П. А. Дроздом и В. Н. Зайцем, и сменив натуральный логарифм на десятичный, полученное уравнение имеет вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_0^{1,139} + 2,299 - \frac{(\varepsilon_0^{1,139} - 1,378)}{2,299} \cdot \lg \frac{P}{0,01}.$$

Используя это уравнение, в зависимости лишь от одного ра ε_0 можно построить компрессионную кривую для всего диапазона нагрузок, встречающихся в практике строительства, что существенно упрощает и удешевляет процесс изысканий под сооружения на биогенных грунтах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лундин, К. П. Осадка торфяного основания / К. П. Лундин // Достижения мелиоративной науки в БССР. – Минск: Изд-во АН БССР, 1958. – 194 с.
2. Печкуров, А. Ф. Уплотнение торфа под нагрузкой / А. Ф. Печкуров // Труды института БелНИИМиВХ. – Минск: Изд-во АН БССР, 1956. – Т. 7. – 370 с.
3. Дрозд, П. А. Расчет осадки насыпей на болотах / П. А. Дрозд, В. Н. Заяц // Гидротехника и мелиорация. – 1968. – № 3. – С. 59–64.
4. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям болотных отложений под сооружения / сост.: П. К. Черник [и др.]. – Минск: БелНИИМиВХ, 1977. – 28 с.

УДК 626.121:542:624.131.276

РАСЧЕТ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ, СЛОЖЕННЫХ БИОГЕННЫМИ ГРУНТАМИ НА ОБЪЕКТЕ «ГАЛО-КОВАЛЕВСКОЕ»

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

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

Ключевые слова: биогенный грунт, органическая составляющая биогенного грунта, компрессионная зависимость, коэффициент пористости.

Аннотация. С использованием модели одномерной задачи расчет осадки по расчетным формулам и фактическим значениям показал больший процент сходимости расчета по органической составляющей биогенного грунта, чем грунта в целом.

Keywords: biogenic soil, organic component of biogenic soil, compression dependence, porosity coefficient.

Summary. Using the model of a one-dimensional problem, the calculation of settlement according to the calculation formulas and actual values showed a greater percentage of convergence of the calculation for the organic component of the biogenic soil than the soil as a whole.

Введение. *Биогенные грунты* – современные органно-минеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. К биогенным грунтам относятся торфы, сапропели, заторфованные грунты, мергели болотные. В отличие от минеральных они характеризуются большой деформируемостью под нагрузкой. Несмотря на существенные отличия биогенных грунтов от минеральных, общие закономерности и характер процесса сжимаемости их близки. В настоящее время наиболее распространенным методом расчета осадок оснований из биогенных грунтов является метод, основанный на результатах компрессионных испытаний.

Цели и задачи исследований. Осадка насыпей и других сооружений зависит как от нагрузки, передаваемой на основания, так и от их мощности и физико-механических свойств биогенных грунтов, слагающих основание. Так как ширина грунтовых насыпей по низу, как правило, значительно превышает мощность биогенных грунтов, то под действием нагрузки от массы насыпи грунты испытывают только сжатие без бокового расширения. Такого рода деформирование соответствует компрессионному сжатию грунта. Его конечная осадка определяется с использованием параметров, определяемых при компрессионных испытаниях грунтов.

Осадку основания насыпи при наличии в основании слоев различных видов грунтов и грунтов одного вида, но с различными свойствами определяют как сумму деформаций уплотнения отдельных слоев, слагающих основания по формуле

$$S = \sum \left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_i}{1 + \varepsilon_0} \cdot h_i \right), \quad (1)$$

где ε_0 – начальный коэффициент пористости отдельного слоя;

ε_i – коэффициент пористости этого слоя, достигнутой в результате уплотнения от удельной нагрузки P_i ;

h_i – толщина слоя каждого вида биогенного грунта в основании.

Общая толщина насыпи не определена, так как осадка насыпи зависит от ее общей толщины и является не определенной. Поэтому расчет осадки осуществляем подбором. Удельная нагрузка на основание от массы насыпи вычисляется по формуле

$$P = \gamma \cdot h, \quad (2)$$

где γ – плотность грунта насыпи;

h – толщина насыпи с учетом осадки.

Плотность грунта насыпи ниже уровня грунтовых вод в расчете принималась с учетом взвешивающего давления воды и вычислялась по формуле

$$\gamma_{\text{взв}} = (\gamma_s - \gamma_v) \cdot (1 - n), \quad (3)$$

где γ_s – плотность частиц грунта насыпи;

γ_v – плотность воды;

n – пористость грунта.

Расчет осадки осуществлялся по эмпирическим формулам, полученным на основании обработки экспериментальных данных грунтов, отобранных с различных объектов. Для торфов и сапропелей изменение коэффициента пористости от уплотняющей нагрузки определено по формуле [1]

$$\varepsilon_i = 1,3836 \cdot \varepsilon_0^{0,845} - (0,147 \cdot \varepsilon_0^{0,483}) \cdot \varepsilon_0 \cdot \lg \frac{p}{p_0}. \quad (4)$$

Коэффициент пористости органической составляющей биогенных грунтов (торф сапропель) от уплотняющей нагрузки определялся по формуле [1]

$$\varepsilon_i^{\text{орг}} = 1,5 \varepsilon_{\text{орг}}^{0,816} - (0,158 \varepsilon_{\text{орг}}^{0,431}) \lg \frac{p}{p_0}. \quad (5)$$

Дамба обвалования построена на объекте «Гало-Ковалевское» на заболоченной пойме реки Птичь в Пуховичском районе Минской области. По трассе дамбы биогенные грунты представлены торфом и сапропелями различной мощности. Для наблюдения за осадкой дамбы в 4 сечениях были установлены осадочные марки. Показатели физических свойств и результаты расчета фазового состава образцов биогенных грунтов из основания дамбы обвалования приведены в табл. 1.

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

$$P = (h_H + S) \cdot \gamma. \quad (6)$$

Фактические значения осадки насыпи определялись инструментальными измерениями, а нагрузку на основание определяли от массы насыпи с учетом осадки.

Нагрузка по сечениям:

на ПК 23 + 63 $P = (2,60 + 106,2) \cdot 0,0016 = 0,586 \text{ кгс/см}^2$;

на ПК 17 + 92 $P = (2,60 + 23,9) \cdot 0,0016 = 0,454 \text{ кгс/см}^2$.

Коэффициент пористости торфа от уплотняющей нагрузки в створе 1 на ПК 23 + 63 определяется по формуле 1 и равен $\varepsilon_i = 6,59$.

Расчетная осадка слоя торфа:

$$S = \frac{11,20 - 6,59}{12,20} \cdot 2,5 = 0,945 \text{ м.}$$

Коэффициент пористости торфа от уплотняющей нагрузки в створе 2 на ПК 17 + 92 определяется по формуле 1 и равен $\varepsilon_i = 5,69$.

Расчетная осадка в створах 2, 3, 4 рассчитывалась аналогичным образом и результаты расчетов осадки сведены в табл. 2.

Высота слоя органической составляющей биогенных грунтов определялась по результатам расчета фазового состава [2] (табл. 1). Высота слоя минеральной составляющей $h_{\text{мин}}^{\text{зал}}$ 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 см;

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

Толщина слоя органической составляющей в залежи $h_{\text{орг}}^{\text{зал}}$ равна в створе 1 на ПК 23 + 63:

$$h_{\text{мин}}^{\text{зал}} = \frac{0,017}{2} \cdot 250 = 2,1 \text{ см;}$$

$$h_{\text{орг}}^{\text{зал}} = 250 - 2,1 = 2,48 \text{ м.}$$

Коэффициент пористости органической составляющей торфа от уплотняющей нагрузки в створе 1 на ПК 23 + 63 равен $\varepsilon_i = 7,28$.

Расчетная осадка слоя органической составляющей торфа в створе 1 на ПК 23 + 63 [3, 4]:

$$S = \frac{12,51 - 7,28}{13,51} \cdot 2,48 = 0,96 \text{ м;}$$

$$S = \frac{12,51 - 7,28}{13,51} \cdot 2,48 = 0,96 \text{ м.}$$

Расчет осадки слоя органической составляющей на створах 2, 3, 4 выполнен аналогичным образом. Результаты расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 1. Физические свойства и фазовый состав биогенных грунтов в основании дамбы обвалования на объекте «Гало-Ковалевское»

Створы	Вид грунта	h, см	W, %	γ_s , г/см ³	Z, %	γ_d , г/см ³	γ , г/см ³	ε	$V_{(см^3)}$	$P_{(г)}$	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Створ 1	торф	2,0	721,6	1,552	11,75	0,127	1,043	11,20	51,0	53,19	0,082
Створ 2	торф	2,0	466,6	1,616	14,86	0,189	1,071	7,54	51,0	54,62	0,117

Окончание табл. 1

Объем пор в единице объема	Масса в образце, г						$V_{мин}$ см ³	$h_{мин}$, см ³	$W_{орг}$, %	$\gamma_d^{орг}$, г/см ³	$\varepsilon_{орг}$
	P_v	$P_{тв.ф}$	$P_{мин}$	$P_{орг}$	$P_{в мин}$	$P_{в орг}$					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,918	46,82	6,37	0,748	5,622	0,150	46,67	0,440	0,017	830,1	0,111	12,51
0,883	45,03	9,59	1,425	8,165	0,285	44,745	0,838	0,033	548,0	0,163	8,20

Таблица 2. Расчет осадки дамбы обвалования на объекте «Гало-Ковалевское»

Сечения	Вид грунта	Толщина слоя, м		P , кгс/см ²	Коэффициент пористости		Коэф. пористости, достигнутый в результате уплотнения от расчетной нагрузки по формулам, м		Расчетная осадка, полученная с использованием формул, м		$S_{факт}$, м	Отклонения в %	
		$h_{гр}$	$h_{орг}$		ε_0	$\varepsilon_{орг}$	4	5	4	5		4	5
Створ 1													
ПК 23 + 63	торф	2,50	2,48	0,586	11,20	12,51	6,59	7,28	0,945	0,960	1,062	-11,0	-9,6
Створ 2													
ПК 17 + 92	торф	1,1	1,08	0,454	7,54	8,20	5,69	6,24	0,238	0,230	0,239	-0,42	-3,8

Вывод:

1. Так как ширина насыпей, возводимых на биогенных грунтах (торф, сапропель), значительно превышает толщину этих грунтов, поэтому деформации биогенных грунтов происходят без возможности бокового расширения. В связи с этим для расчета применима модель одномерной задачи, что соответствует схеме компрессионного сжатия грунта.

2. Результаты расчетов дают удовлетворительную сходимость расчетных и фактических значений осадки.

3. Сходимость фактических значений осадки с расчетными значениями по органической составляющей выше, чем по формуле без деления на составляющие грунта.

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. Черник, П. К. Расчет фазового состава биогенных грунтов / П. К. Черник, Н. В. Васильева // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1998. – Т. XXV. – С. 80–88.

3. Васильева, Н. В. Расчет осадки сооружений на биогенных грунтах с учетом их фазового состава / Н. В. Васильева // Весці акад. аграр. навук Респ. Беларусь. – 2001. – № 3. – С. 50–53.

4. Васильева, Н. В. Расчет осадки насыпных сооружений, построенных на биогенных грунтах / Н. В. Васильева // Вестн. БГСХА. – 2021. – № 2. – С. 203–207.

УДК 556.512(476)

ОЦЕНКА НОРМЫ СТОКА МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

А. А. ВОЛЧЕК, д-р геогр. наук, профессор
Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: река, баланс, сток, норма, водосбор.

Аннотация. Предложена методика для предварительных расчетов годовой нормы стока неизученных рек Беларуси.

Keywords: river, balance, runoff, norm, catchment.

Summary. A technique for preliminary calculations of the annual runoff rate of unexplored rivers of Belarus is proposed.

Для расчета среднего многолетнего стока неизученных рек используется метод водного баланса:

$$\overline{H} = \overline{X} - \overline{E} \pm \Delta \overline{W}, \quad (1)$$

где \overline{H} – средний многолетний слой стока, мм;

\overline{X} – среднемноголетний слой атмосферных осадков, мм;

\overline{E} – средний многолетний слой суммарного испарения, мм;

$\pm \Delta \overline{W}$ – член, характеризующий среднюю многолетнюю инфильтрацию воды в глубокие водоносные горизонты или среднее многолетнее значение недренируемого грунтового стока ($+ \Delta \overline{W}$) либо величину дополнительного питания речного стока подземными водами ($- \Delta \overline{W}$) вследствие их разгрузки в речную сеть.

Вследствие отсутствия методов непосредственного измерения $\pm \Delta \overline{W}$ нет возможности проконтролировать результаты применения балансовых расчетных схем, при этом величина $\pm \Delta \overline{W}$ в большинстве случаев оказывается сопоставимой с погрешностями воднобалансовых расчетов [1, 2]. Это требует анализа погрешностей расчета составляющих водного баланса. Погрешности складываются, с одной стороны, из случайных ошибок измерения самих элементов, вызванных несовершенством измерительных приборов, с другой стороны – несоответствием расчетных схем реальным природным процессам. Следовательно, в уравнении (1) главными являются не случайные ошибки измерения, а систематические ошибки. Систематические ошибки для атмосферных осадков вызваны несовершенством приборов измерения их на сети метеостанций и способами их осреднения по площади бассейна, а для суммарного испарения расчетными схемами определения средней многолетней величины с поверхности бассейна [1, 2].

Для рек, полностью дренирующих грунтовой сток, при отсутствии аномалий среднемноголетний слой стока должен быть равен разности среднемноголетних слоев осадков и испарения. В этом случае близкое соответствие величин норм стока, полученных по уравнению водного баланса и определенных на основании гидрометрических данных, служит критерием правомерности применения воднобалансовой схемы расчета. Отдельные отклонения гидрометрического стока от балансового могут дать представление о влиянии на естественный сток хозяйственной деятельности человека.

Рассмотрим возможный подход к проблеме контроля и минимизации влияния систематических погрешностей определения составляющих водного баланса с помощью регионального обобщения имеющихся гидрометеорологических материалов водосборов Беларуси. Водный баланс рек Беларуси характеризуется следующими средними расчетными величинами: $\bar{X} = 739$ мм, $\bar{E} = 552$ мм, $\bar{H} = 176$ мм, невязка баланса $\Delta \bar{W} = +11$ мм (6,25 % – слоя стока и 1,5 % – слоя атмосферных осадков) [2]. Полученная невязка не выходит за пределы точности воднобалансовых расчетов, что свидетельствует либо о достаточно высокой точности расчетной схемы, либо о случайном сочетании расчетных величин составляющих баланса. Данные отдельных водосборов показывают невязки более значительные и в ряде случаев выходят за допустимы пределы.

Для анализа и построения расчетных зависимостей $\bar{H}_6 = \bar{X} - \bar{E}$ и фактических значений стока $\bar{H}_ф$ по измерениям на сети гидрологических постов использован регрессионный аппарат [3]. При этом в связи с неоднородность формирования водного режима рек 17 водосборов [2] были исключены, а по оставшимся 52 получено уравнение регрессии:

$$H = 1,001 \cdot H_6 - 6,13. \quad (2)$$

Коэффициент корреляции $r = 0,83$, ошибки уравнения $S_H = \pm 17,6$ мм и критерии Фишера $F = 111 > F_{кр(50, 49, 5\%)} = 2,5$.

Уравнение (2) «снимает» систематическую погрешность определения балансовой разницы $(\bar{X} - \bar{E})$, если в пределах рассматриваемой территории при фиксированном наборе водосборов взаимно компенсируется величина $\pm \Delta \bar{W}$. Балансовая разница $(\bar{X} - \bar{E}) = 187$ мм, определенная по зависимости (2) величина $H = 181$ мм, фактический сток – 176 мм. Следовательно, разница между вычисленным по уравнению (2) и фактическим стоком составляет всего 5 мм (2,8 %), что находится в пределах точности определения среднееголетнего значения по фактическому ряду. Если $\pm \Delta \bar{W}$ не скомпенсировано в пределах заданной территории, то при малом числе точек в параметрах уравнения регрессии типа (2) может проявиться некоторая составляющая, которая отражает влияние осредненной по фиксированному набору бассейнов величины водообмена.

Анализ 17 исключенных водосборов при определенной сортировке позволил получить следующее уравнение регрессии:

$$H = 1,02 \cdot H_6 - 86,2, \\ (r = 0,96, S_H = \pm 26,4 \text{ мм}, F = 78 > F_{\text{кр}(7, 6, 5\%)} = 3,87). \quad (3)$$

Полученное уравнение регрессии свидетельствует о наличии инфильтрации воды в глубокие водоносные горизонты.

Анализ 9 исключенных водосборов при определенной сортировке позволил получить следующее уравнение регрессии:

$$H = 0,81 \cdot H_6 + 94,0, \\ (r = 0,97, S_H = \pm 19,4 \text{ мм}, F = 40,4 > F_{\text{кр}(3, 2, 5\%)} = 19,7). \quad (4)$$

Полученное уравнение регрессии свидетельствует о наличии дополнительного питания речного стока подземными водами вследствие их разгрузки в речную сеть на этих водосборах.

Разброс точек относительно уравнения (2) складывается из погрешностей определения атмосферных осадков, расчета суммарного испарения и ошибок определения норм стока по гидрометрическим данным. Если отнести все случайные флуктуации стока по уравнению (2) только за счет атмосферных осадков, можно дать оценку погрешности использованной схемы расчета осадков. Коэффициент корреляции между осадками и испарением ($r_{XE} = 0,02$). Средняя величина атмосферных осадков с двумя поправками $\bar{X} = 739$ мм и суммарного испарения $\bar{E} = 552$ мм. Примем частную производную, равной $\partial E / \partial X = 0,3$, как для Нечерноземной зоны России [4]. Величина погрешности суммарного испарения $\delta_E = \frac{\partial E}{\partial X} \cdot \delta X = 0,3 \cdot \delta X$ и погрешности балансовой разности $H_6 = \bar{X} - \bar{E}$

$$\delta_{X-E} = \sqrt{\delta_X^2 - 2 \cdot r_{XE} \cdot \delta_X \cdot \delta_E + \delta_E^2} \cong 1,0004 \cdot \delta_X. \quad (5)$$

Погрешность определения стока по уравнению (4) можно записать как

$$\delta_H = \frac{\partial H}{\partial (X - E)} \cdot \delta_{X-E} = 1,001 \cdot \delta_{X-E} \cong 1,00 \cdot \delta_X = \pm 17,6 \text{ мм}. \quad (6)$$

Отсюда $|\delta_X| < 17,6$ мм.

Погрешность для уравнения (4) рассчитаем при следующих условиях: атмосферных осадков с двумя поправками $\bar{X} = 769$ мм и суммарное испарения $\bar{E} = 542$ мм, $r_{XE} = 0,12$, частная производная равна $\partial E/\partial X = 0,3$. Величина погрешности суммарного испарения $\delta_E = 0,3 \cdot \delta X$ и погрешности балансовой разности

$$H_{\bar{o}} = \bar{X} - \bar{E} - \delta_{X-E} = \sqrt{\delta_X^2 - 2 \cdot 0,12 \cdot 0,3 \cdot \delta_X^2 + 0,09 \cdot \delta_X^2} \cong 1,009 \cdot \delta_X.$$

Погрешность определения стока по уравнению (4) можно записать как $\delta_H \cong 1,05 \cdot \delta_X = \pm 26,4$ мм. Отсюда $|\delta_X| < 25,1$ мм.

Погрешность для уравнения (4) определяется для условий: атмосферных осадков с двумя поправками $\bar{X} = 707$ мм и суммарного испарения $\bar{E} = 560$ мм, коэффициент корреляции между осадками и испарением ($r_{XE} = -0,45$), $\partial E/\partial X = 0,3$. Величина погрешности суммарного испарения $\delta_E = 0,3 \cdot \delta X$ и погрешности балансовой разности

$$H_{\bar{o}} = \bar{X} - \bar{E} - \delta_{X-E} = \sqrt{\delta_X^2 + 2 \cdot 0,45 \cdot 0,3 \cdot \delta_X^2 + 0,09 \cdot \delta_X^2} \cong 1,17 \cdot \delta_X.$$

Погрешность определения стока по уравнению (4) можно записать как $\delta_H \cong 0,95 \cdot \delta_X = \pm 19,4$ мм. Отсюда $|\delta_X| < 20,4$ мм.

При правильном определении составляющих водного баланса и незначительности систематических ошибок должно соблюдаться равенство $H_{\Phi} \approx H_{\bar{o}}$. В нашем случае только уравнение (2) с определенными допущениями соответствует рассматриваемому условию. Величину свободного члена, равную 6,13 мм, можно рассматривать как стокообразующий порог, т. е. та минимальная разница, между осадками и испарением, при которой образуется сток. Линия регрессии уравнения (4) расположена значительно ниже уравнения (2), но проходит почти параллельно. Это свидетельствует о наличии значительных потерь (86,2 мм) при формировании речного стока или существенным завышении атмосферных осадков. Значительное завышение атмосферных осадков мало вероятно, более вероятны локальные особенности формирования речного стока. Линия регрессии уравнения (4) расположено значительно выше двух других линий регрессий. Кроме того, имеет значительный уклон. Это свидетельствует о наличии значительной добавки (94,0 мм) за счет грунтовой подпитки или перетока между водосборами при формировании речного стока или существенном занижении атмосферных осадков. Как и в первом случае, занижение ат-

атмосферных осадков мало вероятно, здесь также проявляются локальные особенности формирования речного стока.

Приведенные данные иллюстрируют факт неизбежной локальности закономерности $\bar{H} = f(\bar{X} - \bar{E})$. Размеры территории, для которых возможно построение таких зависимостей, определяются конкретным характером распределения суммарного испарения и атмосферных осадков, а также требуемой точностью выводов.

В любом случае построение уравнений $\bar{H} = f(\bar{X} - \bar{E})$ дает большие возможности для решения ряда задач региональной гидрологии, в том числе уточнение карт среднего многолетнего стока по метеоданным, выявление местных аномалий в формировании среднего стока.

Если удастся «подогнать» модель к набору рек, дренирующих грунтовой сток, то на графиках $\bar{H} = f(\bar{X} - \bar{E})$ выявятся реки, не дренирующие грунтовой сток. Если модель подогнана к стоку рек неизменным влиянием хозяйственной деятельности, то должны проявиться реки с искаженным средним стоком. Представляется, что такой подход вполне возможен для выявления сильного воздействия хозяйственной деятельности на потенциальные водные ресурсы, характеристикой которых является годовой сток.

Общий вид уравнений (2)–(4):

$$H_p = K_i \cdot (\alpha \cdot H_0 \pm \Delta W), \quad (R = 0,42, F = 5,35), \quad (7)$$

где H_p – расчетный слой речного стока, мм;

K_i – поправочный коэффициент, учитывающий особенности подстилающей поверхности;

α – эмпирический коэффициент.

Поправочный коэффициент (K_i) определяется в зависимости от расчетной формулы и имеет вид:

– для уравнения (2), расчет в нормальных условиях:

$$K_i = 1,054 - 0,000328 \cdot \lambda - 0,00285 \cdot (A_{\text{общ. забол.}} + 1), \quad (8)$$

где λ – абсцисса центра тяжести водосбора в условной прямоугольной системе, координата с центром в г. Минске, км;

$A_{\text{общ. забол.}}$ – общая за болоченность водосбора, %;

– для уравнения (3), расчет в зоне питания подземных вод:

$$K_2 = 1,231 \cdot \frac{(J_{\text{рек}} + 1)^{0,108}}{(J_{\text{вод}} + 1)^{0,093} \cdot (A_{\text{оз}} + 1)^{0,131}}, \quad (R = 0,86, F = 4,61), \quad (9)$$

где $J_{\text{рек}}$ – уклон реки, ‰;

$J_{\text{вод}}$ – уклон водосбора, ‰;

$A_{\text{оз}}$ – площадь водосбора, занятая озерами, %;

– для уравнения (4), расчет в зоне разгрузки грунтовых вод:

$$K_3 = 0,851 + 0,000118 \cdot A + 0,005269 \cdot A_{\text{сух. лес}}, \quad (R=0,98, F=27,6), \quad (10)$$

где A – площадь водосбора, км²;

$A_{\text{сух. лес}}$ – площадь водосбора, занятая сухим лесом, %.

Проверка модели (7) показала хорошую сходимость наблюдаемых и рассчитанных данных.

Для предварительных расчетов годовой нормы стока неизученных рек Беларуси нами разработана следующая полуэмпирическая модель:

$$H_p = 7,73 \cdot \frac{(X - E)^{0,31} \cdot V^{0,21} \cdot (\varphi + 300)^{0,23}}{(A_{\text{общ. забол}} + 1)^{0,04}}, \quad (R = 0,70, F = 15,2), \quad (10)$$

где V – скорость ветра, м/с;

φ – ордината центра тяжести водосбора в условной прямоугольной системе координат с центром в г. Минске, км;

$A_{\text{общ. забол}}$ – общая заболоченность водосбора, %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евстигнеев, В. М. Применение метода водного баланса в региональных обобщениях данных по среднемноголетнему стоку рек / В. М. Евстигнеев // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1983. – № 3. – С. 73–79.
2. Логинов, В. Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006. – 160 с.
3. Статистические методы в природопользовании: учеб. пособие / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест: Изд-во Брестского политехнического института, 1999. – 252 с.
4. Евстигнеев, В. М. О погрешностях определения составляющих водного баланса речных бассейнов Нечерноземья / В. М. Евстигнеев, К. Ф. Ретеюм, Л. П. Чуткина // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 1986. – С. 71–75.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ

Т. Б. ВОРОНКОВА, канд. экон. наук, доцент
С. Л. ВАСИЛЬКОВА, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: информационные технологии обучения, заочная форма обучения.

Аннотация. Умение находить нужную информацию и использовать ее в своей деятельности – обязательное требование, предъявляемое к специалисту любого профиля. В статье раскрывается роль информационных технологий в обучении студентов вузов.

Keywords: information technologies in education, extramural studies.

Summary. The ability to find necessary information and use it in one's activity is a mandatory requirement to an expert of any profile. The article reveals the role of information technologies in training of students of higher education institutions.

Основными целями математического образования аграрного вуза являются овладение студентами математическими методами, необходимыми как для применения в практической деятельности, так и для изучения смежных и специальных дисциплин; интеллектуальное развитие будущих специалистов; формирование логического мышления для усвоения математики и даже для полноценной жизни в обществе и, несомненно, формирование личности в процессе обучения. Внедряемые методики и учебные программы должны быть направлены на ликвидацию разрыва между обозначенными целями образования и его реальными результатами. Быстро развивающиеся технологии увеличивают скорость принятия решения в профессиональной деятельности, поэтому на первое место выходит не механическая передача знаний студентам, а выработка у них навыков самообразования и мотивации к обучению, понимания того, для чего нужна высшая математика. Это требует отношения к студентам не как к учащимся, а как к обучаемым. В практическом плане эти цели достигаются в том случае, если применяемые образовательные технологии будут направлены

преимущественно на формирование субъективной позиции обучающегося в целостном образовательном процессе вуза и будут строиться на механизмах диалогичности и сотрудничества преподавателя, кафедры, деканата и обучающегося. На наш взгляд, к таким методикам обучения относятся информационные технологии обучения, проблемный метод обучения, дифференцируемый подход к обучению, модульно-рейтинговая система обучения. Все эти методики обучения нашли свое применение на нашей кафедре. Такой подход к обучению состоит из следующих этапов:

- 1) формулировка конкретных целей изучения высшей математики в формировании личности обучающегося;
- 2) разработка образовательного стандарта, учебных программ, тематических планов;
- 3) применение инновационных методов обучения.

Высшая математика изучается студентами младших курсов заочной формы обучения биологических, экономических и инженерных специальностей нашего вуза. Сегодня преподаватели нашей кафедры, как и педагоги всего мира, ведут интенсивный поиск соблюдения правильного баланса между лучшими традиционными методами и новыми формами обучения на основе компьютерных технологий. В настоящее время нам, педагогам, необходимо осваивать авторские методики преподавания математики, участвовать в создании единой информационной среды академии и даже образования в целом. Несомненно, это позволит перейти к новой современной концепции образования. Возможны следующие варианты «оживления» лекции: лекционный материал оформляется в виде слайдов или видеоролика; лекция читается традиционно (мел, доска, таблицы). Возможен и такой вариант: студент открывает доступ к электронному варианту лекции, студент конспектирует этот материал, а затем проводится дискуссия по лекции в аудитории с объяснением неясных моментов, с использованием той же доски и мела, а также видеотрансляция некоторых аспектов лекции. Видимо, в таком подходе и просматривается смешанный метод обучения.

Важным элементом учебного процесса заочной формы обучения является самостоятельная работа студентов в межсессионный период. Эта работа способствует лучшему усвоению теоретического материала и методов решения практических задач. Для организации этой работы ведущие преподаватели предоставляют студентам следующие материалы: краткий конспект лекций, вопросы к экзамену или зачету, инди-

видуальные задания, примеры решения типовых задач, методические указания по предмету и другие возможные материалы. Подготовленный материал размещается для доступа обучающихся на их общий электронный адрес в сроки, установленные деканатами. Отведение значительной доли часов на самостоятельную работу студентов обуславливает активную работу по созданию и внедрению в учебный процесс компьютерных технологий. Этому способствует также и вынужденный переход на дистанционную форму обучения. Чтобы донести до студентов качественный цифровой учебно-методический материал, необходимы различные материалы: программы, презентации, видеолекции, тесты, индивидуальные задания, методические руководства необходимо связать в единый комплекс. Большую роль среди методического материала играют электронные учебные методические комплексы. Преподавателями нашей кафедры как раз разработаны электронные комплексы для студентов практически всех специальностей очной и заочной формы обучения. В сравнении с традиционными методическими комплексами электронные УМК имеют некоторые преимущества: требуется меньше времени на обновление учебных материалов; появляется возможность хранить значительные объемы информации на одном носителе; технология мультимедиа позволяет ярко и наглядно представить учебный материал; обеспечивается модульная структура учебной дисциплины; студентам предоставляется возможность самопроверки полученных знаний; ускоряется процесс тестирования и контроля знаний; упрощается организация доступа к материалам комплекса

Ценность внедрения информационных технологий в учебный процесс по мнению педагогов базируется на следующих аргументах:

- улучшение качества обучения посредством более полного использования доступной информации, повышения мотивации обучаемых и творческой активности преподавателей;
- повышение эффективности учебного процесса на основе его индивидуализации и интенсификации;
- внедрение новых образовательных технологий, таких как, деловые игры, имитационное моделирование, дистанционное обучение;
- интеграция учебной, учебно-исследовательской деятельности;
- уменьшение зависимости обучающихся от педагогов;
- улучшение оценивания учебных достижений на основе компьютерного тестирования.

Несмотря на очевидные преимущества глубокого проникновения информационных технологий в процесс обучения, эту форму нельзя рассматривать как альтернативу традиционного получения знаний [3]. Сегодня действующее законодательство и нормативная база позволяет и даже предполагает самостоятельный выбор преподавателем используемых инструментов обучения. Каждый педагог может выбирать стиль и формы обучения сообразно своему опыту и условиям, в которых происходит образовательный процесс. На наш взгляд, для студентов заочной формы обучения больше подходит смешанный тип обучения, совмещающий обучение с участием преподавателя с онлайн-обучением. Смешанный тип обучения предполагает элементы самостоятельного контроля студентом пути, времени, места и темпа обучения, а также интеграцию опыта обучения с педагогом и онлайн-обучением. При этом лучшие образовательные традиции должны продолжать движение в сторону дифференциации и персонализации подхода к студентам за счет использования информационных технологий. Несомненно, широкое развитие информационных технологий и их проникновение во все сферы жизни общества определяет мировое развитие в настоящее время. Однако этот процесс требует достаточного количества квалифицированных специалистов и постоянного повышения уровня компьютерной грамотности. Это требует структурного изменения системы образования, а также обеспечения современного материально-технического оснащения учебного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и практика профессиональной подготовки студентов в аграрном вузе / В. А. Шабунина [и др.]. – М., 2018.
2. Резник, С. Д. Управление изменениями в высшей школе / С. Д. Резник, Р. М. Нижегородцев. – М.: ИНФРА-М, 2019.
3. Воронкова, Т. Б. Элементы проблемного обучения в аграрном вузе / Т. Б. Воронкова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. по материалам заочной междунар. науч. конф., Рязань, 1 янв. 2020 г. / под общ. ред. Ю. А. Мажайского, В. И. Желязко. – Рязань: ООО «Сам Полиграфист», 2020. – С. 306–308.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. ВЧЕРАШНИЙ, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: соя, климат, средняя температура воздуха, осадки, вегетационный период.

Аннотация. В статье представлено обоснование возможности возделывания сои на территории Могилевской области. Выполнено сравнения тепло- и влагообеспеченности региона с биологическими особенностями сои.

Keywords: soy, climate, average air temperature, precipitation, growing season.

Summary. The article presents the rationale for the possibility of soybean cultivation in the Mogilev region. The heat and moisture availability of the region was compared with the biological characteristics of soybeans.

Повышение эффективности агропромышленного комплекса и на этой основе укрепление продовольственной безопасности Беларуси зависит от наращивания производства и реализации конкурентоспособной животноводческой продукции. В современных условиях хозяйствования важнейшим средством эффективного ведения животноводства является создание интенсивной и экономичной кормовой базы.

В настоящее время недостаток белка в кормопроизводстве, по различным оценкам, составляет 25–30 % от общей потребности в нем. Дефицит кормового белка может быть ликвидирован за счет повышения продуктивности однолетних и многолетних высокобелковых культур. Источником растительного белка для приготовления концентрированных кормов являются семена бобовых культур. В последние годы посевные площади под зернобобовыми культурами находятся на уровне 165–180 тыс. га, что составляет 2,9–3,2 % от общей посевной площади. При этом производство семян зернобобовых культур составляет 360–530 тыс. т при средней урожайности 25–30 ц/га. В семенах

бобовых растениях содержится протеин с высоким содержанием незаменимых аминокислот [1].

Среди зернобобовых культур высоким потенциалом обладает соя. Содержание белка в сое составляет 35–48 %, когда у пшеницы – 11–18 %, кукурузы и ячменя – 8–14 %. Основное количество белков сои (80–90 %) составляет водорастворимая и (2–5 %) солерастворимая фракции. Растворимые белки лучше усваиваются организмом животных [2].

Выращивание сои на территории Республики Беларусь появилось с выведением скороспелых и среднеспелых сортов, таких как Оресса, Аннушка, Ясельда, Ствига, Устя, Припять, Верас. Данные сорта, хорошо приспособленные к механизированной уборке, обладают качеством зерна и устойчивы к неблагоприятным факторам среды [3].

Климат Могилевской области умеренно-континентальный. Его формируют в основном условия атмосферной циркуляции, выражающиеся в преобладании ВМ умеренных широт. Восточное расположение области привело к тому, что тепло- влагообеспеченность в ней несколько меньшая, чем в соседних центральных и западных регионах республики.

Продолжительность вегетационного периода сои в зависимости от сорта составляет 115–155 дней. При этом для получения полноценного урожая семян необходима сумма активных температур (свыше 10 °С) 1700–2200 °С. Требуемость сои к теплу возрастает по фазам развития – от прорастания до цветения, снижаясь в фазы налива бобов и созревания. Минимальная температура почвы для прорастания семян должна составлять 12–14 °С. В фазе цветения, которая в наших условиях в этот период приходится на конец июня или июль, температура должна быть не ниже 16 °С. Для созревания семян достаточна температура 14–16 °С, при более низких температурах эта фаза несколько растягивается [3].

Согласно данным климатического справочника [4], средняя продолжительность периода перехода средней температуры воздуха через 10 °С составляет 149 дней, при этом дата начала перехода – 27 апреля, окончание периода – 26 сентября, продолжительность периода перехода средней температуры воздуха через 15 °С составляет 91 день: начало периода – 31 мая, окончание – 30 августа. Сведения о среднесуточной температуре воздуха вегетационного периода района приведены в табл. 1. Данные о температуре почвы на глубине 20 см приведены в табл. 2. В таблицах приведены средние месячные значения за период 1981–2010 гг.

Таблица 1. Средняя температура воздуха по Могилевской области, °С

Область	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Могилевская	7,0	13,2	16,4	18,3	17,1	11,7	5,9

Таблица 2. Средняя месячная температура почвы по вытяжным термометрам, °С

Глубина, см	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
20	4,9	12,1	16,4	18,3	17,3	12,8	7,6

Анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что средняя температура воздуха и почвы в мае превышает минимально допустимые значения, рекомендуемые для посева. Это говорит о том, что высевать сою можно начинать с первой декады мая. Сумма накопленных температур за вегетационный период (май – сентябрь) составит в среднем 2300 °С, что превышает минимальные значения. Продолжительность периода с переходом температуры воздуха через 10 °С можно сопоставить со средним периодом вегетации сои.

Важное значение в росте и развитии такой ценной белковой культуры, как соя, оказывает влажность почвы. Согласно литературным источникам, на формирование урожая соя расходует значительно большее количество воды, чем зерновые колосовые культуры. Общий расход воды за период вегетации в зависимости от места и условий выращивания составляет от 3 до 5,5 тыс. м³. При этом максимум водопотребления приходится на фазу налива бобов (конец июля – август). Засуха в этот период наиболее сильно снижает урожай сои [5].

Для сравнения фактических значений водопотребления сои с влагообеспеченностью региона выполнен анализ среднего месячного количества в год 50%-ной обеспеченности за период 1981–2010 гг. (табл. 3) [6].

Таблица 3. Среднее месячное количество осадков по Могилевской области, мм

Обеспеченность	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма за период
50 %	40	53	79	82	66	58	378

Анализируя данные табл. 3, можно сделать вывод, что в целом количество атмосферных осадков за вегетационный период достаточно для роста и развития сои. Однако на протяжении вегетационного периода осадки выпадают неравномерно, их часто не хватает для создания оптимальных условий для развития растений. Для получения высоких урожаев необходимо наблюдение за водно-воздушным режимом почв.

Выводы:

1. Соя является одной из бобовых культур, способных решить проблему дефицита кормового белка в животноводстве. Растущее производство рапсового белка и масла в Беларуси не может сократить импорт соевого белка, так как рапсовый жмых и шрот пригодны для кормления не всех групп животных и, кроме того, рапсовый белок используется не вместо соевого, а вместе с ним.

2. Анализ климатических условий Могилевской области показывает, что возделывание сои на территории региона возможно по показателям тепло- и влагообеспеченности с учетом возделывания ранних и среднеспелых сортов. Оптимальные сроки сева – 1-я и 2-я декады мая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси / Н. П. Лукашевич [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 87–93.
2. Давыденко, О. Г. Соя для умеренного климата: научно-популярная литература / О. Г. Давыденко, Д. В. Голоенко, В. Е. Розенцвейг. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.
3. ООО «Соя-Север Ко» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sever.by/agrotehnika/>. – Дата доступа: 16.03.2022.
4. Справочник по климату Беларуси: справочное издание: в 2 ч. / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – Минск, 2017. – Ч. 1: Температура воздуха и почвы. – 85 с.
5. Зернобобовые культуры / Д. Шпар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 2000. – 112 с.
6. Справочник по климату Беларуси: справочное издание: в 2 ч. / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – Минск, 2017. – Ч. 2: Осадки. – 64 с.

ЗАКРЫТЫЕ ЛИЗИМЕТРЫ НЕНАРУШЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПЛЕНОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

К. А. ГЛУШКО, канд. техн. наук, доцент
К. К. ГЛУШКО, канд. техн. наук

УО «Брестский государственный технический университет»,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: лизиметр, инфильтрация, талая вода, мерзлая почва, эластичный водонепроницаемый материал.

Аннотация. Предложены технология изготовления закрытого лизиметра ненарушенной структуры из эластичного водонепроницаемого материала с поддержанием постоянного уровня грунтовых вод и конструктивное решение, исключающее контактную фильтрацию.

Keywords: lysimeter, infiltration, melt water, frozen soil, elastic waterproof material.

Summary. The technology of manufacturing a closed lysimeter of an undisturbed structure from an elastic waterproof material with maintaining a constant groundwater level and a constructive solution excluding contact filtration are proposed.

Для исследования водопроницаемости почв используются различные лабораторные и полевые методы. В частности при исследованиях в полевых условиях широко применяются метод заливных рам, метод трубок с постоянным напором, лизиметрический метод. Использование лизиметрического метода предполагает применение специальных приборов – лизиметров, которые могут быть закрытыми (исключающими боковой приток воды) и открытыми, включающими боковой приток воды [1].

Научные задачи водохозяйственного строительства требуют определения величины впитывания и инфильтрации не только дождевых вод вегетационного периода, но и талых вод в период весеннего половодья. Это необходимо для определения междреннего расстояния или расчетных расходов водосбросных сооружений.

Применение лизиметров классической конструкции в жестком корпусе (металлическом, бетонном, кирпичном и др.) в данном случае

может быть проблематичным, так как при промерзании водонасыщенной почвы в зимний период за счет объемного расширения льда возможно разрушение конструкции лизиметра, образование трещин, через которые произойдут утечки талой воды, с одной стороны, а с другой – в случае надежной конструкции возможно смятие монолита почвы расширяющимся льдом кристаллов мерзлой воды и в итоге уменьшение размеров капилляров и закрытых пор, что в принципе недопустимо для обеспечения чистоты опыта.

Решить данную задачу можно путем применения лизиметров пленочной конструкции. Применение в качестве изолирующего эластичного материала полиэтиленовой пленки обеспечивает герметичность конструкции в условиях наличия объемных деформаций монолита почвы при его промерзании и возможность изготовления монолита исследуемой почвы ненарушенной структуры. Технология изготовления такого лизиметра и конструктивные решения, обеспечивающие исключение контактной фильтрации талой воды по стенкам лизиметра, защищены авторскими свидетельствами на изобретения [2, 3]. Суть способа изготовления пленочного лизиметра закрытого типа поясняет рис. 1.

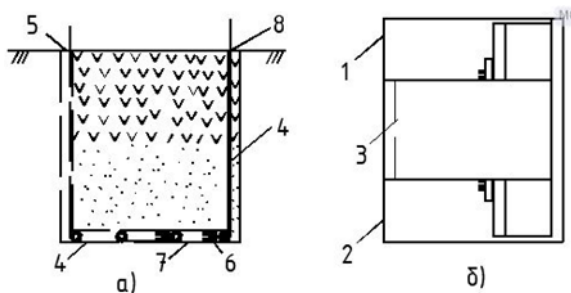


Рис. 1. Принципиальная схема изготовления лизиметра закрытого типа пленочной конструкции: *а* – разрез; *б* – план;

1, 2 – боковые траншеи; *3* – монолит почвы ненарушенной структуры; *4* – эластичный водонепроницаемый материал; *5* – прорезь; *6* – режущий элемент; *7* – дно монолита; *8* – материал засыпки

При осуществлении способа в поле в месте изготовления лизиметра размечают его границы в плане. Форма лизиметра рекомендуется прямоугольная исходя из особенностей обертывания монолита почвы пленкой (в этом случае получается минимальное число ее изгибов).

После этого по двум противоположным боковым сторонам отрывают траншеи глубиной, большей на 10–20 см проектной высоты монолита. Ширина траншей определяется исходя из удобства производства земляных работ и принимается не менее 70 см. Заготавливается рулон пленки размерами, обеспечивающими обертывание ею монолита исследуемой почвы с выходом на поверхность. Превышение пленки над землей по сторонам должно быть несколько больше максимального наблюдаемого слоя талой воды. После этого у одной из торцовых сторон выполняют вертикальную прорезь специально изготовленным режущим элементом в виде деревянной рейки с односторонней искусственной шероховатостью.

Глубина прорези зависит от устойчивости вертикальных стенок монолита почвы. Как показала практика, изначально готовят прорезь до подошвы пахотного слоя, а потом до дна монолита почвы. Не вынимая режущий элемент из прорези, в нее опускают рулон с пленкой и разворачивают его, обеспечивая зазор внизу траншеи между режущим элементом и остатком рулона. Верхний конец пленки фиксируют на дневной поверхности с запасом на слой талой воды. Прорезь между пленкой и массивом окружающей почвы засыпают почвой того же горизонта и уплотняют. После этого доводят прорезь до дна монолита с поворотом режущего элемента на горизонтальную плоскость дна и процедуру заполнения вертикальной прорези и уплотнения почвы повторяют. На горизонтальном участке выполняют пропилов параллельно дну на длину 15–20 см в зависимости от плотности грунта. При этом свод траншеи должен быть устойчивым от обрушения. Раскатывают рулон, а прорезь между пленкой и дном монолита заполняют вырезанным грунтом. В дальнейшем операции повторяют в той же последовательности до выхода на следующую торцовую поверхность монолита. Поэтапное подрезание дна монолита и заполнение прорези грунтом обеспечивают его устойчивость от просадки.

Две боковые траншеи остаются свободными до устройства оборудования, как показано на рис. 2.

При свободных боковых траншеях в монолите устраивают дренаж из двух перфорированных труб, одна из которых соединена с приемной емкостью и предназначена для сброса проинфильтровавшейся талой воды или дождевых паводков, а вторая соединена с питающей емкостью для поддержания фиксированного уровня воды в монолите при работе лизиметра на испарение. Поддержание уровня воды в питающей емкости на заданной отметке обеспечивается дозатором в виде бачка Бойля-Мариотта.

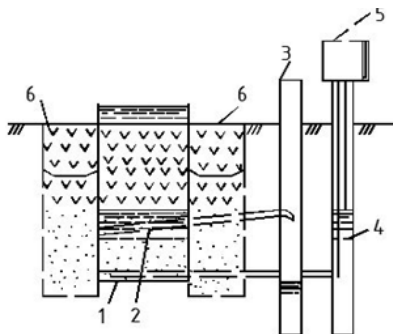


Рис. 2. Поперечный разрез лизиметра с оборудованием и устройством защиты от контактной фильтрации:
 1 – дренажная трубка для подачи воды в лизиметр; 2 – дренажная трубка для сброса проинфильтровавшейся воды; 3 – емкость для приема проинфильтровавшейся воды; 4 – питающая емкость; 5 – бакоч Бойля-Мариотта; 6 – замкнутая герметичная емкость

Надежность работы конструкции в период весеннего паводка может быть повышена путем устройства замкнутой емкости из полиэтиленовой пленки с открытой поверхностью в области траншей [3]. Влага, попавшая в замкнутую в плане герметичную емкость, скапливается в ней и заполняет почву вплоть до полного насыщения. В период отрицательных температур происходит промерзание почвы емкости и монолита. За счет увеличения объема влаги происходит расширение почвы в них. Почва емкости выполняет роль обжимающего хомута монолита. Возникающие напряжения в промерзшем слое почвы направлены навстречу друг другу, что обеспечивает обжатие полиэтиленовой пленки с двух сторон по всему периметру. С увеличением глубины промерзания область обжатия автоматически перемещается вглубь. Это обеспечивает исключение контактной фильтрации талой воды между пленкой и монолитом почвы.

Предлагаемый способ позволяет изготовить лизиметры пленочной конструкции с ненарушенной структурой исследуемого монолита почвы и обеспечить надежную его работу в условиях паводка.

Способ реализован при устройстве балансового участка на Полеской опытно-мелиоративной станции института мелиорации г. Минск. Было изготовлено 24 лизиметра с ненарушенной структурой монолита почвы и поддержанием уровня грунтовых вод на глубине 0,5 и 0,75 м. Инженерное обустройство было выполнено, как показано на рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Способ изготовления почвенного лизиметра: а. с. SU 1590951 / К. А. Глушко, П. И. Закржевский; опубл. 08.05.1990.
3. Лизиметр: а. с. SU 1572462 / К. А. Глушко; опубл. 22.02.1990.

УДК 37.041

РОЛЬ И МЕСТО САМООБРАЗОВАНИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Е. Л. ДЕМИТРИЧЕНКО, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: образование, преемственность, самообразование, профессионализм, интеллектуальное развитие, эффективность.

Аннотация. В статье показана объективная необходимость непрерывного образования, вызванного научно-техническим прогрессом и изменениями в социальной сфере. Показана необходимость преемственности между ступенями образования.

Keywords: education, succession, self-education, professionalism, intellectual development, efficiency.

Summary. The article shows the objective need for continuous education caused by scientific and technological progress and changes in the social sphere. The necessity of continuity between the levels of education is shown.

Устойчивое и конкурентоспособное функционирование агропромышленного комплекса в Беларуси требует от специалиста постоянного обновления знаний, непрерывной связи новой и старой информации, совершенствование умений и навыков, формирование творческих способностей, высокого профессионализма человека. Поэтому одной из главных забот общества и государства является всемерное повышение уровня общеобразовательной и профессиональной подготовки человека, совершенствование системы образования, главная задача которого создание системы непрерывного образования и обеспечения преемственности между ее различными ступенями.

В ходе выполненных нами исследований установлено, что научно-технический прогресс находится в новой стадии своего развития: возникла невидимая ранее подвижность и изменчивость в обществе, открыты новые технологии и технологические системы, информационные технологии, биотехнологии. Человечество вступило в новый этап жизни, для которого характерно технико-технологическое перевооружение производства.

Созданная техническая и технологическая среда обитания общества ориентирует человека не только на эффективные способы деятельности, но и на творческий подход к ней, комплексную оценку результатов и выбора способов деятельности. Это требует от каждого специалиста высокого уровня интеллектуального развития, профессиональной деятельности. В этих условиях важно научить человека ориентироваться в этой новой технологической среде, подготовить его к выбору необходимых действий, основанных на осознании своей ответственности за результаты и последствия их применения. Государство заинтересовано в том, чтобы человек приобретал новые знания, совершенствовал свое профессиональное мастерство, заботился о росте своей квалификации. Нынешний этап развития производства требует от человека постоянного совершенствования, непрерывного образования.

Непрерывное образование способствует сокращению сроков внедрения научно-технических достижений в практику, созданию новых технологических и технических систем, быстрому приспособлению человека к изменяющимся технологическим условиям. Подвижность профессий требует от специалиста более широкого образования. Современный этап развития производства требует разносторонней общеобразовательной и широкой профессиональной подготовки специалиста. Необходимость перехода к непрерывному образованию определяется наряду с научно-техническим прогрессом изменениями в социальной сфере. Эти изменения связаны, прежде всего, с демократическими преобразованиями в стране, с максимально широким доступом человека к знаниям, особенно с использованием информационных технологий, со свободой выбора уровня образования и потребностью специалистов в самообразовании. Своевременное выявление способностей специалиста, создание условий для их развития, привлечение способных, хорошо подготовленных специалистов к наиболее сложным и творческим видам деятельности будет способствовать обеспечению строгой социальной справедливости и получению образования.

В периодической печати, высказываниях чиновников высокого уровня в последнее время все чаще отмечается отставание образования от реальных жизненных потребностей общества. Сформировалось определенное противоречие между непрерывно возникающим объемом необходимых человеку знаний, умений и ограниченными условиями для овладения ими.

Сейчас, как никогда ранее, необходимо нацеливать студента не на единовременное разовое образование, а на развитие у них жажды знаний, выработку необходимого умения и навыка самостоятельного приобретения знаний, формирования потребности в систематическом и непрерывном самообразовании.

От современного специалиста требуется не столько способность извлекать из памяти в готовом виде знания, когда-то усвоенные, сколько умение вдумчиво оценивать факты, явления, идеи, с которыми он встретится в жизни, труде, готовность к постоянному, самостоятельному добыванию знаний, осмыслению и использованию их в повседневной жизни.

На эту сторону проблемы обращали внимание ученые педагоги еще в 60–70 гг. прошлого века. Так, например, профессор А. И. Кочетов, подчеркивал: «Учиться приходится каждому человеку всю сознательную трудовую жизнь. Поэтому сегодня важно не только дать образование, но и подготовить к самообразованию, научить самостоятельно приобретать знания, сделать привычкой расширение своего кругозора» [1]. Поэтому сейчас под образованием, очевидно, следует понимать не только разовое овладение определенной суммой знаний, а в привитии молодежи определенных умений и навыков самостоятельного приобретения знаний. Это значит, что важно подготовить молодое поколение к непрерывному образованию.

В наше время эта проблема еще больше обострилась. Так, в книге «21 урок для XXI века» Юваль Ной Харари в предисловии к части первой «Технологический выбор», пишет: «Человечество теряет веру в либеральную идею, преобладающую в мировой политике последнее десятилетие, именно сейчас, когда слияние информационных технологий с биотехнологиями ставит перед нами задачи, с которыми человечеству еще никогда не приходилось иметь дело» [3]. Данный вывод касается в буквальном смысле всех, а преподавателей в первую очередь. Особенно это проявилось во времена пандемии Covid-19, когда нам всем в срочном порядке пришлось осваивать онлайн-методику. Мы использовали такие формы дистанционного обучения, как чат-занятия, веб-занятия, телеконференция. На этих занятиях идет осмыс-

ление теоретического материала, формируется умение убедительно формулировать собственную точку зрения, приобретаются навыки профессиональной деятельности. В этом случае они приобретают некоторую специфику, связанную с использованием информационных технологий. Это позволило не только решать задания по математике, но и творчески мыслить и осваивать информационные технологии, которые позволяют обрабатывать большие массивы данных для выбора оптимального решения. Высшая математика является особой образовательной дисциплиной, изучаемой в вузе, она служит фундаментом для изучения других общеобразовательных, инженерных и специальных дисциплин. Ей отводится особая роль в становлении и развитии научного мировоззрения студентов, воспитании их интеллекта, в совершенствовании умственных способностей. Математика уверенно расположилась во всех областях нашей жизни. Компьютеры, планшеты, современные телефоны сопровождают нас ежеминутно, а их создание невозможно без законов и расчетов великой науки. С помощью математики делаются открытия, обнаруживаются закономерности, предугадываются события, ее значение в жизни человека невозможно переоценить.

Без знания основных математических законов и умения ими пользоваться в современной жизни трудно обучаться любым профессиям. С цифрами и операциями имеют дело не только учителя математики, финансисты и бухгалтер, но и астрономы не смогут определить расстояние до звезд и высчитать время наблюдения за ними, а молекулярные биологи понять, как бороться с генной мутацией. Инженер не сконструирует новую машину, а программист не найдет подход к операционной системе, работник сельского хозяйства не сможет подготовить семена к посеву. Научить самообразованию студентов всех специальностей нашего вуза – наша задача. Это поможет специалистам творчески мыслить и находить правильные решения стоящих перед ними задач. Государство в данном случае получит грамотных специалистов, умеющих находить оптимальное решение проблем, возникающих на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов, А. И. Актуальные проблемы педагогики / А. И. Кочетов. – Рязань, 1971. – 201 с.
2. Шатравко, Н. С. Управленческая культура: учеб.-метод. пособие / Н. С. Шатравко, Т. А. Захаренко. – Горки: БГСХА, 2017. – 199 с.
3. Харари, Ю. Н. 21 урок для XXI века / Ю. Н. Харари. – Москва: Синдбад, 2020. – 416 с.

СОЗДАНИЕ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ИЗ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Д. А. ДРОЗД, ассистент

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

Ключевые слова: сырьевой конвейер, клевер луговой, скороспелость.

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам разработки сырьевых конвейеров из различных по скороспелости сортов клевера лугового. Нами проанализированы современные сорта клевера лугового и установлена их потенциальная урожайность при возделывании в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Keywords: raw material conveyor, red clover, precocity.

Summary. This article is devoted to the development of raw material conveyors from varieties of red clover with different early maturation. We have analyzed modern varieties of red clover and established their potential yield when cultivated in the soil and climatic conditions of the Republic of Belarus.

В Республике Беларусь клевер луговой традиционно является наиболее широко возделываемой культурой среди многолетних бобовых трав. Его используют для заготовки сена, сенажа, силоса, травяной муки.

Питательность клевера зависит от сроков уборки. По обобщенным данным, в период бутонизации клевер содержит в 1 кг сухого вещества 0,76 корм. ед. и 107 г перевариваемого протеина, в фазу массового цветения – 0,75 и 95, а в фазу конца цветения – 0,63 и 66,5 соответственно [1, 4].

Как видим, клевер наиболее богат питательными веществами в ранние фазы развития, поэтому и уборку его нужно проводить в кратчайшие сроки – 10–12 дней. Использование травостоев одинаковой скороспелости потребует в условиях производства значительных материальных, трудовых и финансовых затрат именно в этот короткий период времени.

Общеизвестное утверждение, что у клевера лугового на территории Республики Беларусь распространены две формы – раннеспелый и позднеспелый, не совсем отвечает реалиям нынешнего дня. Благодаря работам селекционеров получен целый спектр сортов различной скороспелости. При этом можно выделить 5 типов сортов по спелости: раннеспелые, среднераннеспелые, среднеспелые, среднепозднеспелые и позднеспелые. Чтобы уменьшить напряженность в уборке клеверов, можно подобрать несколько сортов различной скороспелости, что позволит удлинить сроки уборки с 10–12 до 20–25 дней и более, при этом не потеряв качественной составляющей урожая.

Среди раннеспелых можно выделить сорта Ранний-2 и Устойливый [2].

Устойливый является тетраплоидным сортом с хорошей зимостойкостью и средней кустистостью. Высота растения составляет примерно 80–95 см. За время вегетации растение образует 5–7 междоузлий. Продолжительность вегетации составляет примерно 102–117 дней, а первый укос можно проводить через 58–60 дней. За период вегетации сорт формирует 3 укоса. Примерная средняя урожайность абсолютно сухого вещества составляет 104,4 ц/га.

Сорт Ранний-2 в отличие от Устойливого является диплоидным со слабой кустистостью и хорошей зимостойкостью. Высота растений составляет 70–85 см. За период вегетации образует примерно 6 междоузлий. Первый укос можно начинать через 48–52 дня от начала вегетационного периода. Средняя урожайность абсолютно сухого вещества составляет 112 ц/га.

Продолжительность хозяйственного использования раннеспелых сортов клевера лугового составляет 1–2 года.

К среднеспелым сортам клевера лугового можно отнести: Витебчанин, Працаўнік и Сегур [2, 3].

Сорт Працаўнік является диплоидным со средней высотой растения 70–75 см. Сорт является зимостойким и устойчивым к полеганию, а также слабобетвистым. За период вегетации образует примерно 7 междоузлий. Первый укос можно осуществлять примерно через 55–59 дней от начала вегетационного периода и всего за период вегетации можно выполнить 2 укоса. Средняя урожайность абсолютно сухого вещества составляет 142,3 ц/га.

Сегур является диплоидным двуукосным сортом со средней кустистостью, высокой устойчивостью к полеганию и зимостойкостью. Высота растения составляет примерно 70–80 см, при этом на нем образу-

ется 5–7 междоузлий. Первый укос можно начинать через 42–46 дней после начала вегетационного периода. Средняя урожайность абсолютно сухого вещества составляет 137,6 ц/га.

В отличие от раннеспелых сортов, среднеспелые сорта клевера лугового можно использовать 2–3 года.

К позднеспелому сорту клевера лугового можно отнести сорт Мерея [2, 3]. Данный сорт является диплоидным с высокой зимостойкостью. Средняя высота растения составляет 80–100 см, при этом наблюдается слабая кустистость. Продолжительность вегетационного периода составляет 133–168 дней, при этом укос можно начать примерно через 54–59 дней от начала периода вегетации. Средняя урожайность сухого вещества составляет около 82,6 ц/га. Продолжительность хозяйственного использования данного сорта составляет 3–4 га.

Вывод: применение различных комбинаций из вышеприведенных сортов клевера лугового позволит получать высокую урожайность сухого вещества, а также оптимизирует сроки укосов конвейера, что приведет к снижению материально-технических затрат по его уборке. Для оптимизации сроков уборки и увеличения урожайности будет применяться орошение методом дождевания. Орошение позволит ускорить или наоборот замедлить вхождение различных сортов кормового конвейера в уборочную спелость, что приведет к возможности его непрерывной уборки в течении 25–30 дней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева, В. И. Закономерности формообразовательного процесса и эффективность методов селекции бобовых культур (*Lupinus angustifolius* L., *Galega orientalis* Lam., *Trifolium pratense* L.) в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / В. И. Бушуева. – Горки, 2010. – 286 л.
2. Алехина, Ю. В. Использование биологического азота в луговом кормопроизводстве: монография / Ю. В. Алехина. – Горки: БГСХА, 1998. – 68 с.
3. Шелюто, Б. В. Биолого-технологическое обоснование приемов повышения эффективности возделывания многолетних трав в системе сырьевых конвейеров в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Б. В. Шелюто. – Горки, 2010. – 309 л.
4. Дрозд, Д. А. Организация сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового / Д. А. Дрозд // Мелиорация. – 2020. – № 1 (91). – С. 71–77.

ПРЕИМУЩЕСТВА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ САДОВОЙ ЗЕМЛЯНИКИ

А. В. ДУБИНА, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: капельное орошение, дождевание, садовая земляника.

Аннотация. Проанализированы режимы орошения садовой земляники дождеванием и капельным способом. Выявлен ряд преимуществ капельного орошения.

Keywords: a drop irrigation, overhead irrigation, garden strawberries.

Summary. Irrigation regimes of garden strawberries by sprinkling and drip method are analyzed. A number of advantages of drip irrigation have been identified.

Капельное орошение – способ орошения, при котором увлажнение почвы осуществляется в зоне максимального развития корневой системы растений, что обеспечивает ее хорошую аэрацию. При этом способе вода равномерно падающими каплями подается непрерывно к каждому растению на протяжении всего вегетационного периода в количестве, соответствующем водопотреблению данной культуры.

Изучение влияния оптимального режима капельного орошения садовой земляники является одной из приоритетных задач на сегодняшний день.

В последние годы при выращивании садовой земляники большое распространение получает капельный полив, позволяющий подавать поливную воду, а также растворенные в ней питательные вещества и средства защиты небольшими порциями в корнеобитаемую зону растений [1].

При постоянно возрастающем дефиците водных, энергетических и других видов минеральных ресурсов во многих странах мира при орошении не только садовой земляники, но и многих других сельскохозяйственных культур используются менее энергозатратные и экологически безопасные способы и технологии орошения, которые позволя-

ют повысить продуктивность орошаемых земель и эффективность использования поливной воды.

Ведущие страны мира отдают все большее предпочтение способам, которые позволяют регулировать при орошении водный и питательный режимы почвы в соответствии с потребностями растений.

Одним из таких способов является капельное орошение. Оно позволяет подавать воду в необходимых количествах с одновременным внесением питательных веществ и средств защиты растений. Это представляется важным при возделывании земляники, продуктивность которой снижается как от недостатка, так и от переувлажнения.

Влияние капельного орошения на продуктивность земляники садовой в зависимости от режимов орошения недостаточно изучено. Поэтому дальнейшее совершенствование и разработка оптимальных режимов и параметров капельного орошения, направленных на получение максимальных урожаев ягодных культур, является актуальной проблемой [2].

В тоже время в большинстве сельскохозяйственных организаций и частном секторе продолжают использоваться традиционные способы полива – дождевание.

При использовании дождевания для полива садовой земляники невозможно точно рассчитать расход воды, поэтому, чтобы обеспечить почву влагой в достаточном количестве, приходится расходовать воду в огромных объемах. Попадая на листья растений, она может вызвать их ожог при воздействии солнечных лучей. Кроме того, в период цветения садовой земляники вода частично смывает пыльцу, что сказывается на снижении урожайности.

Капельное орошение по сравнению с другими способами орошения имеет ряд преимуществ:

- экономное расходование воды (в 1,5–2 раза меньше);
- глубина увлажнения почвы и периодичность орошения регулируются;
- применяется фертигация, за счет чего растения вовремя и в необходимом объеме получают удобрения, средства защиты от вредителей;
- вода целенаправленно подается к прикорневой зоне, капли не попадают на листья растений, что снижает вероятность солнечных ожогов и минимизирует риск заболеваний;
- вода не образует корки на поверхности, не скапливается в междурядьях, что, в свою очередь, снижает риск появления большого количества сорняков;

- влага и удобрения распределяются равномерно, за счет чего урожайность повышается на 20–50 %, ягоды имеют товарный вид, что влияет на реализацию продукции;
- круглосуточная работа системы [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние способов орошения на продуктивность земляники садовой / Е. М. Фальинсков [и др.] // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. – 2013. – № 50. – С. 148–152.
2. Ашраф, Елсайед Махмуд Елсайед. Обоснование режимов капельного орошения земляники на дерново-подзолистых почвах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 // Елсайед Махмуд Елсайед Ашраф; Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. – Москва, 2011. – 18 с.
3. Капельный полив садовой земляники, особенности полива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.neo-agriservis.ru/articles/tehnologii-vyraschivaniya-selskokhozyaystvennykh-kultur/kapelnyy-poliv-klubniki/>. – Дата доступа: 19.03.2022.

УДК 537.634.2-057.875:62

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ МАГНИТОУПРУГОГО ЭФФЕКТА И МАГНИТОСТРИКЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

Н. А. ДУБИНА, ассистент
О. М. АСТАХОВА, канд. пед. наук, доцент
Л. Е. КИРИЛЕНКО, канд. с.-х. наук, доцент

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

Ключевые слова: намагничивание, магнитоупругий эффект, магнитострикция, ферромагнетики.

Аннотация. Актуализация важности вопросов влияния магнитоупругого эффекта и магнитострикции на физико-механические свойства металлов и необходимости учитывания данной темы в обучении студентов инженерного профиля.

Keywords: magnetization, magnetoelastic effect, magnetostriction, ferromagnets.

Summary. Actualization of the importance of the influence of the magnetoelastic effect and magnetostriction on the physical and mechanical properties of metals and the need to take this topic into account in the training of engineering students.

Введение. В физике известно явление магнитострикции: изменение формы и размеров тела при его намагничивании. Основными типами взаимодействий в ферромагнетике являются электрические и магнитные силы. В ферромагнетике возможны два вида магнитострикции:

- за счет изменения обменных сил;
- за счет изменения магнитных сил в решетке.

Магнитострикцию за счет обменных сил наблюдают в области парапроцесса, где достигается техническое насыщение. Для стальных элементов продольная магнитострикция в слабом магнитном поле имеет положительный знак (тело удлиняется), а в более сильном знак меняется на отрицательный (тело укорачивается). Поэтому можно предположить, что при магнитном воздействии стальной элемент изменяет свои физические свойства, в частности, твердость вещества.

Кроме воздействия внешнего магнитного поля, на стальные элементы воздействуют динамические нагрузки, возникающие в различных эксплуатационных условиях. Под влиянием упругих деформаций в области смещения и вращения магнитных доменов изменяется намагниченность, что объясняется упорядочением ориентации областей самопроизвольной намагниченности. Основой этого явления в магнетиках, к числу которых относится большинство конструкционных материалов, служит магнитоупругий эффект, явление обратное магнитострикции.

Цель работы – дать студентам инженерного профиля, проектным и производственным службам предприятий понятие о намагничивании, магнитоупругом эффекте, магнитострикции; о возможности их перспективного применения в новых производствах.

Материалы и методы исследования. В работе использован метод анализа научной литературы. Выполнен сбор и обзор информации о состоянии вопроса, произведена систематизация разрозненных данных.

Результаты исследований и их обсуждение.

При помещении ферромагнитного тела в магнитное поле в нем происходит перераспределение магнитных моментов областей, в результате чего намагниченность всего тела в целом возрастает. Характерной особенностью ферромагнетиков является то, что они во внешних слабых магнитных полях намагничиваются почти до полного насыщения, т. е. почти до полной ориентации магнитных моментов атомов. Ферромагнетики – железо, никель, кобальт, гадолиний и их разные сплавы – именно они в магнитном поле намагничиваются.

Стержень из ферромагнитного материала, помещенный в магнитное поле, к примеру в поле катушки, обтекаемой током, обнаруживает сильные магнитные характеристики. На конце стержня, из которого магнитный поток выходит, появляется северный полюс N , а на обратном его конце – южный полюс S . Намагниченный стержень, удаленный из магнитного поля, в некоей степени сохраняет магнитные характеристики. Это его остаточное намагничение. Оно некординально у мягкого железа, но очень выражено у жестких ферромагнитных сплавов. Сравнительно большим является остаточный магнетизм у магнитопрочных материалов, используемых для производства неизменных магнитов: к примеру у кобальтовой стали. Можно сказать, что ферромагнитное тело внутри распадается на области самопроизвольной намагниченности – ферромагнитные домены, схожие с микроскопическими неизменными магнитами. Эти области относительно значительны и содержат целые группы атомов. При определенных критериях домены на поверхности ферромагнетика можно следить под микроскопом. Под воздействием внешнего магнитного поля поворачивается магнитная ось в доменах и смещаются границы между ними. Последнее является соответствующим различием доменов от воображаемых простых магнетиков. Ориентирование доменов по направлению поля делает магнитные полюса на соответствующих поверхностях тела. Силы внешнего магнитного поля должны преодолевать противодействие внутренних сил в веществе, стремящихся удержать домены в первоначальном положении. Поэтому чем сильнее магнитное поле, т. е. чем больше его напряженность, тем больше намагничивается ферромагнетик. При значимой напряженности внешнего поля все домены ориентируются по направлению внешнего поля. Это состояние называется магнитным насыщением ферромагнетика. Изменение положения и границ доменов связано со смещением входящих в их атомов и вызывает изменение формы намагничиваемого тела, что именуется магнитодеформацией. В зависимости от величины магнитных полей различают области намагничивания – смещения (в слабых магнитных полях), вращения (в более сильных магнитных полях), область парапроцесса (в полях выше технического насыщения). При магнитном воздействии вещество изменяет свои физические и механические свойства [1–8]. При намагничивании (или повторном намагничивании) в структуре ферромагнитных элементов за счет энергии намагничивания происходят два процесса: процесс смещения границ доменов, состоящий в росте их объемов, у которых намагниченность ориентиро-

вана близко к направлению поля за счет изменения объема соседних доменов, что повышает теплопроводность образцов; процесс изменения направления самопроизвольной намагниченности отдельных доменов и кристаллитов путем поворота вектора намагниченности, вследствие чего повышаются вязкость и износостойкость материала.

В настоящее время в промышленности применяют для магнитной обработки инструмента, заготовок и деталей два способа:

1) обработка постоянным статическим магнитным полем (ОСМП) напряженностью до 1000 кА/м при длительности воздействия 10–300 с;

2) магнито-импульсная обработка (МИО) полем напряженностью до 2000 кА/м при длительности импульса 0,1–10 с.

Обработку ОСМП применяют при изготовлении магнитной оснастки. Магнитное поле в сочетании с термообработкой используют для улучшения структуры вещества, для превращений 1-го и 2-го рода и уменьшения избыточной энергии. Например, сочетание магнитной обработки с криогенной технологией используют для упрочнения инструмента и деталей из сплавов, содержащих остаточный аустенит и другие фазы, которые могут направленно распадаться, образуя более устойчивую структуру [9]. При этих способах взаимодействие импульсного магнитного поля с заготовкой происходит в области парапроцесса, т. е. в полях технического насыщения. Обработка МИО приводит к увеличению износостойкости и микротвердости детали [9].

Явления магнитострикции и магнитоупругого эффекта приводят к изменению механических свойств ферромагнетиков. Для стальных образцов при магнитострикции в слабых магнитных полях (в области смещения) тело удлиняется, а в более сильных (область парапроцесса) – укорачивается. [5] Следовательно, в зависимости от намагничиваемости изменяются и механические свойства ферромагнетиков, в частности их микротвердость. При магнитной обработке инструмента из быстрорежущей стали в сильных магнитных полях повышаются микротвердость и теплопроводность материала [1]. В этом случае взаимодействие магнитного поля с деталью происходит в полях технического насыщения. Физико-механические свойства деталей при намагничивании в областях смещения и вращения изучены недостаточно. Экспериментальные исследования микротвердости в слабых полях намагничивания подтверждают, что микротвердость до и после намагничивания изменяется.

Заключение. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что тема изучения влияния магнитоупругого эффек-

та и магнитострикции на физико-механические свойства материалов актуальна и ее необходимо учитывать в учебном процессе студентов инженерного профиля. Обсуждаемое направление актуально для студенческой научной деятельности, для освоения новых производств в промышленной и строительной отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Келли, Г. Рациональное повреждение твердых тел / Г. Келли; пер. с англ. – Москва: Иностран. лит-ра, 1970. – 234 с.
2. Моррисон, С. Химическая физика поверхности твердого тела / С. Моррисон; пер. с англ. – Москва: Мир, 1980. – 486 с.
3. Электрические явления при трении, резании и смазке твердых тел. – Москва: Наука, 1973. – 146 с.
4. Шьюмок, П. Диффузия в твердых телах / П. Шьюмок; пер. с англ. – Москва: Металлургия, 1966. – 195 с.
5. Физика прочности и пластичности / пер. с англ. – Москва: Металлургия, 1972. – 303 с.
6. Смирнов, А. А. Физика металлов. Современное представление о природе металлов / А. А. Смирнов. – Москва: Наука, 1971. – 108 с.
7. Дуков, В. М. Законы сохранения энергии / В. М. Дуков. – Москва: Знание, 1961. – 39 с.
8. Кузнецов, В. Д. Поверхностная энергия твердых тел / В. Д. Кузнецов. – Москва: Гостехиздат, 1954.
9. Малыгин, Б. В. Магнитные упрочнения инструмента и деталей машин / Б. В. Малыгин. – Москва: Машиностроение, 1989. – 112 с.

УДК 631.6:528.8

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ю. Н. ДУБРОВА, канд. с.-х. наук, доцент
Т. Н. МЫСЛЫВА, д-р с.-х. наук, доцент
А. С. КУКРЕШ, канд. с.-х. наук, доцент

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

Ключевые слова: мелиорированные земли; дистанционное зондирование; деградация земель; точное земледелие; мониторинг; беспилотный летательный аппарат.

Аннотация. Мониторинг состояния мелиорированных земель с помощью дистанционных технологий позволяет получать актуальную

информацию о состоянии агроэкосистемы. По результатам мониторинга устанавливается целесообразность проведения мероприятий на мелиорированных сельскохозяйственных землях.

Keywords: reclaimed lands; remote sensing; land degradation; precision farming, monitoring, unmanned aerial vehicle.

Summary. Monitoring the state of reclaimed lands using remote technologies allows obtaining update information on the state of the agroecosystem. Based on the monitoring results, the expediency of carrying out activities on reclaimed agricultural lands is established.

На протяжении ряда последних лет в Беларуси наблюдается сокращение площадей сельскохозяйственных угодий за счет их изъятия, зарастания, усиления природоохранных требований, заболачивания. Вследствие устаревания мелиоративных систем, которые преимущественно были построены в середине прошлого столетия, отсутствие достаточных финансовых средств на их поддержание в рабочем состоянии привело к зарастанию и заболачиванию мелиорированных земель.

В числе мероприятий по предотвращению деградации и восстановлению деградированных мелиорированных сельскохозяйственных земель в зависимости от вида деградации осуществляются организационные мероприятия, предусматривающие проведение полевых исследований и лабораторных испытаний. Эти мероприятия проводятся с целью выбора мероприятий по предотвращению деградации и восстановлению мелиорированных земель, разработке проекта реконструкции мелиоративной системы или отдельно расположенного гидротехнического сооружения.

В качестве исходных данных для проведения полевых исследований для подготовки обоснования рекомендуется использовать сведения о мелиоративной системе и землях на ней, а также данные дистанционного зондирования [1].

Спутниковые данные ДЗЗ уже сегодня позволяют существенно повысить качество и масштабы информационного обеспечения сельского хозяйства. Эти вопросы в настоящее время активно обсуждаются на различных научных мероприятиях и конференциях, а также в публикациях. При этом отмечается, что нужно активно развивать методы и технологии использования информации, получаемой на основе данных дистанционного зондирования, для оценки различных характеристик

сельскохозяйственных земель и посевов, необходимых для решения задач эффективного земледелия [2]. Требуется также создавать новые технологии и информационные системы, обеспечивающие возможность работы с данными дистанционного мониторинга на различных уровнях (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема организации исследований по адаптации новых методов и технологий использования данных ДЗЗ в точном земледелии и мелиорации

На сегодняшний день используется метод обнаружения и выделения границ внутривидовой неоднородности, который основан на использовании гиперспектральных снимков и оптических критериев (индексов отражения), характеризующих специфические и неспецифические особенности спектральных показателей развития сельскохозяйственных культур при воздействии различных стрессоров. Существенные различия оптических характеристик растений, испытывающих дефицит азота и воды, являются надежным обоснованием реализуемости предложенного метода.

Данное обстоятельство открывает новые возможности автоматизации процесса дешифрирования спутниковых данных ДЗЗ, используемых в прецизионном сельскохозяйственном производстве, а также инициирует проведение научных исследований по поиску оптических критериев, позволяющих выявлять действие других стрессовых факторов, угнетающих растения, и фиксировать границы их негативного влияния на определенном участке.

Применение цифровых технологий в мелиорации с использованием современных технологий, включая дистанционное зондирование Земли, беспилотные летательные аппараты (БЛА), позволяет использовать различные виды сенсоров, чувствительные в различных диапазонах спектра.

Съемка в видимом и инфракрасном диапазонах дают исчерпывающую картину о состоянии почв, а детальность позволяет контролировать посевы с точностью до 5 см. Широкий спектр получаемых данных позволяет оценивать проблемы полей по всходам, влажности, засоленности и выявлять причины самых различных проблем [3].

С помощью операций со спектральными каналами можно получить множество вегетационных индексов – NDVI, LSWI, WdVI, SAVI, LAI и многие другие, характеризующие различные качественные и количественные показатели согласно конкретным потребностям сельскохозяйственного предприятия (рис. 2).

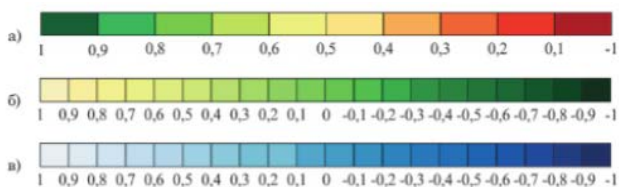


Рис. 2. Ориентировочные оценочные шкалы спектральных индексов:
 NDVI (а): 0,6–1,0 – густая растительность; 0,4–0,6 – умеренная растительность;
 0,2–0,4 – разреженная растительность; 0,1–0,2 – открытая почва;
 1–0 – нет вегетации; LSWI (б): 0,5–1 – сухие участки и водные объекты;
 0,3–0,5 – низкая влажность; 0–0,2 – средняя влажность; 1–0 – высокая влажность,
 в том числе вода на поверхности почвы; NDSI (в): 1–0 – нет засоления;
 0–0,3 – слабое; 0,3–0,6 – среднее; 0,6–1 – сильное

Спектральный анализ позволяет получать высокдетальные данные о рельефе местности с высокой точностью на пиксел изображения, что дает возможность на основе цифровой модели рельефа проводить различные виды гидрологического анализа: строить карты водотоков, определять бессточные области, получать карты уклонов или профили заданного участка поля [4].

Анализ геоморфометрических показателей рельефа проводился в 2020 г. в пределах Горьковского района Могилевской области. Для построения производных цифровой модели рельефа (ЦМР) использовалась 4-я версия (2018 г.) данных Shuttle Radar Topographic Mission

(SRTM) – радарной топографической съемки поверхности земного шара, произведенной в феврале 2000 г. [5, 6].

Геоморфометрический анализ ЦМР выполнялся с использованием функциональных возможностей набора инструментов «Пространственный анализ» и «Гидрология» ArcGIS версии 10.5. Поскольку на используемой цифровой модели рельефа территории имеются водотоки и понижения, выполнялось заполнение локальных понижений в растре поверхности и удаление всех небольших ошибок и неточностей, присущих исходным данным.

В пределах исследуемой территории были идентифицированы тальвеги четырех порядков с общей длиной 792,26 км; при этом на тальвеги 1-го порядка приходится 51,3 % общей длины, а на суммарную длину тальвегов 1–2-го порядков – 75,3 % общей длины (рис. 3).

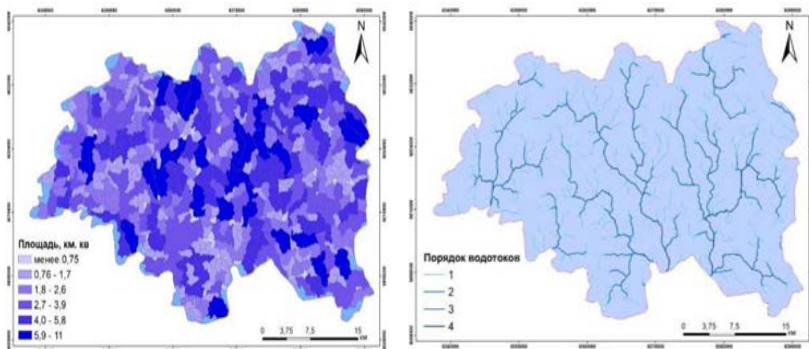


Рис. 3. Постоянные водотоки, идентифицированные по методике Стралера-Философова, и их водосборные бассейны, полученные по данным SRTM Горечковского района

Параметры максимального стока (расходы воды, объемы стока), определяющие генеральные размеры водопропускных сооружений, зависят прежде всего от площадей водосборных бассейнов, поэтому определение границ водосборов и их площадей является важной задачей, решение которой требуется при проектировании гидросооружений.

Эффективное управление водными и земельными ресурсами требует осуществления точного прогнозирования и понимания пространственного распределения влажности в пределах землепользования. Топографический индекс влажности (TWI) позволяет оценить геомор-

фологические предпосылки для развития процесса переувлажнения земель и учесть данный фактор при планировании агромелиоративных мероприятий и размещении сельскохозяйственных культур на полугидроморфных и гидроморфных почвах. TWI (Topographic Wetness Index) отображает потенциальную влажность водосбора и представляет собой натуральный логарифм отношения дренажной площади к тангенсу крутизны склона [7].

$$TWI = \ln[A/\tan(\theta)], \quad (1)$$

где A – удельная водосборная площадь;

θ – топографический градиент.

Индекс устойчивости местности TRI (Terrain Ruggedness Index) является одним из основных факторов, влияющих на энергию потока, емкость поверхностного накопления влаги, скорость стока и маршрутизацию в масштабе водосбора, и выражает величину перепада высот между соседними ячейками в растре (2):

$$TRI = Y[\sum(x_{ij} - x_{uo})^2]^{1/2}, \quad (2)$$

где x_{ij} – перепад высот между каждой из соседних ячеек раstra.

На полученном растровом изображении (рис. 4) ячейки с более низким значением индекса TWI представляют области с самым крутым уклоном, а более высокие значения ячеек представляют области с повышенным накоплением влаги в почве.

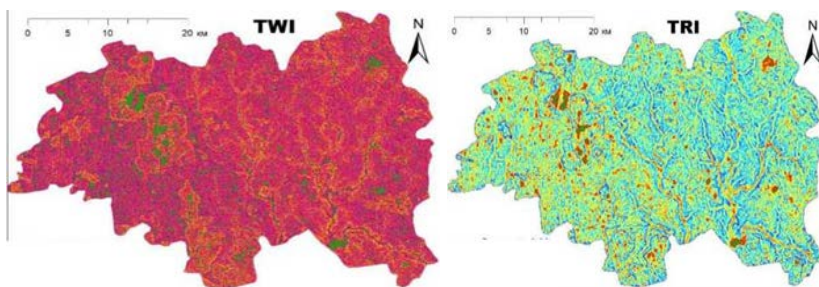


Рис. 4. Количественные показатели эрозионного потенциала рельефа и гидроморфности почвенного покрова Горецкого района

Установлено, что более 70 % территории Горецкого района имеет как возвышенные, так и пониженные участки потенциального пере-

увлажнения. Информация о влиянии рельефа на особенности распределения влаги представляет существенный интерес, поскольку позволяет выделить участки потенциального переувлажнения почв и вымокания посевов сельскохозяйственных культур.

Дальнейшие исследования следует сосредоточить в направлении возможности использования данных радарной топографической съемки для идентификации и комплексного геоморфометрического анализа отдельных осушительно-увлажнительных мелиоративных систем с целью оценки эффективности их функционирования [8].

Применение автоматизированных метеорологических измерений, анализаторов качества стоков воды с полей, измерение уровня грунтовых вод, использование георадаров и других средств измерений в режиме контроля и фиксации географических координат места проведения исследований позволяет повысить производительность труда и получить более достоверные показатели обследования.

Обследование осушенных мелиорированных земель по действующим методикам позволяет определить только локальные неисправности мелиоративной системы. Более точно определить участок, где вышла из строя мелиоративная система, возможно только дистанционно, по снимкам, показывающим всю мелиоративную систему, включая водоприемник, транспортирующие каналы и другие гидротехнические сооружения. Обследование мелиоративных систем дистанционными способами позволяет сократить время и ручной труд инженеров-гидротехников, получить более достоверные данные и составить дефектные ведомости для ремонта объектов мелиорации. Организации, обслуживающие мелиоративные системы, или собственники таких систем часто сталкиваются с необходимостью актуализации данных или с их отсутствием, а при обнаружении аварийной или чрезвычайной ситуации – с невозможностью точного и оперативного анализа причинно-следственных связей.

Изучение в динамике состояния мелиоративных систем с помощью дистанционных технологий позволит получать актуальную информацию о состоянии мелиоративной системы в целом, анализировать изменение этого состояния, выявлять возможные риски развития неблагоприятных ситуаций, выработать технологические решения по управлению производством сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курьянович, М. Ф. Использование материалов дистанционного зондирования при изучении почвенного покрова мелиорированных земель / М. Ф. Курьянович // Мелиорация. – 2014. – № 1 (71). – С. 53–58.
2. Якушев, В. П. Опыт применения и перспективы развития технологий дистанционного зондирования Земли для сельского хозяйства // В. П. Якушев, Н. Н. Дубенок, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 11–23.
3. Зверьков, М. С. Оценка мелиоративного состояния гидромелиоративной системы с использованием данных дистанционного зондирования земли и беспилотного летательного аппарата / М. С. Зверьков, С. В. Брыль // Природообустройство. – № 2. – С. 6–16.
4. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель / Н. Н. Дубенок [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 96–104.
5. Петрушин, А. Ф. Оценка состояния дренажных систем сельскохозяйственного поля с помощью данных дистанционного зондирования / А. Ф. Петрушин, Е. П. Митрофанов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 4. – С. 17–20.
6. Дуброва, Ю. Н. Геоморфометрический анализ рельефа территории Горьковского района с использованием данных дистанционного зондирования / Ю. Н. Дуброва, Т. Н. Мыслыва, Т. Н. Ткачева // Вестн. БГСХА. – 2021. – № 1. – С. 209–216.
7. Дамшевич, А. Возможности использования цифровой модели рельефа для изучения влияния морфометрических показателей на влажность почв / А. Дамшевич // Земля Беларуси. – 2017. – № 1. – С. 42–45.
8. Дуброва, Ю. Н. Комплексный морфометрический анализ территории Горьковского района с использованием данных дистанционного зондирования Земли / Ю. Н. Дуброва, Т. Н. Мыслыва, Т. Н. Ткачева // Мелиорация. – 2020. – № 3 (93). – С. 43–54.

УДК [502.174:626.877(292.471)]:338.246

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КРЫМУ

Е. И. ЕРГИНА, профессор

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,
Институт «Гаврическая академия»,
Симферополь, Российская Федерация

Ключевые слова: нарушенные земли, рекультивация, Крымский полуостров.

Аннотация. Приводится обоснование проведения рекультивационных мероприятий на нарушенных землях техногенных ландшафтов с учетом способности экосистем к самовоспроизводству почвенного ресурса. Учет результатов математического моделирования скоростей почвообразования позволит корректировать проекты рекультивации нарушенных земель.

Кроме того, активная антропогенная деятельность в Крыму привела к образованию преобразованных ландшафтов с полностью или частично отсутствующим почвенным покровом. Рекультивация таких участков и создание необходимых условий для формирования почв на нарушенных или искусственно созданных поверхностях составляет основу восстановительных мероприятий в ландшафтах антропогенного генезиса. Зональные условия протекания этих процессов определяют специфику достижения устойчивого состояния экосистем и их компонентов. Наиболее быстрое восстановление почв на таких субстратах возможно лишь при реплантации почв, но качество реставрации таких субстратов будет пропорционально мощности слоя реплантанта, что приводит к удорожанию мероприятий по рекультивации отвалов. Кроме того, нанесение такого слоя в большинстве случаев не благоприятствует стабилизации экосистемы и развитию процессов ее реконструкции или восстановления. Часто нанесенный слой почвы или реплантанта подвержен смыву или дефляции, что еще больше усугубляет экологическое равновесие на территории.

Разработка проектов рекультивации земель и земельных участков должна осуществляться с учетом:

- масштаба и характера нарушений, выявленных в результате проведенного обследования земель и земельных участков;
- природных и социально-экономических условий территории с учетом перспектив ее развития, на которой планируется осуществить рекультивацию земель и земельных участков;
- текущего и (или) прогнозируемого состояния окружающей среды в районе размещения нарушенных земель и прогнозов его изменения;
- экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных, лесохозяйственных и других нормативов и стандартов;
- планируемого целевого назначения и разрешенного использования рекультивированных земель и земельных участков.

При рекультивации карьеров на территории Крымского полуострова необходимо учитывать, кроме прочих факторов, способность экосистем к самовоспроизводству почвенного ресурса при сочетании существующих условий среды. Климатические и энергетические условия почвообразования в Крыму достаточно благоприятны и обеспечивают довольно высокие темпы формирования гумусового горизонта почв и гумуса на поверхностях отвалов. Именно эти показатели являются основными ресурсоформирующими характеристиками вновь образованных почв – эмбриоземов.

Нами с целью корректировки мероприятий по рекультивации проанализирован Проект рекультивации нарушенных земель при разработке Александровского месторождения пильных известняков, составленный с учетом наших рекомендаций в ходе научной консультации проекта.

На практике в подавляющем большинстве случаев успешность рекультивации оценивается не по качеству почвы на рекультивированном массиве, а по биологической производительности поля или даже по урожайности. Однако, как показывают многолетние исследования техногенно-нарушенных территорий, такой подход, очевидно, устарел. Формирование искусственного фитоценоза даже со значительной биологической производительностью оказывается чаще всего временным и неустойчивым. Он не гарантирует почвенно-экологического благополучия рекультивированной территории на длительную перспективу и не всегда обеспечивает необходимую скорость почвообразования.

С целью корректировки мероприятий по рекультивации нарушенных земель нами использованы методы математического моделирования процессов формирования почвенного профиля. Методологическую основу данного подхода составляют исследования процессов формирования почв на разновозрастных участках Крымского полуострова с использованием метода хронорядов и анализа почвенно-хронологической информации о формировании гумусового горизонта разновозрастных почв для чего исследовано около 90 участков, среди них археологические объекты, бelligеративные ландшафты, отвалы карьеров и других техногенных ландшафтов [1, 2]. Итоги математического моделирования процессов формирования гумусового горизонта почв, позволяют утверждать, что в современных условиях при проектировании и проведении мероприятий по рекультивации нарушенных земель необходимо учитывать тот факт, что при рекультивации отвалов в современных условиях Крыма скорость формирования гумусового горизонта почвы изменяется от 2,77 до 1,31 мм/год. Таким образом, за 20 лет формируется гумусовый горизонт, имеющий мощность более 2 см. Для интенсификации процесса почвообразования необходимо проводить дополнительные меры по стимулированию процесса (внесение минеральных и органических удобрений, орошение).

Изучив особенности вскрышных пород и скорости формирования гумусового горизонта, при проведении горнотехнического этапа рекультивации мы рекомендуем при разработке проектов рекультивации проводить, в первую очередь, отсыпания нижним слоем карбонатными

породами, затем верхним – суглинками. Именно суглинки имеют наиболее благоприятные характеристики для процессов формирования гумусового горизонта. Этот момент можно объяснить разными стартовыми условиями при почвообразовании: наличием первичного органического вещества; термодинамическими свойствами пород, строением кристаллических решеток и минералогическим составом первичных и вторичных минералов породы [3].

После проведения этапа горно-технической рекультивации дальнейшая подготовка земель под сельскохозяйственное освоение на участке Александровского месторождения включает в себя улучшение физических и гидрологических свойств, питательного режима и расчленения пород. По дну карьера, а также по выположенным склонам проводится залужение травосмеси определенного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ергина, Е. И. Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове: монография / Е. И. Ергина. – Симферополь, ИТ Ариал, 2017. – 220 с.
2. Єрґіна, О. І. Самовідновлення ґрунтів за рекультивації відвалів у АР Крим / О. І. Єрґіна, А. Л. Вінник // Агроекологічний журнал. – 2014. – № 2. – С. 50–53.
3. Ergina, E. I. The energetic and thermodynamic characteristics of chernozems of Northern Azov region and Crimea / E. I. Ergina, O. S. Bezuglova // Biogeosystem Technique. – 2016. – Vol. 8. – Is. 2. – P. 145–159.

УДК 663.415.8: 63(669.054)

СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВ, СОДЕРЖАЩИХ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

М. А. ЗАЙЧКИНА, преподаватель
В. С. БОЧАРНИКОВ, д-р техн. наук, профессор
М. А. ДЕНИСОВА, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
Волгоград, Российская Федерация

Ключевые слова: EDTA (этилендиаминтетрауксусной кислоты), тяжелые металлы, загрязнение почвы, фиторекультивация.

Аннотация. В статье рассматривается отрицательное влияние тяжелых металлов, концентрация в которых поступает в почву и в водные стоки. В предлагаемом материале результаты исследования

направлены на утилизацию растений, применяемых для очистки почвы загрязненными тяжелыми металлами методом фиторемедиации. В качестве гипераккумуляционных растений использовалась горчица.

Keywords: EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), heavy metals, soil pollution, phytoremediation.

Abstract. The article discusses the negative impact of heavy metals, the concentration of which enters the soil exceeds the MPC readings. The proposed material presents the results of a study aimed at the utilization of plants used to clean the soil contaminated with heavy metals by the phytoremediation method. Mustard was used as hyperaccumulative plants.

В настоящее время актуальной проблемой является сохранение водных ресурсов, почвы и их рационального использования. В объем пресной воды попадают сточные. Почва является основой сельскохозяйственного производства. С течением времени при постоянном воздействии человека плодородные свойства почвы ухудшаются, в результате чего почва теряет свою продуктивность [1]. Большую опасность представляет загрязнение ее тяжелыми металлами.

Тяжелые металлы – это элементы, которые могут попасть в почву в любом агрегатном состоянии [2]. При этом загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами связано с повсеместным использованием несовершенных систем и методов фильтрации, выбрасываемых в окружающую среду отходов, а также несвоевременностью проводимых работ по очистке.

Почва и сточные воды, которые загрязнены тяжелыми металлами, служат источником вторичного загрязнения подземных вод и воздуха.

При анализе исследований, проводимых на территории Волгограда и Волгоградской области, были систематизированы результаты по содержанию тяжелых металлов в почве, которые представлены на диаграмме 1 и 2 (рис. 1, 2). Для понятия общей картины на диаграмме представлены предельно допустимые концентрации (ПДК) [5].

В качестве очистки почвы был применен метод фитоэкстракции и фиторекультивации горчицы с добавлением динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты. Данная кислота представляет собой белое твердое вещество, которое хорошо растворяется в воде. Ниже представлено описание данного химического вещества [4].

Химическая формула: $C_{10}H_{12}N_2Na_4O_8 \cdot 2H_2O$.

На рис. 3 представлена модель комплекса, образованного EDTA с ионом Cu^{2+} .

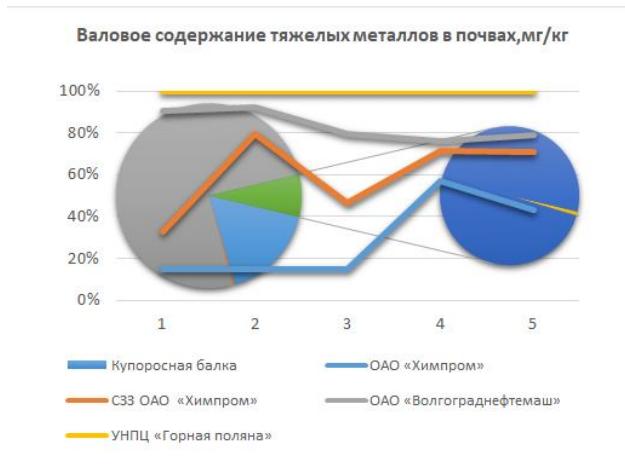


Рис. 1. Диаграмма 1. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг

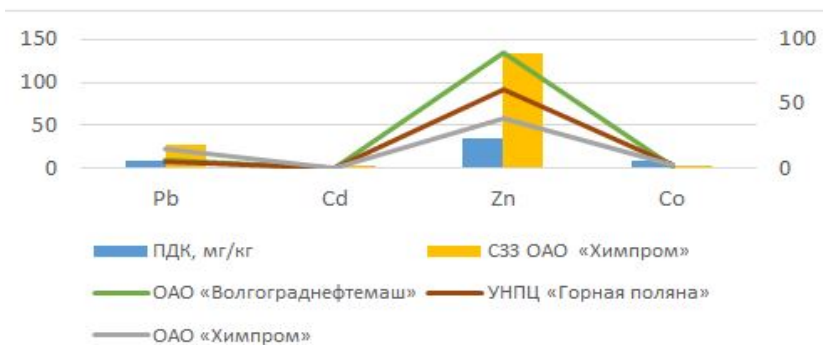


Рис. 2. Диаграмма 2. Содержание тяжелых металлов в подвижной форме в почвах исследуемых объектов, мг/кг

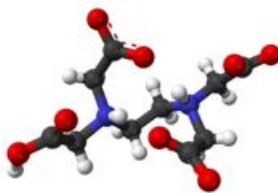


Рис. 3. Модель комплекса, образованного EDTA с ионом Cu^{2+}

В исследовании проведена фитомелиорация с применением гипераккумуляционной горчицы по удалению тяжелых металлов из почвы с использованием метода фиторекультивации. Данное исследование заключается в посеве и выращивании горчицы, при орошении которой в почву вносятся различные концентрации EDTA. Технология состоит в следующем. Производится высадка семян горчицы на загрязненном участке, почва заражена тяжелыми металлами: цинком, медью, свинцом, ртутью, затем осуществляется орошение почвы с добавлением EDTA по однофакторной схеме в пяти повторностях. На первой делянке внос в почву EDTA не производился. На всех остальных участках EDTA вносили соответственно 2,5; 5; 7,5; 10,0 кг · га⁻¹ [3].

Обработка гипераккумуляторных растений на загрязненной почве с применением EDTA представлена на рис. 4.

После проведения опыта на выбранных участках были взяты пробы черноземовидной (темноцветная) супесчаной почвы Купоросной балки и светло-каштановой солонцеватой суглинистой почвы УНПЦ «Горная поляна».



Рис. 4. Обработка гипераккумуляторных растений на загрязненной почве с применением EDTA

До начала проведения эксперимента почву подкисляли внесением компоста и производили полив растений с применением EDTA. Затем, в фазу зацветания, растения горчицы утилизировали.

Выбранное растение физически и химически иммобилизует загрязнители через свои корни. Гипераккумуляторные растения, используемые в области исследования, производят большое количество биомассы при условии высоких концентраций тяжелых металлов.

По завершении фазы роста и процессов транспортировки токсических веществ в надземные органы растений они удаляются и подлежат утилизации.

Вывод.

Установлено, что способ очистки почв от тяжелых металлов путем выращивания гиперакумуляторных растений-фитомелиорантов на загрязненных почвах является экологически безопасным и экономически целесообразным. Анализ почв после проведенных исследований показал положительную динамику в отношении тяжелых металлов, находящихся в почве. Таким образом, заявленный способ характеризуется эффективностью и относительной простотой исполнения, при этом обеспечивает повышение эффективности очистки почвы от тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. – Волгоград, 2020. – 327 с.
2. Simultaneous Cu-EDTA oxidation decomplexation and Cr(VI) reduction in water by persulfate/formate system: Reaction process and mechanisms / Q. Wang [et al.] // *Chemical Engineering Journal*. – 2022. – 427 с.
3. Бочарников, В. С. Влияние EDTA на комплекс тяжелых металлов в почвенной среде / В. С. Бочарников, М. А. Заичкина, М. А. Денисова // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI в.: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2021. – С. 129–133.
4. Performance and Microbial Community Analysis of an Electrobiofilm Reactor Enhanced by Ferrous-EDTA / N. Liu [et al.]. – 2021. – *ACS Omega* 6 (28). – С. 177–178.
5. Околелова, А. А. Тяжелые металлы в почвах Волгоградской агломерации / А. А. Околелова, Г. С. Егорова, А. С. Касьянова // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2013. – № 1 (29). – С. 45–49.

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВА НАНО-ГРО ДЛЯ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

Р. М. ЗАМАНОВА, вед. науч. сотрудник

Научно-исследовательский институт земледелия,
Баку, Азербайджанская Республика

Ключевые слова: Нано-Гро, ростовые вещества, кормовая свекла, растение, семена.

Аннотация. В статье рассматривается значение регуляторов роста, имеющих важное значение в жизни сельскохозяйственных растений, и влияние на кормовую свеклу впервые примененного в нашей стране ростового вещества Нано-Гро. Отмечается, что исследования проводились на фоне двух удобрений $N_{60}P_{45}K_{90} + 20$ т и $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ т навоза. В ходе исследования необходимое количество семян замачивали в водном растворе с добавлением 2 и 4 гранул Нано-Гро перед посевом и опрыскивали зеленую массу 3 раза в течение вегетационного периода. В результате исследований в варианте $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ т навоза и опрыскивания Нано-Гро с 4 гранулами на листовую массу продуктивность корнеплода составила 880,6 ц/га, это на 128,4 % больше по сравнению с контрольным вариантом и на 20,8 % выше по сравнению с фоновым вариантом.

Keywords: Nano-Gro, growth substance, fodder beet, plant, seed.

Summary. The article examines the importance of growth regulators, which are important in the life of agricultural crops, and the effect of Nano-Gro growth substance, which we used for the first time in our country, on fodder beet. It is noted that the study was conducted on the background of two fertilizers $N_{60}P_{45}K_{90} + 20$ t and $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ t manure. During the study, the required amount of seeds was soaked in an aqueous solution of 2 and 4 Nano-Gro granules before sowing and the green mass was sprayed 3 times during the growing season. As a result of the research, $N_{160}P_{90}K_{210} + 20$ t of manure and 4 grains of Nano-Gro were sprayed on the leaf mass, the productivity of root crop was 880,6 s/ha, growth was 128,4 % compared to the control variant and 20,8 % compared to the background variant.

Введение. Кроме углеводов, жиров и белков, составляющих основную массу органических веществ растений, существуют вещества, чрезвычайно важные для жизни живых организмов и называемые ростовыми веществами. Эти вещества состоят из микроэлементов и регулируют жизнедеятельность растений, воздействуя на их физиологически активные точки.

По действию ростовых веществ они делятся на 3 группы: те, что регулируют протоплазму, активируют деление и рост клеток [6].

Повышение или понижение концентрации микроэлементов в растениях ослабляет и даже разрушает их. У зеленых растений ауксин встречается в меристеме точек апекса, на верхушечной почке и (в физиологически активных точках) немного на кончике корня [11].

Одним из ростовых веществ является препарат Тур, который повышает устойчивость растений к засухе, низким температурам и некоторым грибковым заболеваниям [3].

Нано-Гро состоит из сульфатных соединений Fe, Al, Ni, Mn, Mg, Ag и сахарозы. Масса одной гранулы – 0,05 г. Нано-Гро распыляется в виде капель дождя для роста растений. Его также наносят на зерновые, бобовые, фруктовые, овощные, декоративные растения, деревья, кустарники и травы перед посадкой и в период вегетации [8].

Цель исследования. С целью увеличения количества и качества продукта из поля были проведены научные исследования по изучению действия Нано-Гро, представляющего собой применение современных нанотехнологий в сельском хозяйстве, на кормовую свеклу на фоне минеральных и органических удобрений.

Материалы и методика исследований. Полевые опыты проводились в 2014–2016 гг. на территории Апшеронского подсобного опытного хозяйства. Проведен двухфакторный полевой опыт с использованием сорта «Свекла белая полусахарная». Полевой опыт заложен в 4 повторностях, 6 вариантах, 2 схемах, норма посева – 14 кг/га, схема посева – 70×30 см. Предшественником был смешанный посев бобовых и злаковых культур. Исследования проводились в соответствии с агроправилами, разработанными для кормовых растений.

Материалы исследования. 1. Кормовая свекла. 2. Органические и минеральные удобрения ($N_{60}P_{45}K_{90}$ + навоз 20 т (Фон 1), $(N_{160}P_{90}K_{210}$ + навоз 20 т (Фон 2)). 3. Физиологически активное ростовое вещество Нано-Гро.

Применение методик играет ключевую роль в научном анализе почвенных процессов и прогнозировании на научной основе. В связи с

этим выбор методов исследования представляется целесообразным. С учетом этого для аналитического анализа в исследовательский период использовались следующие классические и общепризнанные методы.

Для изучения агрохимических свойств почвы из слоев 0–20, 20–40, 40–60, 60–80 см классическим методом были взяты почвенные срезы и определены агрохимические показатели. В почвенных пробах рН был определен в потенциометре, общий гумус определяли по И. В. Тюрину, общий азот (N) по Кельдалью, общий фосфор (P) по К. Э. Гинзбургу, подвижный фосфор (P_2O_5) по Б. П. Мачигину, общий калий (K) по П. К. Смиту, обменный калий (K_2O) по П. В. Протосову. Карбонатный осадок определяли пламенным фотометром, влажность почвы – высушиванием в термостате при 105 °С.

Изучено количество усваиваемых форм элементов питания в почвах опытного участка. Были установлены следующие показатели: рН почвы (0–20, 20–40, 40–60, 60–80 см) – 8,3–8,6, карбонат кальция ($CaCO_3$) – 17,34–24,46 %, общий азот – 0,06–0,07 %, общий гумус – 1,31–0,86 %, подвижный фосфор P_2O_5 (легкоусвояемый) – 12,7 мг, обменный калий K_2O – 207 мг, а в нижних слоях эти показатели уменьшались. По принятой в республике градации почва опытного поля очень бедна фосфором и калием.

Слабая обеспеченность почв региона основными элементами питания обуславливает необходимость применения органических и минеральных удобрений. Мировой опыт показывает, что ростовые вещества и микроэлементы вносят в растения на фоне удобрений. Целью наших исследований было не изучение оптимальных норм удобрений, а определение влияния ростового вещества Нано-Гро на высоту, развитие, продуктивность, качество продукции кормовой свеклы на фоне минеральных и органических удобрений.

Поэтому в наших исследованиях действие Нано-Гро определяли на фоне двух разных норм удобрения $N_{60}P_{45}K_{90}$ + навоз 20 т (Фон 1) и $N_{160}P_{90}K_{210}$ + навоз 20 т (Фон 2). Семена замачивали в растворе Нано-Гро перед посевом и опрыскивали зеленую массу 3 раза в течение вегетационного периода. Перед посевом 2 и 4 гранулы Нано-Гро растворяют в 1 л воды и заранее подготовленное количество семян в мешочках замачивают в отдельных пластиковых емкостях на 30 и 60 с. В качестве нормы расхода на зеленую массу вносили 2 гранулы (0,001 кг/га) и 4 гранулы (0,002 кг/га) из расчета на 300 л воды методом опрыскивания.

1. Контроль – семена замачивали в обычной воде и высевали.
2. Семена замачивали в водном растворе Нано-Гро из расчета 2 гранулы (0,001 кг/га) в течение 30 с.
3. Семена замачивали в течение 30 с в водном растворе Нано-Гро из расчета 4 гранулы (0,002 кг/га).
4. Семена замачивали в течение 60 с в водном растворе Нано-Гро из расчета 2 гранулы (0,001 кг/га).
5. Семена замачивали в водном растворе Нано-Гро в течение 60 с из расчета 4 гранулы (0,002 кг/га) и высевали.

Известно, что шелуха семян свеклы, образованная путем соединения нескольких семян, замачивается в Нано-Гро на 30 и 60 с, но этого мало. Исследовательская работа проводилась по-разному. Плюсы и минусы исследований неизбежны. Во многих исследованиях, проведенных в мире и в нашей стране, другие исследователи отмечают замачивание семян в течение нескольких часов или дней, как правило, веществом, содержащим один или несколько элементов. Физиологически активный Нано-Гро, который мы используем, представляет собой органическое соединение сульфатов Fe, Al, Ni, Mn, Mg, Ag и сахарозы, согласно данным производителя. Вот мы и подумали, какой же эффект от вещества с таким составом за полминуты или за одну минуту? После замачивания семян в растворе Нано-Гро на 30–60 с и посева в полевой всхожести за 3 года не было большой разницы. Всходы со всех вариантов были получены одновременно.

Однако в течение вегетации, в то время как мы наблюдали мучнистую росу и свекольную тлю, в вариантах контроля вегетации и в вариантах с Нано-Гро не наблюдалось ни болезней, ни вредителей. Повидимому, возбудители болезней и вредителей в семенных коробочках кормовой свеклы были уничтожены под действием Mn и Ag, содержащихся в веществе Нано-Гро. В течении вегетационного периода мы наблюдали значительные изменения в листовой массе растения и рост корнеплода под влиянием опрыскивания.

Поскольку климат Апшеронской зоны относится к сухому климатическому типу, среднегодовая температура колеблется в пределах 10–14,5 °С, а среднемесячная температура июля колеблется в пределах 21–27 °С. Поэтому в июле – августе свекле требуется больше воды. Поэтому опытные плесевы поливали в течение года в зависимости от месячной потребности растений. В поле эксперимента были своевременно проведены все агротехнические мероприятия по уходу в соответствии с методикой и агроправилами, разработанными для региона.

Схема посева и опрыскивания представлена в таблице.

**Схема замачивания семян препаратом Нано-Гро и посева
на опытном поле**

I схема	II схема
1. Контроль	1. Контроль
2. N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀ + навоз 20 т (Фон 1)	2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20 т (Фон 2)
3. Фон 1 + 2 гранулы (30 с)	3. Фон 2 + 2 гранулы (30 с)
4. Фон 1 + 4 гранулы (30 с)	4. Фон 2 + 4 гранулы (30 с)
5. Фон 1 + 2 гранулы (60 с)	5. Фон 2 + 2 гранулы (60 с)
6. Фон 1 + 4 гранулы (60 с)	6. Фон 2 + 4 гранулы (60 с)
Схема опрыскивания листьев препаратом Нано-Гро на опытном поле	
I схема	II схема
1. Контроль	1. Контроль
2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20 т (Фон 2)	2. N ₁₆₀ P ₉₀ K ₂₁₀ + навоз 20 т (Фон 2)
3. Фон 1 + 2 гранулы	3. Фон 2 + 2 гранулы
4. Фон 1 + 4 гранулы	4. Фон 2 + 4 гранулы
5. Фон 1 + 2 гранулы	5. Фон 2 + 2 гранулы
6. Фон 1 + 4 гранулы	6. Фон 2 + 4 гранулы

Перед посевом 2 и 4 гранулы Нано-Гро растворяют в 1 л воды и заранее подготовленное количество семян в мешочках замачивают в отдельных пластиковых емкостях на 30 и 60 с (0,001 кг/га), а раствор из 4 гранул (0,002 кг /га) наносят на растения опрыскиванием.

Результаты и их обсуждение. В соответствии с целью исследования мы целенаправленно сокращаем объяснение результатов и поясняем только 4 наиболее важных варианта. Влияние Нано-Гро на урожайность корнеплодов кормовой свеклы показано на рис. 1

В результате исследования наибольшая урожайность кормовой свеклы за 3 года составила 880,6 ц/га в варианте опрыскивания N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + 20 т навоза и Нано-Гро с 4 гранулами на листовую массу, что больше на 128,4 % по сравнению с контрольным вариантом и 20,8 % по сравнению с вариантом N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + 20 т навоза. Так, установлено, что продуктивность внесения N₁₆₀P₉₀K₂₁₀ + навоз под свеклу в количестве 20 т (Фон 2) и Нано-Гро в 4 раза выше, чем на фоновом и безудобрительном вариантах.

В полевых опытах опрыскивание физиологически активного вещества Нано-Гро на фоне различных минеральных и органических удобрений и в варианте опрыскивания 4 гранулами (0,002 кг/га) Нано-Гро в обеих схемах оказало наилучшее влияние на урожайность роста и развития кормовой свеклы, корнеплодов и листовой массы.

Урожайность кормовой свеклы увеличилась с 385,8 ц/га до 880,6 ц/га в зависимости от разных норм внесения физиологически

активного Нано-Гро на фоне минеральных и органических удобрений по сравнению с неудобренным и фоновым вариантом во всех вариантах эксперимента.

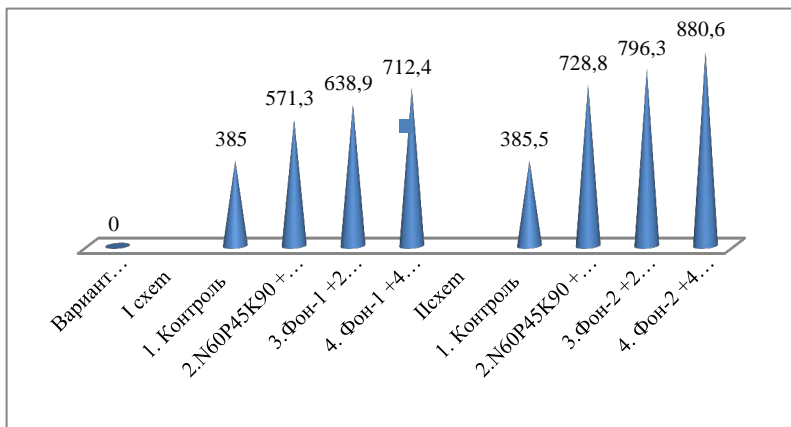


Рис. 1. Урожайность корнеплодов после третьего опрыскивания Нано-Гро

В результате замачивания семян в 0,05%-ном растворе микроудобрения дополнительно к контролю было получено 0,8–0,3 % сухого вещества и 0,6–2,6 % сахара [4]. При внесении на сахарную свеклу 3 кг микроэлементов Cu, Zn, Mn на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ на промытых серобурых почвах Нахчыванской АР продуктивность корнеплодов составила 52,3 % под влиянием Zn и 21,3 % под влиянием Cu. За счет влияния Mn она увеличилась на 63,8 % [2].

Семена кормовой свеклы перед посевом замачивали в течение 24 ч в 0,05%-ном растворе марганца, бора, молибденовой кислоты и микроудобрения, сушили в тени, в результате чего было получено 43,9–117,5 ц/га урожая корнеплода и 109,0 ц/га дополнительной листовой продукции [5]. $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{90} + 10$ т на фоне навоза при внесении нефтяного ростового вещества из кормовой свеклы получали на 9–20 % больше продукта, чем в контроле [1]. После применения Нано-Гро за сутки до посева на Маргарите урожайность повысилась до 2,83–3,80 т/га, на Марусе – до 2,71–3,81 т/га, на Софии – до 2,25–3,35 т/га [9]. Под влиянием Нано-Гро продуктивность яровой пшеницы увеличилась на 21,3 %, яровой ячменя – на 19,6 % [10].

Предложения.

В фазу интенсивного развития листьев кормовой свеклы рекомендуется опрыскивание раствором Нано-Гро из расчета 4 гранулы (0,002 кг/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабалаев, Ф. Влияние добычи полезных ископаемых и новых видов удобрений на урожайность сахарной и кормовой свеклы в условиях Южномуганской зоны: диссертация / Ф. Агабалаев. – Баку, 1964. – С. 19–172.
2. Байрамов, Б. Влияние минеральных и макроудобрений на урожайность сахарной свеклы в условиях промытых сероземов Нахчыванской АР / Б. Байрамов // Азербайджанский аграрный научный, научно-теоретический журнал. – 2005. – № 1–2. – С. 188.
3. Джафаров, И. Фитотерапия. Препараты, ретарданты, влияющие на рост и развитие растений / И. Джафаров. – Баку: АГАУ, 2002. – С. 40.
4. Алнагиев, Г. Влияние семян, обработанных микроэлементами, на продуктивность и качество свеклы / Г. Алнагиев // Тематический сборник. – Баку: АЗ НИИ. – 1974. – Т. 1. – С. 29–30.
5. Алнагиев, Г. Влияние микроудобрений на урожайность и качество сахарной свеклы в условиях Гедабекского района / Г. Алнагиев // Тематический сборник. – Баку: АЗ НИИ. – 1976. – Т. 2. – С. 3.
6. Сейидалиев, Н. Семеноводство: учебник / Н. Сейидалиев, Ф. Курбанов, М. Мамедова. – 2014.
7. Воробйов, Ф. Агрохимия / Ф. Воробйов. – Москва: Огиз-Сельхозгиз. – 1966. – Т. IV. – С. 173–177.
8. Воропаева, Н. Нанотехнологии предпосевной обработки семян с использованием (нано) чипов / Н. Воропаева, О. Фиговский // Nanotech industries. – 2014.
9. Воробьева, Т. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и предпосевной обработки семян в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Т. Воробьева. – Кинель, 2013.
10. Куркина, Ю. Влияние прерарата Нано-Гро на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя / Ю. Куркина, Р. О. Газманов // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. – 2010. – № 9 (80). – Вып. 11.
11. Петербургски, А. Агрохимия / А. Петербургски. – Москва: Огиз-Сельхозгиз, 1966. – Т. III. – 144 с.

УДК 556.5.06(476)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Т. Е. ЗУБРИЦКАЯ, ст. преподаватель
А. А. ВОЛЧЕК, профессор, д-р геогр. наук
Российской Федерации и Республики Беларусь

УО «Брестский государственный технический университет»,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: водные ресурсы, методы, водопотребление, загрязнение, распределение по регионам.

Аннотация. В статье представлены различные пути и методы определения водопотребления в Республике Беларусь. Выполненные исследования позволили разработать модели развития водопотребления в будущем.

Keywords: water resources, methods, water consumption, pollution, distribution by region.

Summary. The article presents various ways and methods of determining water consumption in the Republic of Belarus. The studies carried out made it possible to develop models for the development of water consumption in the future.

Водные ресурсы являются одним из важнейших компонентов окружающей природной среды, обеспечивающие функционирование экосистем, в то же время обеспечивают нормальное функционирование всех отраслей народного хозяйства, поддержание и улучшение условий жизнедеятельности населения. Поэтому одной из главных задач в области водных ресурсов является их рациональное использование.

По мере развития экономики и благоустройства населенных мест все чаще возникают дефициты водных ресурсов и требуется научно обоснованная политика в области водопотребления с целью разработки мероприятий по оптимизации водохозяйственных балансов.

Хотя забор воды из источников значительно меньше среднего годового стока, уже в обозримом будущем для основных бассейнов рек водохозяйственный баланс прогнозируется напряженным.

Основные причины:

- несоответствие размещения водоемких потребителей располагаемым водным ресурсам по территории;
- значительные колебания стока как от года к году, так и внутри его.

Значительная часть водопотребления не поддается или не подлежит сокращению, например, испарение воды с поверхности водохранилищ, снижению норм коммунально-бытового водопотребления и др. Поэтому деятельность по сокращению водопотребления должна быть направлена на уменьшение ее затрат в коммунальном и промышленном водоснабжении; на уменьшение потерь воды в системах водоснабжения. Это потребует больших материальных и трудовых затрат.

Развитие оборотного водоснабжения не вызывает сомнений с точки зрения охраны природных вод от загрязнения. Однако это ведет к увеличению потерь воды, так как при сохранении водозатрат в технологических циклах с внедрением водооборота ее потери на испарение и фильтрацию растут на коммуникациях и сооружениях системы оборотного водоснабжения. При этом переход на замкнутые системы водоснабжения потребует значительных материальных затрат на мероприятия по утилизации отходов производства; в противном случае отходы на том или ином этапе превратятся в источники загрязнения окружающей среды.

Значительные заборы воды из рек приводят к неблагоприятному изменению режима водоемов, что, в свою очередь, влечет за собой хозяйственные ущербы и отрицательно воздействует на окружающую среду.

Развитие водопотребления сопровождается увеличением объемов отработанных вод, которые в той или иной мере попадают в водные источники. В стране проводится большая работа по сокращению количества попадающих в источники загрязнений. Значительные средства вкладываются в создание оборотных систем водоснабжения (без сброса сточных вод в водоемы), в разработку безотходных технологических процессов и др. Однако если в динамике загрязнения водных источников отходами промышленности в некоторых районах и намечается перелом, то решение проблемы в целом требует еще немалых усилий и крупных капиталовложений. Помимо загрязнений водоемов удобрениями и ядохимикатами, поступающими с полей в виде дренажных вод, а также с талыми водами, обильные загрязнения приносят с собой кислотные дожди и ливневые стоки городов. Рост некомпен-

сируемого изъятия воды из бассейнов рек повлечет за собой сокращение лимитов воды на функционирование экосистем.

Поэтому становится ясно, что одна только рационализация водопотребления в бассейнах крупных рек страны не может открывать широкие возможности для развития водоемких производств.

Крайне важно определить величину допустимых изъятий воды. Необходимы исследования, направленные на выработку системы комплексных методических подходов. Методические рекомендации должны учитывать хозяйственные и природоохранные аспекты как в зоне намечаемого изъятия вод, так и в зоне их использования.

По мере возрастания требований на воду все большее значение приобретает оптимальное управление водными ресурсами, которое включает:

- распределение водных ресурсов между отраслями хозяйства и отдельными водопотребителями;
- распределение водных ресурсов между регионами страны;
- комбинированное использование поверхностных и подземных вод с периодическим восполнением запасов подземных вод поверхностными.

Проблему водообеспечения страны нельзя решать без учета социальных аспектов и, прежде всего, без:

- выполнения требований питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения к качеству гарантируемых в этих целях объемов воды;
- поддержания занятости населения (с учетом естественного прироста) в отраслях, связанных с режимом водных источников (их водностью и качеством вод) или путем создания новых рабочих мест в отрасли хозяйства, функционирование которых не будет ущемляться при возможном нарушении режима природных вод и водных объектов;
- сохранения связанных с режимом водных объектов условий для отдыха, спорта, рекреаций или развития альтернативных путей удовлетворения указанных потребностей общества.

Системы питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения нуждаются в дальнейшем развитии. В малых городах и сельских населенных пунктах уровень водоустройства должен отвечать современным требованиям к жилищам. Решение этой проблемы на большей части территории не вызывает затруднений. Необходимо проводить мероприятия по охране вод от загрязнения фильтрующими водами коллекторно-дренажной сети.

Нужно различать данные по фактическому использованию воды (или современное водопотребление) и расчетные данные, относящиеся к будущему периоду. И в том, и в другом случае для определения водопотребления необходимы расчетные приемы. Между тем сложившееся водопользование отвечает тому уровню технологии подачи, распределения, использования и отвода воды, которое действительно имеет место на реально функционирующих объектах народного хозяйства. Только по большому числу таких однотипных объектов можно выводить какие-то укрупненные показатели водопотребления, отклонения от которых на отдельных объектах могут быть весьма существенными. Поэтому современное состояние водопотребления должно оцениваться главным образом по статистическим и отчетным материалам, основанным на инструментальной регистрации.

Информационными системами охвачены не все виды использования воды. Так, не регистрируется объем воды, используемый непосредственно в руслах рек. Не поддаются регистрации потери на испарение с поверхности водохранилищ и прудов. Не проводится инструментальный учет использования воды в сельском хозяйстве. При оценке современного состояния к таким категориям водопользования применяются методы, которые предназначены для оценки прогнозного водопотребления.

Метод прямого счета основывается на применении специально разработанных норм (удельных показателей) водопотребления и водоотведения, относящихся к единице показателей социального и экономического развития территории, подготавливаемых в государственных планах, схемах развития и размещения производительных сил, генпланах городов, проектах районных планировок и т. д.

Метод экстраполяции определения прогнозного водопотребления основывается на применении тех или иных моделей экстраполяции фактических данных за предшествующие годы. Здесь используются линейные и нелинейные модели, корреляционные зависимости водопотребления от некоторых экономических характеристик.

Метод экспертной оценки основывается на заключении специалистов, расчетах и исследованиях, определяющих водопотребление в виде абсолютных цифр.

Системный анализ накопленной информации и сравнительно-географический метод позволяют синтезировать наиболее важные, ключевые положения пространственно-временных колебаний водопотребления.

Строгой границы между рассмотренными методами нет. Так, анализ удельных показателей использования вод по фактическим данным позволяет вместо экстраполяции использовать прямой счет. При использовании экспертных оценок также возможно оперирование с некоторыми удельными характеристиками использования вод (современными или перспективными).

Системный анализ накопленной информации позволил выделить наиболее важные проблемы водопотребления по областям.

Анализ данных по использованию водных ресурсов как на региональном, так и на отраслевом уровнях осуществлялся в каждом конкретном случае с учетом всех видов использования воды (хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение, нужды рыбо-прудового хозяйства).

Проблема обеспечения населения питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве с каждым годом обостряется. В водопотреблении на хозяйственно-питьевые нужды в первой половине исследуемого периода выявлены некоторые колебания – рост до 2001 г., а затем прослеживается четкая тенденция уменьшения забора воды. Это связано с экономией водных ресурсов в результате установки населением приборов учета воды в жилом секторе, а также со значительным уменьшением численности населения в Республике.

На период с 2000 по 2020 г. по областям Беларуси произошло снижение использования воды в производстве. Это вызвано сокращением некоторых производств, внедрением современных водосберегающих технологий, фундаментальных разработок в области ресурсосбережения и энергосбережения, расширением оборотного и последовательно-го водоснабжения и т. д.

В сельскохозяйственном секторе с 2000 г. прослеживается уменьшение водопотребления по областям Беларуси к 2008 г., а затем постепенное увеличение к 2020 г. Это вызвано рядом проблем, таких как: аварийное состояние и высокий износ элементов систем водоснабжения; отсутствие качественной и своевременной эксплуатации элементов; недостаточный охват сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств приборами учета расхода воды; уменьшением численности населения в селах.

Выполненные нами исследования позволили разработать прогнозные модели развития водопотребления в будущем.

Водопотребление по областям остается завышенным и требует широкого внедрения водосберегающих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь: стат. сб. / Мин-стат Респ. Беларусь, НИИ статистики. – Минск, 2000.
2. Волчек, А. А. Использование водных ресурсов в Республике Беларусь / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – № 2 (86). – С. 29–33.
3. Волчек, А. А. Проблемы водопотребления Беларуси / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2016. – № 2 (98). – С. 7–10.
4. Волчек, А. А. Водопотребление в областных центрах Республики Беларусь / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая, Н. Н. Шешко // Вода Magazine. – 2018. – № 4. – С. 46–52.
5. Волчек, А. А. Динамика распределения водных ресурсов Беларуси между секторами экономики / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2 (115). – С. 6–9.

УДК 633/635:631.582

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ РАССАДЫ, НОРМЫ РАССАДЫ НА ГЕКТАР И УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ ЗЕРНОВЫМ И СОЛОМЕННЫМ УРОЖАЕМ РИСА СОРТА «ХАШИМИ»

Т. А. ИСЛАМЗАДЕ

Научно-исследовательский институт земледелия,
Баку, Азербайджанская Республика

Ключевые слова: почва, растения, азот, фосфор, рис.

Аннотация. В статье в исследовательской работе было изучено влияние сроков посадки рассады, нормы рассады на 1 га и условий питания на общее количество азота, фосфора, калия в зерновом и соломенном урожае риса сорта «Хашими» и на усвоение ими питательных веществ из почвы. При норме 2,5 млн. штук рассады на 1 га общее количество азота, фосфора, калия уменьшилось в зависимости от густоты растений во всех трех условиях питания относительно 1,0 млн. и 1,7 млн. шт/га, а также уменьшилось количество питательных веществ, усваиваемых из почвы в зависимости от обоих урожаев.

Keywords: soil, plant, nitrogen, phosphorus, rice.

Summary. In the article, in the research work, the influence of the timing of planting seedlings, the norm of seedlings per hectare and nutritional conditions on the total amount of nitrogen, phosphorus, potassium in the grain and straw harvest of rice of the Khashimi variety and on their absorption of nutri-

ents from the soil was studied. At a rate of 2.5 million seedlings per 1 hectare, the total amount of nitrogen, phosphorus, potassium decreased depending on plant density in all three nutritional conditions relative to 1.0 million and 1.7 million seedlings/ha, as well as the amount of nutrients absorbed from the soil decreased depending on both yields.

Многие авторы изучали изменения количества общего NPK в фазах развития рисовых растений. Так, в варианте $N_{120}P_{80}K_{60}$ (фон) общий азот в корнях в фазе кушения составил 1,6 %, в листьях – 2,72 %, в корнях и листьях во время цветения – 0,82 и 1,51 %, в корнях – 0,72 %, в листьях – 0,65 % и в зерне в фазе полной спелости – 1,21 %, фосфор составил соответственно 0,66; 0,73; 0,52; 0,62; 0,50; 0,20, 0,64 %, калий – 1,38; 2,53; 0,66; 2,24; 0,51; 2,10, 0,32 %. На фоне при варианте Su 0,5 % значительно увеличился азот на 1,69; 2,95; 0,94; 1,64; 0,80; 0,64, 1,31 %, фосфор – на 0,72; 0,79; 0,60; 0,71; 0,57; 0,21 и 0,72 %, калий – на 1,44; 2,61; 0,70; 2,40; 0,57; 2,16 и 0,37 %, урожайность составила соответственно 70,5 и 79,3 ц/га [1].

Исследования показали, что при обработке семян риса удобрением Биоплант Флора перед посевом содержание общего азота в поверхностной массе риса в фазе всхождения ростков в контрольном варианте составило 2,17 %, в фазе кушения – 1,73 %, в фазе трубкования – 1,52 %, в фазе полного созревания у листьев – 0,62 %, у зерен – 1,10 %, при обработке семян удобрением Биоплант Флора 2 л/т – соответственно 2,63; 1,92; 1,61; 0,58 и 1,13 %. Общий фосфор в контрольном варианте составил 0,82 %, в фазе кушения – 0,72 %, в фазе трубкования – 0,69 %, в фазе полного созревания у листьев – 0,24 %, у зерен – 0,57 %, при обработке семян удобрением Биоплант Флора 2 л/т – соответственно 0,87; 0,74; 0,71; 0,21 и 0,63 %. Общий калий в массе в контрольном варианте составил 2,72 %, в фазе кушения – 3,30 %, в фазе трубкования – 2,21%, в фазе полного созревания у листьев – 1,90 %, у зерен – 0,31 %, при обработке семян удобрением Биоплант Флора 2 л/т – соответственно 3,20; 3,34; 2,98; 1,97 и 0,34 % [2, 3, 4].

Исследования проводились в ООО «Джануб Агро», расположенном в селе Сиявар Лянкяранского района на подзолисто-желтоземных глеевых почвах с сортами риса «Хашими» и «Шируди». 3-факторные ($2 \times 3 \times 3$) полевые опыты заложены по следующей схеме:

Фактор А – сроки посадки рассады риса:

- 1) 1-я декада мая;
- 2) 3-я декада мая.

Фактор Б – норма посадки рассады на гектар (млн. шт.): 1,0; 1,7; 2,5.

Фактор С – условия питания:

1) неудобренный;

2) $N_{90}P_{60}K_{40}$;

3) $N_{120}P_{80}K_{60}$.

Площадь учетной единицы каждого варианта составила 54,0 м² (30×1,80 м), где готовые рассады были посажены в 4 повторностях рядовым способом. В опытном поле из минеральных удобрений – 34,7 % азотно-аммиачной селитры, 18,7 % фосфорно-простого суперфосфата и 46 % калия – калия-сульфата, 100 % фосфора и калия, 50 % азота были внесены под пахотный слой перед посадкой рассады, а остальные 50 % азота были внесены в виде подкормки между рядами в фазе кущения. Фенологические наблюдения были проведены на 25 растениях, а агротехнические мероприятия проведены в соответствии с правилами, принятыми для региона.

С учетом вышеизложенного в исследовательской работе было изучено влияние сроков посадки рассады, нормы рассады на 1 га и условий питания на общее количество азота, фосфора, калия в зерновом и соломенном урожае риса сорта «Хашими» и на усвоение ими питательных веществ из почвы. Установлено, что содержание общего азота, фосфора и калия при норме рассады на каждые три гектара в контрольно-неудобренном варианте значительно увеличилось в зависимости от сроков посадки рассады, нормы рассады на 1 га и условий питания. В результате увеличилось количество питательных веществ, извлекаемых из почвы зерном и продуктами соломы.

При посадке рассады риса сорта «Хашими» в 1-й декаде мая и в контрольно-неудобренном варианте с нормой рассады 1,0 млн. шт/га содержание общего азота в зерне риса составило 1,38–1,40 %, общего фосфора – 0,65–0,67 %, общего калия – 0,34–0,36 %, масса азота, который усваивается из почвы при зерновом урожае 32,4–35,6 ц/га, составила 44,7–49,8 кг/га, масса фосфора – 21,1–24,0 кг/га, калия – 11,0–12,8 кг/га, общий азот в соломе составил 0,75–0,78 %, общий фосфор – 0,34–0,36 %, общий калий – 1,21–1,23 %, масса азота, который усваивается из почвы при соломенном урожае 60,0–68,2 ц/га, составила 45,0–53,2 кг/га, фосфора – 20,4–24,6 кг/га, калия – 72,6–84,0 кг/га. Под влиянием минеральных удобрений увеличилось общее количество азота, фосфора, калия в зерне и соломе, а также количество усваиваемых из почвы элементов питания по сравнению с неудобренным вариантом. Так, при норме минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{40}$ общий азот в зерне риса варьировал в пределах 1,40–1,43 %, общий фосфор – 0,66–0,69 %, общий калий – 0,35–0,38 %, масса азота, который усваи-

вался из почвы при зерновом урожае 40,2–44,8 ц/га, составила 56,3–64,1 кг/га, масса фосфора – 26,5–31,0 кг/га, калия – 14,1–16,8 кг/га, общий азот в соломе составил 0,76–0,81 %, общий фосфор – 0,34–0,37 %, общий калий – 1,21–1,25 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 72,1–81,0 ц/га, составила 54,8–64,8 кг/га, масса фосфора – 24,5–30,0 кг/га, калия – 87,2–99,6 кг/га. Высокое количество общего азота, фосфора, калия и питательных элементов, извлекаемых из почвы, наблюдались в норме минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{60}$ в зависимости от урожайности.

Так, общий азот в зерне риса составил 1,42–1,43 %, общий фосфор – 0,66–0,71 %, общий калий – 0,36–0,39 %, масса азота, который усваивался из почвы при зерновом урожае 50,2–52,3 ц/га, составила 73,3–74,8 кг/га, масса фосфора – 33,4–37,1 кг/га, калия – 18,2–19,8 кг/га, общий азот в соломе составил 0,78–0,86 %, общий фосфор – 0,35–0,39 %, общий калий – 1,23–1,27 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 81,2–90,5 ц/га, составила 63,3–76,9 кг/га, масса фосфора – 28,4–35,3 кг/га, калия – 99,8–113,1 кг/га.

При норме рассады 1,7 млн. шт/га общее количество азота, фосфора и калия снизилось по сравнению с нормой 1,0 млн. шт/га в зависимости от густоты растений во всех трех условиях питания, а количество питательных веществ, усваиваемых из почвы, увеличилось в зависимости от урожайности зерна и соломы. Так, в неудобренном варианте содержание общего азота в зерне риса составило 1,37–1,39 %, общего фосфора – 0,63–0,65 %, общего калия – 0,30–0,35 %, масса азота, который усваивался из почвы при зерновом урожае 33,8–38,9 ц/га, составила 46,3–54,1 кг/га, масса фосфора – 23,1–25,3 кг/га, калия – 10,1–13,2 кг/га, общий азот в соломе составил 0,72–0,76 %, общий фосфор – 0,32–0,35 %, общий калий – 1,20–1,21 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 63,5–73,1 ц/га, составила 45,7–55,6 кг/га, масса фосфора – 20,3–25,6 кг/га, калия – 76,2–88,5 кг/га.

Как и в норме 1,0 млн. шт/га, под влиянием минеральных удобрений количество общего азота, фосфора и калия в зерне и соломе в норме 1,7 млн. шт/га рассады, а также количество общего азота, фосфора и калия, извлекаемых из почвы, увеличилось относительно к контрольно-неудобренному варианту. Так, в норме минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{40}$ общий азот в зерне риса составил 1,39–1,40 %, общий фосфор – 0,64–0,67 %, общий калий – 0,32–0,36 %, масса азота, который усваивался из почвы при зерновом урожае 42,6–47,5 ц/га, составил 59,2–66,5 кг/га, масса фосфора – 27,3–31,8 кг/га, калия – 13,6–17,1 кг/га, общий азот в соломе составил 0,74–0,78 %, общий фосфор –

0,33–0,36 %, общий калий – 1,21–1,23 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 75,3–89,5 ц/га, составила 55,7–69,8 кг/га, масса фосфора – 24,8–32,2 кг/га, калия – 92,6–108,3 кг/га. Высокое количество общего азота, фосфора, калия и питательных элементов, усваиваемых из почвы, получены в норме минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{60}$.

Так, общий азот в зерне риса составил 1,40–1,42 %, общий фосфор – 0,65–0,69 %, общий калий – 0,35–0,36 %, масса азота, который усваивался из почвы при зерновом урожае 53,3–54,5 ц/га, варьировалась в пределах 74,6–77,4 кг/га, масса фосфора – 34,7–37,6 кг/га, масса калия – 18,7–19,6 кг/га, общий азот в соломе составил 0,78–0,83 %, общий фосфор – 0,34–0,38 %, общий калий – 1,23–1,25 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 83,5–99,8 ц/га, варьировалась в пределах 65,1–82,8 кг/га, масса фосфора – 28,4–37,9 кг/га, калия – 104,4–122,8 кг/га.

При норме 2,5 млн. штук рассады на 1 га общее количество азота, фосфора, калия уменьшилось в зависимости от густоты растений во всех трех условиях питания относительно 1,0 млн. и 1,7 млн. шт/га, а также уменьшилось количество питательных веществ, усваиваемых из почвы в зависимости от обоих урожаев. Так, при норме 2,5 млн. шт. рассады на 1 га в неудобренном варианте общий азот в зерне риса составил 1,36–1,38 %, общий фосфор – 0,60–0,63 %, общий калий – 0,30–0,33 %, масса азота, который усваивался из почвы при зерновом урожае 30,2–33,4 ц/га, составила 41,1–46,1 кг/га, масса фосфора – 18,1–21,4 кг/га, калия – 9,1–10,7 кг/га, содержание общего азота в соломе – 0,68–0,74 %, общего фосфора – 0,28–0,34 %, общего калия – 1,15–1,21 %, масса азота, который усваивался из почвы при соломенном урожае 63,5–73,1 ц/га, составила 40,0–47,4 кг/га, масса фосфора – 16,5–21,8 кг/га и калия – 68,7–75,5 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрик, Г. Ф. Влияние обогащения семян медью на урожайность риса / Г. Ф. Петрик, Н. И. Бардак, Я. Б. Петрик // Научный журнал КубГА. – Краснодар. – 2017. – № 132 (08). – С. 288–305.
2. Калийное питание растений риса при включении Биоплант Флора в систему удобрения / А. Х. Шеуджен [и др.] // Плодородие. – 2016. – Вып. 6 (93). – С. 7–9.
3. Фосфорное питание растений риса при включении Биоплант Флора в систему удобрения / А. Х. Шеуджен [и др.] // Плодородие. – 2017. – Вып. 1 (94). – С. 6–8.
4. Хачмамук, П. Н. Влияние удобрения Биоплант Флора на содержание макроэлементов в надземных органах растений риса / П. Н. Хачмамук // Энтузиасты аграрной науки. – 2014. – Вып. 16. – С. 44–45.

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ СТУДЕНТАМИ
АГРОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗОВ**

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

А. В. ЦВЫР, ст. преподаватель

Н. А. ДУБИНА, ассистент

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

Ключевые слова: физика, сельское хозяйство, растения, почвы, жидкости, газ, клетка.

Аннотация. В статье рассматривается роль физики как науки при подготовке специалистов сельского хозяйства. Приводятся примеры использования физических знаний для объяснения процессов, происходящих в сельском хозяйстве.

Keywords: physics, agriculture, plants, soils, liquids, gas, cell.

Summary. The article discusses the role of physics as a science in the preparation of agricultural specialists. Examples of the use of physical knowledge to explain the processes occurring in agriculture are given.

В науке и практике сельского хозяйства широко используются физические методы исследований и приборы – это современная электрическая и оптическая аппаратура, ультразвук, радиоизотопы, рентгеноструктурный анализ, электронные и оптические методы анализа. Все это указывает на роль физики в становлении специалистов сельскохозяйственного производства. В настоящее время на агрономическом и агроэкологическом факультетах Белорусской сельскохозяйственной академии изучается курс «Физика с основами агрометеорологии» и, следуя потребностям сегодняшнего дня, разработана программа курса, где, наряду с изучением основных законов физики, предусмотрено изложение вопросов агро- и биофизического характера. Рассмотрим некоторые вопросы прикладного характера, которые необходимо затронуть при изучении физики студентами агрономических специальностей.

При изучении раздела «Основы термодинамики» следует обратить

внимание на термодинамику животных организмов как открытых термодинамических систем, превращение энергии в биологических системах и энергетический баланс живого организма, остановиться на переносе тепла в живых организмах. Рассматривая молекулярные явления в жидкостях, надо уделить внимание явлениям смачивания и несмачивания водой растительных тканей и их роли в развитии растений, а также указать на важность в природе явления капиллярности. Обратить внимание на то, что подъем питательного раствора по стеблям и стволам растений происходит по капиллярам, образованным стенками растительных клеток. По капиллярам почвы поднимается вода из глубины к поверхности почвы. Плотные почвы, имеющие узкие капилляры, испаряют воды больше, чем рыхлые. При уплотнении почвы уменьшается диаметр капилляров, и это способствует высушиванию почвы. Наоборот, разрыхляя почву и создавая прерывистость в капиллярной системе, можно задержать приток воды к поверхности почвы и тем самым замедлить высушивание почвы. Следует указать на известные приемы регулирования водного режима почвы, к которым относятся прикатка и боронование, при которых происходит воздействие на капиллярную структуру почвы. Отметить, что пчелы извлекают нектар из цветка посредством очень тонкой капиллярной трубки, которая находится внутри пчелиного хоботка.

При изучении испарения и конденсации жидкостей надо показать, что круговорот воды в природе сопровождается кругооборотом тепла, что влияет на формирование климата. Следует обратить внимание, что испарение и конденсация регулируют теплообмен и влагообмен как животных, так и растительных организмов, коснуться механизма испарения листьями растений.

При изучении явления диффузии уделить внимание проявлению этого физического процесса в селективном отборе нужных растению веществ. Питательные вещества, усваиваемые корнями растений из окружающей корня почвенной воды, создают градиент плотности на границе корня – почвенная вода. В результате идет непрерывный диффузионный поток питательных веществ. Растворенные в почвенной воде ненужные растению вещества им не усваиваются, вследствие чего их концентрация вне корней и внутри их одинакова: градиента нет, и диффузия приостанавливается. Подробно следует остановиться на диффузии растворителей через полупроницаемую перегородку, называемую осмосом. Осмос играет важную роль в жизнедеятельности растений и животных. Именно осмос приводит к тому, что внутри клеток возникает достаточно высокое давление, называемое осмотиче-

ским. Клетка ведет себя как упругий шарик. Это обусловленное осмосом явление называют тургором клеток. Благодаря тургору клеток иногда можно видеть, как молодые всходы прорывают асфальтное покрытие, пробиваясь к свету.

Кроме того, следует обратить внимание, что дыхание осуществляется путем диффузии кислорода из внешней среды внутрь организма, сквозь его покров. Известно, что диффузионный приток кислорода в организм зависит от площади и толщины покрова, поэтому мелкие организмы с тонким кожным покровом довольствуются притоком кислорода через покров. Более крупные организмы, имеющие грубый кожный покров, нуждаются в специальных дыхательных органах, имеющих большую площадь соприкосновения с окружающей средой: это легкие у животных, листья у растений. Диффузия обеспечивает газообмен между почвенным и атмосферным воздухом. Изучая явление теплопроводности, следует обратить внимание на процесс нагревания и охлаждения влажных и сухих почв на глубинах и поверхности почвы.

При изучении вращательного движения твердого тела следует рассмотреть физические принципы работы различных центробежных механизмов, таких как сушильная машина, молочный сепаратор, медогонка, зерноочистительная машины. Необходимо акцентировать внимание на использовании вращающихся тел в различных сельскохозяйственных машинах, на оптимальном подборе значения момента инерции этих тел, обеспечивающих плавную работу машин. Рассматривая трение, необходимо обратить внимание на его роль в движении и остановке транспорта, передвижении животных и действии хватательных органов живых существ, а также на важности силы трения для удержания в почве корней растений. При изучении упругих деформаций рассмотреть вопрос об упругих свойствах костей и мягких тканей, обратив внимание на целесообразность трубчатого строения злаковых растений и костей птиц.

В разделе «Электричество и магнетизм» следует обратить внимание на использование электронагревательных устройств в сельскохозяйственном производстве, на влияние магнитного поля Земли на скорость роста растений, на использование магнитного поля для предпосевной обработки семян с целью усиления энергии прорастания, на применение электромагнитного излучения для стимуляции биоэнергетических процессов в семенах и растениях.

В разделе «Оптика», изучая поглощение света и его физиологическое действие, следует обратить внимание на физическую сущность

фотосинтеза растений, являющегося самым важным из процессов, протекающим на Земле под действием света. Именно благодаря фотосинтезу обеспечиваются условия для существования жизни на Земле.

Следует уделить внимание на использование фотоэлементов при определении продуктивности листьев растений, при измерении освещенности. Кроме того, следует подчеркнуть, что благодаря явлению люминесценции удалось создать лампы с различным спектральным составом излучения, в том числе весьма близким к солнечной радиации. Такие лампы используют в теплицах для дополнительного освещения сельскохозяйственных культур. Необходимо обратить внимание на бактерицидное действие ультрафиолетового света с длиной волны 280 нм. Рассказать об озоновом слое, защищающем живые организмы и растения от губительного действия коротковолнового ультрафиолета, о разрушении озонового слоя в 80–90 гг. XX столетия, о защите озонового слоя от разрушения. В то же время длинноволновое ультрафиолетовое излучение благотворно влияет на растения, используется при выращивании рассады овощных культур для ранней посадки в теплицах. Следует объяснить явление парникового эффекта, использование его в сельскохозяйственном производстве в теплицах. Необходимо объяснить, что в основе парникового эффекта лежит избирательное поглощение стеклом или пленкой инфракрасного излучения, исходящего от нагретого грунта парника. Следует отметить, что цвет почвы и влажность влияют на процесс ее нагревания. Светлые почвы обладают большей отражательной способностью в сравнении с темными, следовательно, и нагреваются меньше. Влажные почвы, имеющие большую теплоемкость, чем сухие, нагреваются больше.

Изучая физику с основами агрометеорологии, студенты должны осознать роль физики как науки для подготовки высококвалифицированных специалистов. Этим будет создана мотивация к глубокому и сознательному изучению предмета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабовский, Р. И. Курс физики / Р. И. Грабовский. – СПб.: Лань, 2006.
2. Астахова, О. М. Педагогическое мастерство как атрибут успешности преподавателя вуза / О. М. Астахова, А. В. Цвыр // Педагогика высшей школы: сб. ст. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 10–12.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МНОГОЛЕТНЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИФFUЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Н. В. КИРПИЧНИКОВА, ст. науч. сотрудник, канд. техн. наук
Ю. Д. ЧЕРНЕНКО, инженер

Институт водных проблем Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: диффузные источники загрязнения, биогенный сток, сельскохозяйственные территории.

Аннотация. Рассмотрены основные источники биогенного загрязнения гидрографической сети водосбора Ивановского водохранилища – основного источника водоснабжения г. Москвы. На основании электронной базы данных проведен анализ параметров сельскохозяйственной нагрузки по 17 районам водосбора за последние 37 лет. Предложены несколько расчетных показателей по которым проведено районирование и ранжирование, выявлены фрагменты водосбора с наиболее интенсивным характером биогенного загрязнения и зоны минимальной защищенности от диффузного загрязнения.

Keywords: diffuse sources of pollution, biogenic runoff, agricultural territories.

Summary: The main sources of biogenic pollution of the hydrographic network of the basin of Ivankovsky reservoir - the main source of water supply in Moscow, are considered. Based on the electronic database, the analysis of agricultural load parameters for 17 catchment areas over the past 37 years has been carried out. Several calculated indicators have been proposed, according to which zoning and ranking have been carried out, fragments of the catchment area with the most intense nature of biogenic pollution and zones of minimal protection from diffuse pollution have been identified.

Основную роль в процессах эвтрофирования водоемов играет интенсивность выноса биогенных элементов с поверхности водосборов водным стоком. Доказано, что определяющую роль в этом направлении играют сельскохозяйственные территории, которые традиционно относятся к неконтролируемым диффузным источникам загрязнения [1, 2]. В настоящее время отсутствует единая методическая база и подходы к определению масс выноса загрязняющих веществ с различных типов угодий, животноводческих комплексов, складов минеральных и органических удобрений. Для крупных водосборов наиболее сложным

вопросом является дифференцирование источников поступления биогенных элементов, разграничение природных и антропогенных факторов, установление возможной корреляционной зависимости между параметрами биогенного и водного стоков. Для рассматриваемого водосбора такая зависимость была установлена в многолетних экспериментах на р. Волге [3].

В связи с вышеизложенным актуальной задачей является совершенствование научно-методологической базы и разработка основ управления диффузным стоком на сельскохозяйственных водосборах. Конечной целью можно определить программу ряда водоохраных мероприятий с оценкой их эффективности [4].

На водосборе Иваньковского водохранилища (41 000 км²) – основном волжском источнике водоснабжения г. Москвы – в изложенном аспекте были разработаны и апробированы методики по идентификации и ранжированию основных источников загрязнения: это контролируемые хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды и неконтролируемые, к которым относятся крупные города и другие селитебные территории, промышленные площадки, сельскохозяйственные объекты. Доказано, что на протяжении последних 30 лет доминирующими по мощности выноса загрязняющих (в том числе и биогенных) веществ являются неконтролируемые [5]. Выявлена следующая закономерность: в многолетнем тренде наблюдается заметное сокращение сброса контролируемых сточных вод и некоторых показателей неконтролируемого диффузного стока, но качество воды в Иваньковском водохранилище не улучшилось и в настоящее время имеет статус эвтрофного [6]. Поэтому в представленной работе основной задачей является определение многолетней динамики сельскохозяйственной нагрузки на водосборе, районирование и ранжирование основных параметров последней по типам животноводства, а также использованию минеральных и органических удобрений. Также необходимо провести районирование водосбора по комплексу параметров сельскохозяйственной нагрузки с целью выявления зон с максимальной современной нагрузкой и выявить районы водосбора с экстремальными уровнями защищенности от диффузного загрязнения.

Основанием для выполнения задач исследований является разработанная многолетняя электронная база данных (40–50 лет), сформированная в соответствии с расчетными методиками [5]. Включены следующие показатели: территориальные, метеорологические, гидрологические, гидрохимические. В блоке источников загрязнения рассматривались точечные и диффузные. Поскольку сельскохозяйственный сектор является основным источником выноса азота и фосфора в водные объекты, этот блок наиболее детализирован, рассматривались следующие параметры: экспликация сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосы, пастбища); общая масса и дозы вносимых минеральных и

органических удобрений; численность животноводства по типам (крупный рогатый скот, свиньи, овцы, козы, лошади, куры); урожайность по типам культур (овощи, зерновые).

Все блоки настроены на расчетные алгоритмы, поэтому кроме информационного обеспечения электронная база данных имеет методическую направленность.

На водосборе Ивановского водохранилища расположены 17 административных районов (рис. 1), 78 % расположены в Тверской области, поэтому все параметры в сельскохозяйственном секторе для дальнейшего расчета биогенного стока в гидрографическую сеть формировались по данным государственной статистики.

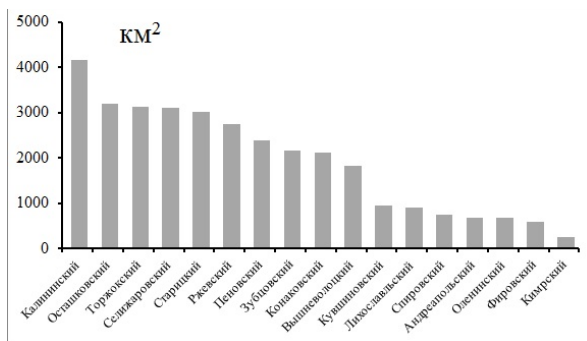


Рис. 1. Распределение площадей административных районов на водосборе Ивановского водохранилища

Следует отметить, что Ивановское водохранилище расположено в пределах Конаковского района, поэтому для этого фрагмента экспериментальные исследования за многолетний период проводились детально. Также был разработан геоэкологический мониторинг, который выявил новый источник выноса загрязняющих веществ в водохранилище – коттеджно-дачная застройка [7, 8].

На рис. 2 приведена динамика основных показателей сельскохозяйственного сектора для всего водосбора, за последние 30 лет наблюдается заметное снижение как по численности животноводства, так и в массах минеральных и органических удобрений. В основе районирования водосбора определяющих параметров антропогенной нагрузки за многолетний период (1986–2017) положен административный принцип с условием ранжирования. Пример районирования по предложенному принципу проводился также с применением ГИС-технологий [5]. По разработанным методикам рассчитывался вынос азота и фосфора в гидрографическую сеть.

Для дальнейшего планирования водоохраных мероприятий кроме нагрузки основных статистических показателей по административным районам необходимо ввести несколько расчетных параметров, которые будут выявлять наиболее опасные источники выноса биогенных элементов по фрагменты водосбора. Для 17 районов проведено ранжирование по численности поголовья (по каждому типу животноводства – рис. 1), параметру индекса по численности животноводства (для каждого типа), параметру модуля диффузной нагрузки (μ) и по индексу диффузной нагрузки (I_μ), которые можно рассчитать следующим образом:

$$\mu_i = M_i / F_i, \quad (1)$$

где μ_i – модуль диффузной нагрузки, рассчитывается по каждому административному району по параметрам сельскохозяйственных объектов;

M_i – численные значения параметров диффузной нагрузки каждого типа для конкретного административного района;

F_i – площадь конкретного административного района.

Индекс диффузной нагрузки:

$$I_\mu = \mu_i / \sum \mu_i, \quad (2)$$

где I_μ – индекс диффузной нагрузки, рассчитывается по каждому административному району по каждому типу источника загрязнения;

μ_i – модуль диффузной нагрузки конкретного района;

$\sum \mu_i$ – суммарный модуль диффузной нагрузки для всего водосбора.

Индекс по численности поголовья (для каждого типа) рассчитывается для каждого района, как:

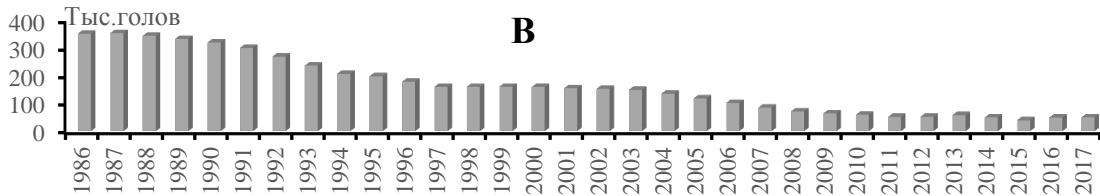
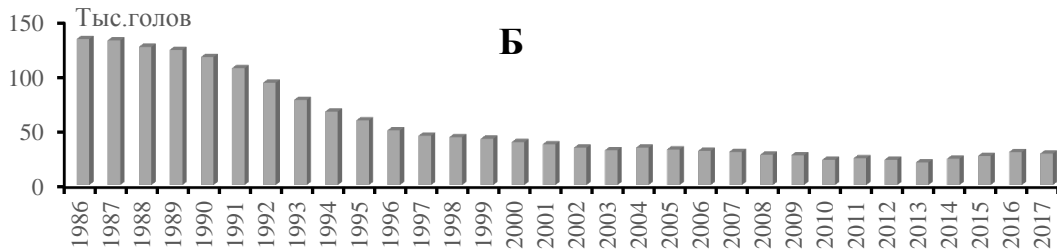
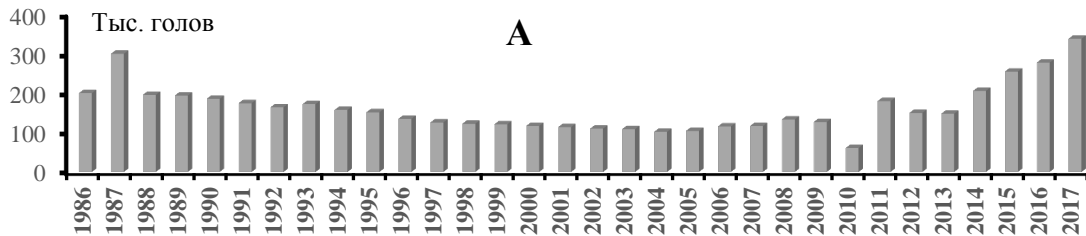
$$I_q = \mathcal{C}_i / \sum \mathcal{C}, \quad (3)$$

где \mathcal{C}_i – численность поголовья конкретного типа конкретного района;

$\sum \mathcal{C}$ – суммарная численность поголовья конкретного типа для всего водосбора.

Такие же параметры были рассчитаны для нагрузки водосбора минеральными и органическими удобрениями. Все указанные параметры можно рассчитывать как в ежегодном распределении, так и осредненные за короткие периоды времени (3–5 лет).

Для сравнения на рис. 3 показан пример распределения индекса диффузной нагрузки (I_μ) двух трехлеток: 1986–88 гг. и 2015–17 гг. Очевидно, что по данному показателю максимальные значения имеет Конаковский район, в пределах которого находится водохранилище. Следовательно, первоочередные водоохраные мероприятия должны быть разработаны именно для этого фрагмента водосбора.



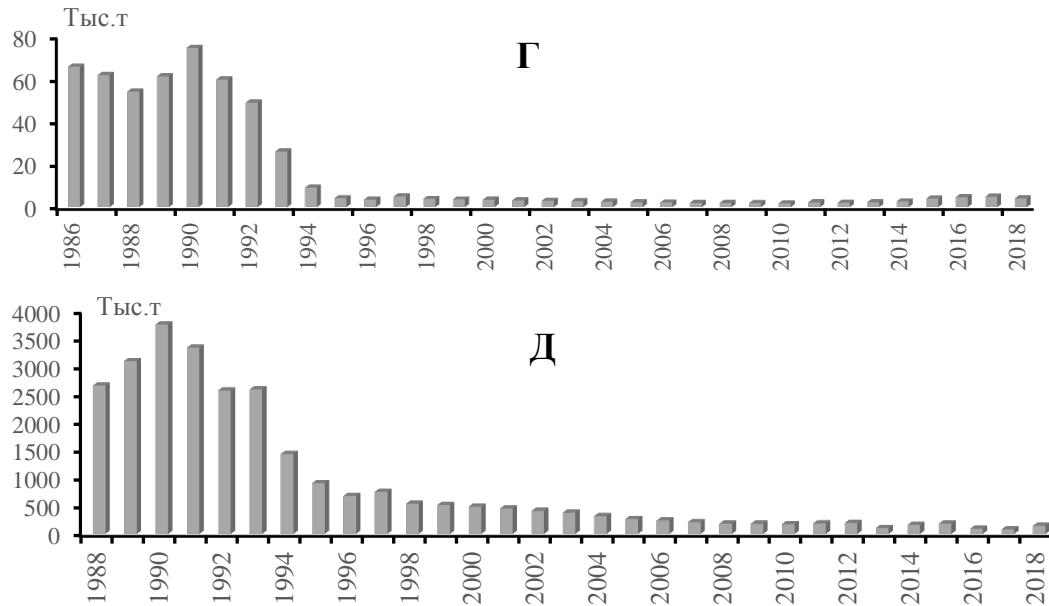
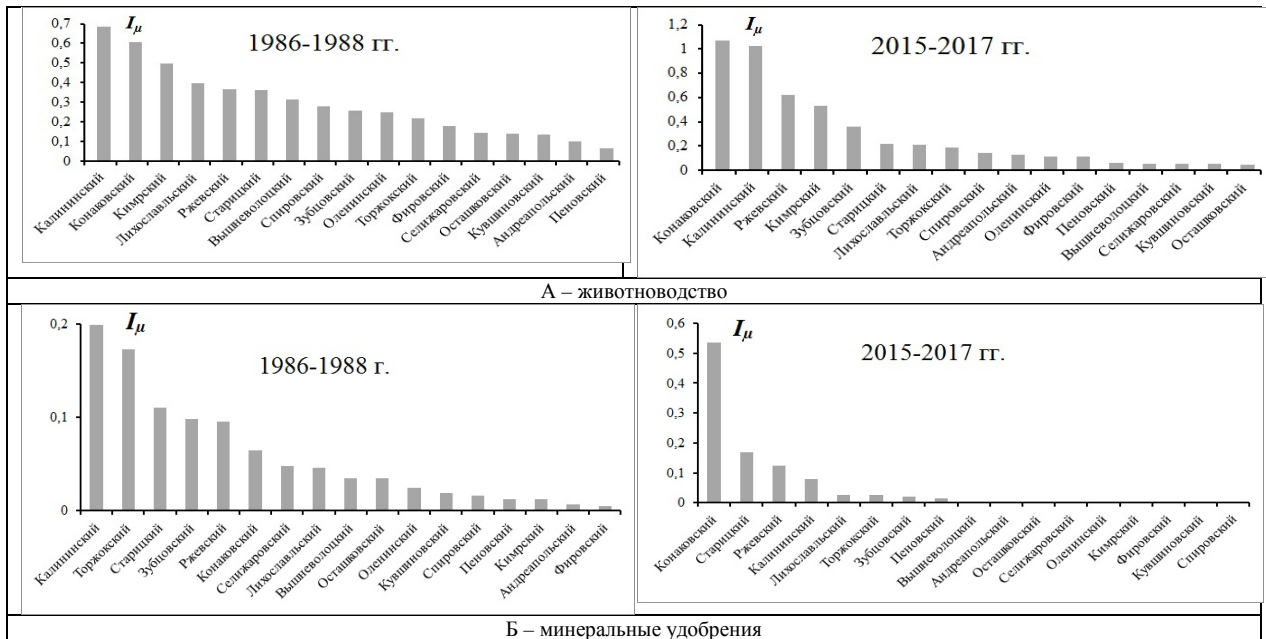


Рис. 2. Динамика сельскохозяйственных показателей на водосборе Иваньковского водохранилища:

А – поголовье свиней; Б – поголовье коз и овец; В – поголовье крупного рогатого скота;

Г – внесение минеральных удобрений; Д – внесение органических удобрений



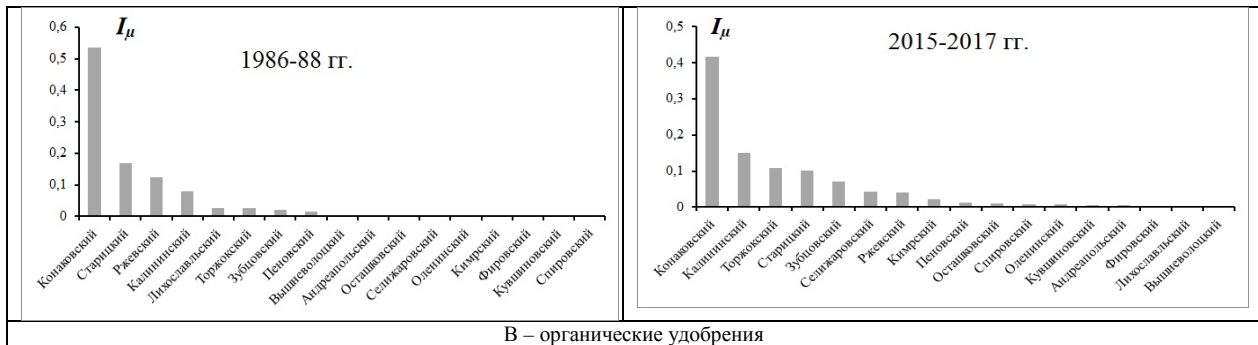


Рис. 3. Распределение индекса диффузной нагрузки (I_{μ}) для животноводства, минеральных и органических удобрений по административным районам водосбора Иваньковского водохранилища

В этом аспекте также по районам необходимо определить уровни защищенности от диффузного загрязнения как по типам животноводства, так и по видам удобрения. Предложен индекс защищенности ($I_{зд}$), который имеет балльную систему от 1 до 17 – по общему числу районов на водосборе. 17 баллов – максимальный уровень защищенности, 1 – минимальный уровень защищенности. Анализ показал, что в настоящее время наименьший индекс защищенности имеют два района, прилегающие непосредственно к водохранилищу, – Калининский и Конаковский. Пример динамики данного параметра за многолетний период для типов животноводства приведен на рис. 4.

Следует отметить, что для категории птиц в Конаковском районе в настоящее время наблюдается высокий индекс защищенности, так как численность птиц за 32 года резко сократилась.

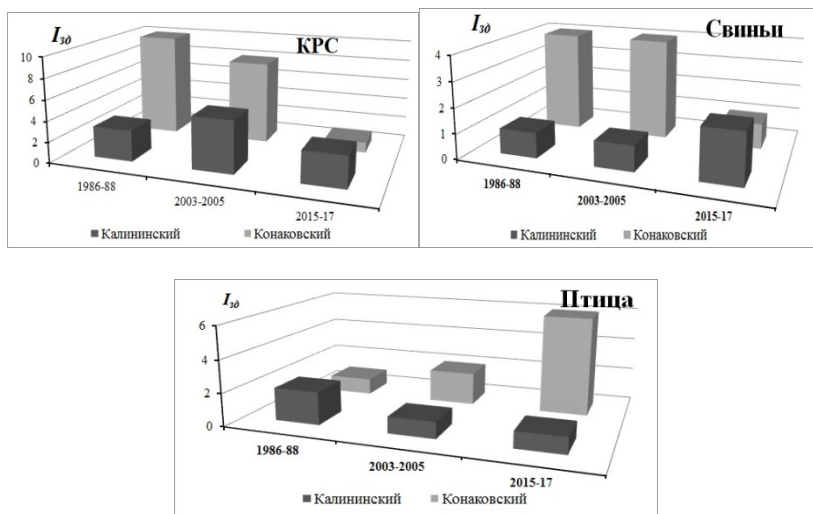


Рис. 4. Динамика индекса защищенности по типам животноводства для Калининского и Конаковского районов

Таким образом, можно сформулировать основные выводы:
 - для анализа основных источников биогенного загрязнения водных объектов сформирована электронная база данных за многолетний период для водосбора Ивановского водохранилища;

- наиболее детализирован блок сельскохозяйственного сектора, проведено ранжирование и районирование основных показателей для 17 административных районов водосбора;

- предложено несколько расчетных параметров, которые могут быть основанием для планирования первоочередных водоохранных мероприятий;

- максимальный индекс диффузной нагрузки относительно разных типов животноводства в настоящее время имеет Конаковский район, в пределах которого расположено Ивановское водохранилище;

- минимальный индекс защищенности по типам животноводства имеют районы, непосредственно прилегающие к водохранилищу, соответственно для них должен быть предложен и реализован конкретный ряд водоохранных мер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордин, И. В. Влияние неконтролируемых сточных вод на эффективность программ водоохранного строительства / И. В. Гордин, Л. Г. Корнева, Н. В. Кирпичникова // Инженерное обеспечение объектов. – 1992. – № 7. – С. 16–23.

2. Фашевская, Т. Б. Диффузное загрязнение водных объектов: источники, мониторинг, водоохранные мероприятия: учеб. пособие / Т. Б. Фашевская, В. О. Полянин, Н. В. Кирпичникова; под ред. В. И. Данилова-Данильяна. – М., 2020. – 172 с.

3. Абакумов, В. А. Ивановское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны / В. А. Абакумов. – М.: Наука. – С. 68.

4. Данилов-Данильян, В. И. Проблема снижения диффузного загрязнения водных объектов и повышение эффективности водоохранных программ / В. И. Данилов-Данильян // Водные ресурсы. – 2020. – № 5. – Т. 47. – С. 503–514.

5. Данилов-Данильян, В. И. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / В. И. Данилов-Данильян. – М., 2020. – 472 с.

6. Корнева, Л. Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги / Л. Г. Корнева; под ред. А. И. Копылова. – Кострома: Костромской печатный дом, 2015. – 284 с.

7. Мониторинг застройки водоохранных зон / И. В. Гордин [и др.] // Водоохранные зоны: опыт практического применения и целесообразность развития: сб. докл. – М., 2006. – С. 45–49.

8. Кирпичникова, Н. В. Динамика нарастания неконтролируемой антропогенной нагрузки на береговые зоны источников водоснабжения: разработка методов геоэкологического мониторинга / Н. В. Кирпичникова, И. Е. Курбатова // Водные ресурсы России: современное состояние и управление: сб. докладов Всерос. науч.-практ. конф., Сочи, 8–14 окт. 2018. – Новочеркасск: Лик. – 2018. – Т. 1. – С. 284–291.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ

В. Н. КРАСНОЩЕКОВ, д-р экон. наук, профессор
Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации,
Москва, Российская Федерация

Д. Г. ОЛЬГАРЕНКО, вед. науч. сотрудник, канд. экон. наук
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения
и сельхозводоснабжения «Радуга»,
Коломна, Российская Федерация

Ключевые слова: мелиорируемые земли, экологическая устойчивость, мультипликатор, предотвращенный экологический ущерб.

Аннотация. В статье предложен методический подход к оценке социально-эколого-экономической эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных ресурсов на эксплуатацию мелиоративных систем. Выполнена практическая апробация подхода на материалах Приволжского федерального округа и разработаны предложения по повышению эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных ресурсов.

Keywords: reclaimed land, environmental sustainability, multiplier, prevented environmental damage.

Summary. The article proposes a methodological approach to assessing the socio-ecological and economic efficiency of the use of reclaimed lands and budgetary resources for the operation of reclamation systems. A practical approbation of the approach was carried out on the materials of the Volga Federal District and proposals were developed to improve the efficiency of the use of reclaimed lands and budgetary resources.

Объектом исследований являются мелиорируемые земли, рассматриваемые с позиций повышения экономической эффективности их функционирования и обеспечения их экологической устойчивости, а также использования бюджетных средств на содержание и эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности. Мелиорация сельскохозяйственных земель является одним из основных мероприятий по обеспечению продовольственной и экологической безопасности

страны, однако развитию этой отрасли в нашей стране не уделяется должного внимания, о чем свидетельствуют результаты исследования: состояние мелиорируемых земель с 1990 г. по настоящее время резко ухудшилось (в настоящее время 20 % орошаемых земель имеют неудовлетворительное состояние по залеганию уровня грунтовых вод и засолению, свыше 22 % осушаемых земель имеют неудовлетворительное состояние по залеганию уровня грунтовых вод) и эта тенденция сохраняется; практически все оросительные и осушительные системы требуют комплексной реконструкции (реконструкция необходима на площади 1,99 млн га орошаемых земель, что составляет 46,4 % всей орошаемой площади, и на площади 1,42 млн га осушаемых земель, что составляет 31,3 % всей осушаемой площади), а мелиорируемые земли – обустройства; существующие режимы орошения и техника полива не обеспечивают рационального использования водных ресурсов (потери воды в системах и на полях при автоморфном режиме (УГВ > 3–5 м) составляют для лесной и лесостепной зон 70–100 % от оросительной нормы нетто; для степной зоны – 65–75; для сухостепной и полупустынной зон – 45–70. Для гидроморфных условий (УГВ < 2 м) потери воды значительно меньше и составляют 30–55 % от оросительной нормы нетто для всех природно-климатических зон); в большинстве регионов России сложился отрицательный баланс питательных веществ в пахотных почвах (начиная с 1991 г. наблюдается устойчивый отрицательный баланс питательных веществ в почве, величина которого увеличилась с 63 до 70 кг д. в/га и продолжает возрастать); изменение балансов органического вещества и химических элементов в почве существенно сказалось на состоянии и плодородии почв (при трансформации природного ландшафта в агроландшафт, включая и мелиорируемый ландшафт, происходит ежегодное уменьшение запасов органического вещества в почвах на 0,9–6,0 т/га) и снижение экологической устойчивости мелиорируемых агроландшафтов и природной системы в целом (с 0,95–0,5 в природной среде до 0,7–0,3 в квазиприродной среде) в зависимости от природно-климатической зоны. Все это сказывается на продуктивности мелиорируемых земель и эффективности деятельности федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению. В связи с этим возникает необходимость в оценке эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных средств на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности.

В настоящее время отсутствует единый нормативно-методический документ, в котором был бы прописан механизм оценки экономической эффективности затрат на эксплуатацию мелиоративных систем и объектов федеральной собственности, а существующие подходы к оценке эффективности использования бюджетных ресурсов на эксплуатацию мелиоративных объектов федеральной собственности не учитывают в достаточной степени специфику отрасли и имеют существенные недостатки, основными из которых являются [1, 2, 3, 4 и др.]:

- противоречие современному законодательству России в области земельных и водных отношений и охраны окружающей среды, основанному на требованиях комплексного решения экономических, экологических и социальных проблем, и не позволяют объективно оценить экономическую эффективность использования бюджетных средств;

- отсутствие учета особенности работы водохозяйственных эксплуатационных организаций (ФГБУ «Мелиоводхоз»);

- предлагаемая система показателей оценки эффективности предполагает отнесение всего эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель на результат деятельности водохозяйственных эксплуатационных организаций, при этом вклад производителей сельскохозяйственной продукции (сельхозпредприятий) в формирование эффекта не учитывается;

- для оценки фактической эффективности деятельности водохозяйственных эксплуатационных организаций используются показатели оценки экономической эффективности инвестиций;

- в качестве основного показателя оценки эффективности водохозяйственной организации в денежном выражении предлагается использовать прибыль, но сам механизм финансирования работ по содержанию и эксплуатации межхозяйственной части мелиоративной системы не предусматривает формирование прибыли этой организацией;

- использование покомпонентного подхода при оценке экологического ущерба не предусматривает рассмотрения природной среды как целостной системы, состоящей из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов ландшафта (приземный слой атмосферы, растительный и животный мир, почва, подземные и поверхностные воды), не позволяет объективно определить его величину и противоречит современным представлениям о функционировании природных и социально-экономических систем;

- отсутствие учета превышения пороговых значений антропогенной нагрузки на природную среду, при которой происходит необратимая деградация природной среды;

- отсутствие системного анализа причин ухудшения состояния основных компонентов природной среды (мелиорируемых ландшафтов) и др.

Все это указывает на необходимость развития существующих подходов к оценке эффективности использования бюджетных средств в мелиорацию земель.

Целью данного исследования является разработка методического подхода к оценке эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных средств на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности с учетом комплексного рассмотрения экологических и социально-экономических факторов. В соответствии с указанной целью в статье поставлены следующие задачи:

- разработка методического подхода к оценке эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных средств на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности;

- выполнение практической апробации методического подхода к оценке эффективности использования мелиорируемых земель и бюджетных средств на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности на примере Приволжского федерального округа;

- разработка предложений по повышению эффективности использования мелиорируемых земель в регионе.

В основу разработки методологического подхода положены концепция государственной финансовой политики, ориентированная на переход от управления затратами к управлению результатами; концепция устойчивого развития общества, предусматривающая переход от экологизации научных знаний и технологий к экологизации социально-экономического развития и современная концепция мелиорации сельскохозяйственных земель, основной целью которой является обеспечение экологической устойчивости агроландшафтов и повышение эффективности сельскохозяйственного производства; системный подход. Предлагаемый подход к оценке эффективности использования бюджетных средств учитывает не только прямые эффекты (прибыль), но и косвенные эффекты, размер которых формируется за счет налоговых поступлений в бюджет от производителей дополнительной сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях и предприятий смежных отраслей экономики, предотвращенного экологического

ущерба от улучшения использования земель в сельском хозяйстве и повышения качества жизни населения.

В качестве критерия оценки фактической экономической эффективности использования бюджетных средств на эксплуатацию и содержание мелиоративных систем федеральной собственности предлагается использовать показатель, характеризующий отношение прироста величины мультипликативного эффекта от мелиорации земель к объему государственных субсидий на содержание и эксплуатацию мелиоративной системы. Прирост величины мультипликативного эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель формируется за счет:

- прироста налоговых поступлений в бюджеты всех уровней (налог на добавленную стоимость, единый социальный налог, налог на доходы физических лиц, земельный налог, налог на имущество и др.) от сельскохозяйственных предприятий, производящих продукцию на мелиорируемых землях, и федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению;

- прироста эффектов в смежных сферах агропромышленного комплекса;

- предотвращенного экологического ущерба от улучшения использования мелиорируемых земель в сельском хозяйстве и повышения качества жизни населения за счет мелиорации сельскохозяйственных земель (происходит улучшение использования мелиорируемых земель за счет повышения биоразнообразия агроландшафта, ценности экосистемных услуг, снижения площади нарушенных экосистем и улучшения качества жизни населения).

Стоимостная оценка экологических и социально-экономических последствий от мелиорации сельскохозяйственных земель учитывается через систему показателей: продуктивность сельскохозяйственных земель, затраты на поддержание и повышение уровня природного и экономического плодородия почв, включающие затраты на предупреждение и борьбу с эрозией и дефляцией почв, на проведение комплекса мероприятий по регулированию кислотно-щелочного режима почв (известкование кислых почв, внесение мелиоранта с целью предотвращения процесса осолонцевания почв, промывка земель с целью предотвращения их засоления и др.), на проведение агрохимических мероприятий и др.

Размер прироста налоговых поступлений в бюджет за счет мелиорации сельскохозяйственных земель от сельскохозяйственных пред-

приятий и федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению определяются в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации. При этом следует напомнить, что существующая практика формирования эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель в виде прироста налоговых поступлений в бюджет предусматривает отнесение всего эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель на результат деятельности водохозяйственных эксплуатационных организаций и при этом вклад производителей сельскохозяйственной продукции в формирование эффекта не учитывается. Такой подход к оценке эффективности водохозяйственных эксплуатационных организаций существенно завышает ее величину и не позволяет объективно оценить эффективность использования бюджетных средств, выделяемых Минсельхозом России на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности. Дело в том, что в формировании эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель участвуют две стороны, с одной стороны, сельскохозяйственные предприятия, с другой – федеральные государственные учреждения по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению. И каждая сторона вносит свой вклад в формирование эффекта от мелиорации. А раз так, то возникает необходимость в учете этих особенностей и согласовании экономических интересов участников процесса сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях. В связи с этим нами предложен механизм распределения эффекта от мелиорации сельскохозяйственных земель в виде прироста налоговых поступлений в бюджет между сельскохозяйственными предприятиями и федеральными государственными учреждениями по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению пропорционально вложенному труду.

Проведение мелиорации сельскохозяйственных земель (цель комплекса мелиоративных мероприятий – снижение водной и ветровой эрозии, загрязнения водных объектов, повышение естественного и экономического плодородия почв, увеличение продуктивности мелиорируемых земель) способствует предотвращению деградационных почвенных процессов, а следовательно, и снижению площади нарушенных экосистем, и улучшению качества жизни населения. В основу определения предотвращенного экологического ущерба от улучшения использования земель в сельском хозяйстве и повышения качества жизни населения положены относительная экологическая значимость различных видов сельскохозяйственных угодий, экологическая ценность природных экосистем, степень нарушенности структуры при-

родных систем, биоразнообразии, общие запасы органического вещества, техногенное загрязнение мелиорируемых ландшафтов [5, 6].

Одной из особенностей анализа эффективности использования бюджетных средств, выделяемых на эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности, является получение мультипликативного эффекта в смежных и сопряженных сферах агропромышленного комплекса. Суть проблемы заключается в том, что в различные уровни бюджетной системы поступают не только налоги и неналоговые выплаты от прямых участников (сельскохозяйственных предприятий и федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению), но и аналогичные платежи от их партнеров по реализации мелиорации сельскохозяйственных земель, которые получают заказы на поставку материалов, сырья и комплектующих и производят дополнительные налоговые выплаты в консолидированный бюджет. Величину эффекта, формируемую в смежных и сопряженных сферах агропромышленного комплекса, предлагается определять в соответствии с рекомендациями работы [7].

Практическая апробация изложенного выше методического подхода к оценке экономической эффективности использования бюджетных средств на мелиорацию земель выполнена на материалах Приволжского федерального округа. Анализ результатов расчета фактической экономической эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель свидетельствуют о том, что в большинстве субъектов Российской Федерации, входящих в Приволжский федеральный округ (Кировская область, Нижегородская область, Пензенская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Самарская область и Республика Удмуртия) мелиорация земель сельскохозяйственного назначения убыточна. Высокая эффективность использования мелиорированных земель наблюдается в основном в тех субъектах, которые расположены в засушливой природно-климатической зоне данного региона (Оренбургская область, где уровень рентабельности составляет 43,4 %, Республика Татарстан – 65,7 %, Саратовская область – 70,6 % и Ульяновская область – 31,3 %). В остальных субъектах – Республика Марий Эл, Республика Чувашия – уровень рентабельности производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях находится ниже минимального значения, при котором может осуществляться расширенное воспроизводство (30 %), и составляет 12,7 и 15,6 % соответственно.

Результаты итоговой оценки фактической экономической эффективности использования бюджетных средств, выделенных на содержание и эксплуатацию межхозяйственной части мелиоративной системы федеральным государственным учреждениям по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению, приведены ниже:

1-я группа учреждений с высокой оценкой эффективности:

1. ФГБУ «Управление «Оренбургмелиоводхоз» – 1,53 руб/руб. (отдача с каждого вложенного рубля бюджетных средств в эксплуатацию межхозяйственных мелиоративных систем федеральной собственности).

2. ФГБУ «Управление «Татмелиоводхоз» – 1,43 руб/руб.

3. ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз» – 1,6 руб/руб.

4. ФГБУ «Управление «Ульяновскмелиоводхоз» – 1,26 руб/руб.

2-я группа учреждений с хорошей оценкой эффективности:

1. ФГБУ «Управление «Чувашмелиоводхоз» – 0,91 руб/руб.

3-я группа учреждений со средней оценкой эффективности:

1. ФГБУ «Управление «Кировмелиоводхоз» – 0,84 руб/руб.

2. ФГБУ «Управление «Нижегородмелиоводхоз» – 0,82 руб/руб.

3. ФГБУ «Управление «Мармелиоводхоз» – 0,80 руб/руб.

4. ФГБУ «Управление «Удмуртмелиоводхоз» – 0,83 руб/руб.

4-я группа учреждений с низкой оценкой эффективности:

1. ФГБУ «Управление «Пензамелиоводхоз» – 0,71 руб/руб.

2. ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз» – 0,52 руб/руб.

3. ФГБУ «Управление «Мордовмелиоводхоз» – 0,68 руб/руб.

4. ФГБУ «Управление «Самарамелиоводхоз» – 0,51 руб/руб.

Недостаточно высокий уровень эффективности мелиорации земель в субъектах Российской Федерации, входящих в субъекты Российской Федерации, в Приволжский федеральный округ, сказался и на эффективности деятельности федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению. Из 13 федеральных государственных учреждений по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению только в четырех учреждениях (ФГБУ «Управление «Оренбургмелиоводхоз» – 1,53 руб/руб.; ФГБУ «Управление «Татмелиоводхоз» – 1,43 руб/руб.; ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз» – 1,60 руб/руб.; ФГБУ «Управление «Ульяновскмелиоводхоз» – 1,26 руб/руб.) наблюдается возврат финансовых ресурсов, выделенных федеральным бюджетом ФГБУ на содержание и эксплуатацию мелиоративной системы федеральной собственности, в бюджеты всех уровней в виде эффекта от

мелиорации земель. Результаты анализа показателей, характеризующих эффективность использования мелиорируемых земель (уровень рентабельности производства сельскохозяйственной продукции) и бюджетных средств, выделяемых на содержание и эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности (отдача с каждого вложенного рубля бюджетных средств в эксплуатацию межхозяйственных мелиоративных систем федеральной собственности), свидетельствуют о широком диапазоне изменения этих показателей внутри федерального округа и низкой эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель, что не обеспечивает расширенное воспроизводство в сельскохозяйственных предприятиях и возврат тех средств, которые государство ежегодно выделяет на содержание и эксплуатацию мелиоративных систем федеральной собственности даже с учетом мультипликативного экономического эффекта в различных сферах агропромышленного комплекса. Как показывают результаты исследований, основным фактором, определяющим неудовлетворительное состояние мелиорируемых земель, является неэффективное использование природного капитала (земельных и водных ресурсов) и, как следствие, физического, человеческого и финансового капиталов.

Основной причиной низкой эффективности использования земельных ресурсов (низкой урожайности сельскохозяйственных культур) в рассматриваемых регионах является неудовлетворительная система земледелия, включающая комплекс агротехнических (технологических), мелиоративных и организационных мероприятий по использованию земли, восстановлению и повышению плодородия почвы на мелиорируемых землях.

Выполненный анализ использования и экологического состояния мелиорируемых земель свидетельствует о том, что в сельском хозяйстве сложился природоразрушающий, ресурсоемкий тип развития отрасли. Реализация стратегии улучшения состояния мелиорируемых земель и устойчивого развития сельского хозяйства невозможна без комплексного решения следующих вопросов:

- научной организации территории, которая может быть достигнута за счет оптимизации структуры земельных угодий и разработки комплекса мер по переводу части пахотных земель с уклонами поверхности больше 5° в полуприродные ландшафты (трансформация пашни в сенокосы, пастбища, луговые и лесные экосистемы). Оптимизация структуры экосистем должна проводиться с учетом относительной экологической значимости различных угодий и направлена на решение

следующих вопросов: управление биологическим и геологическим круговоротами воды и химических элементов; регулирование структуры баланса поверхностных и почвенных вод (снижение поверхностного стока, уменьшение максимальных паводковых расходов, снижение опасности катастрофических наводнений и степени загрязнения водных ресурсов); обеспечение рационального использования природных ресурсов; повышение биоразнообразия и улучшение состояния экосистем;

- проведения комплексных мелиораций, включающих агротехнические, агролесотехнические, агрохимические, биологические, гидротехнические и другие виды мелиорации, и широкого внедрения ресурсосберегающих технологий и новых систем земледелия (адаптивно-ландшафтная система земледелия, биологическое земледелие, точное земледелие, природоподобные технологии и др.).

Решение перечисленных выше вопросов невозможно:

- без изменения существующей концепции мелиорации земель, основные цели и задачи которой сводились к коренному изменению природных условий и решению продовольственной (экономической) проблемы, а не созданию условий для воспроизводства природных ресурсов. Такой подход предполагает использование мелиорируемых земель для производства сочных и грубых кормов и будет направлен на решение несколько взаимосвязанных задач: восстановление и развитие животноводства, увеличение объема органических удобрений и улучшение баланса органического вещества в почве;

- создания технически совершенных оросительных систем за счет реконструкции действующих и строительства новых систем с коэффициентом полезного действия выше 0,9–0,95, применения прогрессивных способов полива дождеванием с интенсивностью дождя не выше 0,1–0,2 мм/мин и обоснованных мелиоративных режимов земель (существующие методы расчета направлены на полное удовлетворение требований растений к водному режиму почв и при этом не учитывают в полной мере необходимость регулирования биологического и, особенно, геологического круговоротов в агроландшафтах). Все это будет способствовать не только росту продуктивности мелиорируемых земель, но и регулированию биологического и геологического круговорота на мелиорируемых агроландшафтах;

- расширения действующей в настоящее время системы показателей, характеризующей состояние мелиорируемых земель и мелиоративных систем за счет введения дополнительных показателей в мелио-

ративные кадастры: оросительная норма нетто, водообмен между почвенными и грунтовыми водами, коэффициент полезного действия мелиоративной сети, фильтрационные потери, поверхностный сток, эффективность использования поливной воды на полях, объем дренажного стока, изменение плодородия почвы. Расширенная система показателей оценки существующего состояния мелиоративных систем позволит получить более полную и объективную социально-экономическую и экологическую информацию, необходимую для выявления причин изменения состояния мелиорированных земель и технического состояния мелиоративных систем и разработки комплекса мероприятий по повышению эффективности использования мелиорированных земель и мелиоративных систем;

- отказа в программных документах от программно-целевого метода при разработке и обосновании комплекса мелиоративных мероприятий в пользу экосистемного подхода, что позволит выявлять причины ухудшения состояния компонентов природной среды, разрабатывать систему взаимосвязанных и взаимообусловленных мероприятий, функционирующих как единое целое и проводить долгосрочный прогноз влияния предлагаемого набора мероприятий на улучшение состояния основных компонентов природной среды (за тот период времени, на который рассчитаны программные документы (на 5–10 лет), этого сделать невозможно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. – 364 p.

2. Gibbons, S. The amenity value of English nature: Ahedonic price approach, *Environmental & Resource Economics* / S. Gibbons, S. Mourato, G. Resende. – 2014. – Vol. 57. – P. 175–196.

3. Догеев, Г. Д. Оценка эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс] / Г. Д. Догеев, Т. Г. Ханбабаев, Л. А. Велибекова // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2015. – № 9 (40). – Ч. 1. – С. 70–73. – Режим доступа: <https://research-journal.org/economical/ocenka-effektivnosti-ispolzovaniya-zemel-selskochozyajstvennogo-naznacheniya/>.

4. Бондина, Н. Система показателей оценки экономической эффективности сельскохозяйственного производства [Электронный ресурс] / Н. Бондина, И. Бондин, Т. Зубкова. – Режим доступа: <http://qje.su/otraslevaya-i-regionalnaya-ekonomika/sistema-pokazatelej-otsenki-ekonomicheskoy-effektivnosti-selskochozyajstvennogo-proizvodstva/>.

5. Айдаров, И. П. Комплексное обустройство земель: монография / И. П. Айдаров. – М.: МГУП, 2007. – 208 с.

6. Краснощеков, В. Н. Методика оценки эффективности мероприятий по реконструкции мелиоративных систем с учетом технического состояния гидромелиоративных объектов, вероятностного характера изменения природно-климатических условий, хо-

зяйственных, экологических и социальных условий функционирования мелиорируемых агроландшафтов, экологической ценности природных экосистем, степени эрозии, структуры природных ландшафтов и ущерба здоровью человека: науч. издание / В. Н. Краснощеков, Д. Г. Ольгаренко. – Коломна: ИП Воробьев О. М., 2015. – 116 с.

7. Старов, Н. Н. Теория и практика использования инвестиционного мультипликатора при обосновании целесообразности развития транспортной инфраструктуры: автореф. дис. ... канд. наук / Н. Н. Старов. – М., 2000. – 24 с.

УДК 712

СОХРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ С ГИДРОСИСТЕМОЙ. НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «КОМПЛЕКС НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА» (1720–2022 гг.)

М. В. КУЗОВКОВА, Ю. М. БАРАНОВ

МКУК «Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал»
филиал ЭИТ «Старый Демидовский завод»,
Нижний Тагил, Российская Федерация

Ключевые слова: промышленное наследие, гидротехнические сооружения, гидросистема, промышленный ландшафт, экологическая реабилитация, старопромышленная территория.

Аннотация. Опыт изучения и сохранения объекта промышленного наследия – Нижнетагильского металлургического завода Демидовых, действовавшего до XXI вв. на базе гидротехнической системы XVIII в. Проблемы экологической реабилитации и сохранения промышленного ландшафта.

Keywords: industrial heritage, hydraulic structures, hydraulic system, industrial landscape, environmental rehabilitation, old industrial area.

Summary. The experience of studying and preserving an industrial heritage object - the Nizhny Tagil Metallurgical Plant of the Demidovs, which operated until the 21st century. based on the hydraulic system of the XVIII century. Problems of ecological rehabilitation and preservation of the industrial landscape.

Вопросы сохранения и экологической реабилитации водных ресурсов объектов культурного наследия преимущественно рассматриваются на научных мероприятиях музейных институций. Большой частью

вопросы касаются очистки прудов с применением традиционных методов такой работы. Совершенно по-иному приходится ставить вопросы по работе с индустриальными ландшафтами, которые имеют статус или признаки объектов культурного наследия. Методология вопроса почти не выработана, поскольку методы экологической реабилитации промышленных площадок плохо применимы в условиях, когда приходится сталкиваться с культурным наследием со всеми ограничениями, которые установлены законодательством, с одной стороны, и с самой задачей сохранения ландшафта – с другой. Без опаски можно говорить, что вопросы экологической реабилитации старых металлургических заводов с гидросистемой являются большой редкостью в научной среде.

Область применения академических и практических знаний в сохранении и использовании индустриальных ландшафтов с действующей гидросистемой, включая их экологическую реабилитацию, весьма обширна. Здесь могут пригодиться знания и опыт любого плана, включая даже сельскохозяйственное направление, не говоря уже о разнообразии инженерно-технических практик. При этом до сих пор не выработан конкретный опыт по работе с объектами культурного наследия с гидротехническими сооружениями и гидросистемами (не считая, фонтанов и т. п.). Ярким и неповторимым примером изучения, сохранения и использования индустриального комплекса, выведенного из производственной деятельности, является старый Демидовский завод в Нижнем Тагиле. Это уникальный объект, сохраняющий трехвековую историю развития металлургии России и содержащий полный металлургический цикл с использованием всех видов энергии – вода – пар – электроэнергия. В 1987 г. заводу был присвоен статус объекта культурного наследия.

Задачу сохранения объекта культурного наследия с багажом инженерно-технологических и экологических проблем можно считать прецедентом и для промышленников, и в особенности для деятелей культуры, ведь указанные задачи решает Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал», который является частью ведомства Министерства культуры. В настоящее время Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал» имеет муниципальный статус.

Сегодня проблема реабилитации и рекультивации территории завода актуальна как никогда, потому что эта территория стала весьма перспективной в плане развития индустриального туризма и реализации

новых градостроительных решений для развития старопромышленных территорий. Использование данных территорий сдерживают факторы:

- опасности накопления в почве загрязняющих веществ, возможности накопления в технических подпольях зданий и инженерных коммуникациях пожароопасных биогазов (метана, двуокиси углерода);
- опасности коррозионной активности загрязненных грунтов.

• Выбор оптимального метода и технологии реабилитации и рекультивации загрязненных территорий должен быть основан на принципах:

- соответствия законодательству;
- безопасных условий эксплуатации территории;
- охраны окружающей среды;
- охраны здоровья населения;
- экономической эффективности;
- рационального использования земельных ресурсов;
- градостроительного развития территории.

В данной ситуации музеем ведутся инженерно-технические и экологические обследования, но этого недостаточно, так как результаты каждого обследования локальны и не дают общего понимания состояния территории, включая взаимодействие объектов между собой. И, как следствие, причины ухудшения состояния не выявляются до конца. Наша задача – комплексная исследовательская работа, предваряющая мероприятия по сохранению объекта «Комплекс металлургического завода» объекта культурного наследия. При этом задачи обследования следующие: обеспечить комплексный, системный подход к работам по устойчивому развитию территории в историческом, культурологическом и градостроительном контекстах; обеспечить сохранность объекта культурного наследия как единого ансамбля.

Для реабилитации и рекультивации загрязненной промышленной территории необходимо подобрать и реализовать с помощью современных технологий обследования и разные методики реабилитации и рекультивации.

По мере развития горнозаводского дела на Урале изменялась экономическая география региона, организовывались горнозаводские округа, в состав которых входили заводы, шахты, карьеры, прииски и пристани (последние – для сплава по рекам готовой продукции). Индустриальный ландшафт бывшего Нижнетагильского горнозаводского округа Демидовых сегодня – это результат формирования территории

на основе использования энергии воды как движущей силы механизмов и ресурса для развития технологий в металлургии и машиностроении XVIII–XIX вв. В него входит действующая гидросистема металлургического завода во взаимодействии с другими предприятиями горнозаводского округа, его транспортной инфраструктурой и городской территорией.

Еще 100 лет назад гидросистемы некоторых заводов сливались, наполняя заводские пруды в период маловодия. При этом в качестве важной меры против понижения уровня воды использовалась расчистка от лесных завалов русел рек, впадающих в них. В весенний период в связи с обильным таянием снегов главное внимание в прудовом хозяйстве уделялось системе спуска вешних вод. Существовал специальный набор мероприятий для отслеживания текущей ситуации с уровнем воды в прудах и управления ею.

«Демидовская» гидросистема сохранилась, но ее функционирование ежегодно ухудшается. Сегодня система нарушена, зачастую засыпана мусором, некоторые ее элементы превращены в отстойники и сливные каналы для обслуживания инфраструктуры города. Функциональная гидросистема не может не использоваться с учетом ее предыдущего назначения, иначе это приведет к техногенной катастрофе, что повлечет за собой гибель людей и объекта. Это основное отличие индустриального ландшафта, и не считаться с этим нельзя.

На территории Старого Демидовского завода находятся такие водные объекты, как рабочий канал, вешнячий канал, река Рудянка. В них за счет постоянного техногенного воздействия образовался мощный загрязняющий иловый осадок, пропитанный производственными отходами, который является вторичным источником загрязнения.

Перечень объектов исследования:

- канал искусственный водопропускной (левый берег);
- главный рабочий канал с клепанной металлической трубой (предположительно естественное русло реки Тагил);
- территория доменного цеха – место рабочего канала доменной фабрики;
- русло реки Рудянки (скрытое под землей);
- каналы, отводящие воды реки Рудянки;
- подземные сливные каналы механической фабрики с маслоотстойниками;

- подземный сливной канал прокатной фабрики для взаимодействия каналов между собой, для предотвращения переполнения во время паводка;

- подземный склад мазутного топлива мартеновского цеха.

План восстановления водных объектов ЭИТ предусматривает:

- очистку русла рабочего канала и внешнего канала;

- заполнение водой рабочего канала, отвечающей нормам санитарии, с целью превращения водных объектов в зону отдыха и развлечений;

- очистку градирни, водонапорной башни 1930 г., бака накопителя воды на Лисьей горе от мусора и грязи.

Решения об использовании и развитии:

- на внешнем канале – спортивной тренировочной базы для водных видов спорта;

- на рабочем канале – уголков рыболова-любителя, исследовательской и образовательной лаборатории для детей школьного возраста;

- градирня, водонапорная башня – объекты отдыха и развлечений;

- укрепленные и озелененные берега внешнего и рабочего каналов.

Во главу гидрологических изысканий следует поставить обследование современного состояния русел рек Тагила и Рудянки, выявление и изучение наземных и подземных искусственных каналов гидросистем завода.

Задачей исследований по определению водообильности пластов, разработки комплекса мероприятий по восстановлению дренажной системы территории является разработка мер упреждения негативных последствий на подтопленной территории, прогноз рисков по неисполнению мер поддержания гидротехнических каналов в рабочем состоянии.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что на сегодняшний день мы должны иметь полное научное обоснование о состоянии индустриального ландшафта для восстановления в жизнеспособном инженерно-техническом состоянии гидросистемы завода, включая плотину, каналы и дренажи. С помощью результатов изысканий и исследований мы можем с уверенностью сказать, на каком уровне идет взаимодействие между собой каналов и дренажей трехвековой гидросистемы завода, и только тогда мы сможем перейти к работам по приспособлению объекта индустриального наследия, к современным условиям использования.

На сегодняшний день площадка ОКН завода требует межинституционального, межотраслевого, комплексного подхода к сохранению и

экологической реабилитации. Она может стать местом для разнообразных научных экспериментов в области гидротехники, экологической реабилитации и сохранения и использования в современных условиях старых гидросистем.

Существует проблема аккумуляции научных ресурсов, кадровых ресурсов, методологии, управленческих моделей, включая формирование бюджета, взаимодействия с властью.

Предложения:

1. Сохранение системы в действующем виде в совокупности с объектами архитектуры и науки и техники и нематериальным техническим наследием.

2. Экологическая реабилитация для приспособления к парковой зоне и включение в городское пространство.

3. Изменение сознания в части особой ценности технических знаний на фоне приоритета визуальности и артистичности без понимания законов природы и технологий в целях сохранения преемственности поколенческих знаний (против упрощения восприятия мира – «имитационного», «аттракционного»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузовкова, М. В. Индустриально-ландшафтный Демидов-парк. Реновация старопромышленной территории. Стратегия модернизации города Нижний Тагил и Нижнетагильского городского округа [Электронный ресурс]: электронная монография / М. В. Кузовкова, Ю. М. Баранов, А. А. Бунькова. – Электрон. дан. (42 Мб, 147 стр. гипертекста, 25 илл.) – М.: Информрегистр, [2013]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): зв., цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium 1 ГГц; Windows 2000/XP/7, прогр. AdobeReader. – Загл. с экрана. № гос. регистр. 34423 от 25.12.2013.

2. Баранов, Ю. М. Индустриально-ландшафтный Демидов-парк. Реновация старопромышленной территории. Стратегия модернизации города Нижний Тагил и Нижнетагильского городского округа [Электронный ресурс]: электронная монография / Ю. М. Баранов, М. В. Кузовкова, А. А. Бунькова. – Ч. 2: Интерактивное мультимедийное приложение. – Электрон. дан. (420 Мб, 199 стр. гипертекста, 235 илл., 28 аним.) – М.: Информрегистр, [2014]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): зв., цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium 1 ГГц; Windows 2000/XP/7, прогр. AdobeReader. – Загл. с экрана. № гос. регистр. 0321401504 от 26.09.2014.

3. Кузовкова, М. В. Проект «Реновация старого Демидовского завода». Концепция и Мастер-план: электронная монография [Электронный ресурс] / М. В. Кузовкова, Ю. М. Баранов. – Электрон. дан. (1 560 Мб, 77 стр. гипертекста, 937 илл., 109 3D реконстр.) – М.: Информрегистр, [2016]. – 1 электрон. опт. диск (DVD-R): зв., цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium 1 ГГц; Windows XP/7. – Загл. с титул. экрана. – № гос. регистр. 0321604341 от 22.12.2016 (Г. М. Котина «мастер-план»).

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЗАРАФШАН

Р. КУРВАНТАЕВ, гл. науч. сотрудник, профессор
Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии,
Ташкент, Республика Узбекистан

Н. ХАКИМОВА, ст. преподаватель
Бухарский государственный университет,
Бухара, Республика Узбекистан

Ключевые слова: лугово-аллювиальные, пустынно-песчаная, серо-бурая, коричневая почвы, содержание гумуса, азота, фосфора, калия.

Аннотация. В статье излагается содержание гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия, а также количество подвижных питательных элементов (аммиака, нитрата, фосфора и обменного калия). Указаны, типовые различия орошаемых почв Зарафшанской долины. Определена степень эволюции почвы, которая состоит из типа, подтипа, класса и вида, нижнего и среднего течения реки Зарафшан.

Keywords: meadow-alluvial soils, content of humus, nitrogen, phosphorus, potassium, desert sandy, gray-brown.

Summary. The article describes the content of humus, gross forms of nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the amount of mobile nutrients (ammonia, nitrate, phosphorus and exchangeable potassium). Indicated, typical differences in irrigated soils of the Zarafshan valley. The degree of soil evolution in the lower and middle reaches of the Zarafshan River is determined, which consists of type, subtype, class and species.

Актуальность. В мире проводятся научно-исследовательские работы по ряду приоритетных направлений, посвященных состоянию плодородия почв, его показателям, взаимодействию плодородия почв с другими факторами и моделированию плодородия почв. Кроме того, современные геоинформационные технологии используются при изучении химических характеристик почв, оценке, повышении плодородия почв и управлении им, а также внедряются в производство соответствующие разработки.

Сегодня в развитии сельского хозяйства республики особое значение имеет повышение плодородия почв, обработка земель сельскохозяйственного назначения и применение агротехнических мероприятий

в силу своего статуса. В этом направлении в нашей республике проводится ряд работ и достигнуты определенные результаты. Но исследованиям по использованию современных геоинформационных систем не было достаточно уделано внимания. Третье направление стратегии развития нового Узбекистана на 2022–2026 гг., состоящее из семи приоритетных направлений, разработанных на основе принципа «стратегия действий – к стратегии развития», состоит из приоритетных задач, определенных для развития национальной экономики, темпов ее роста на уровне современных требований. А также внедрение рыночных принципов, обеспечивающих свободную конкуренцию в сельском хозяйстве, в частности, отмену государственного заказа на выращивание хлопка и зерна, тем самым повышая экономическую эффективность производства и производительность производителей определено в качестве важных стратегических задач. В связи с этим управление плодородием почв на основе науки играет важную роль в повышении плодородия почв, эффективном использовании земельных ресурсов и разработке передовых агротехнических мероприятий.

Сегодня в мире ведутся исследования по следующим приоритетным направлениям предотвращения и борьбы с засолением почв: разработка технологий снижения расхода воды на фильтрацию из оросительных сетей на засоленных орошаемых землях; повышение эффективности ирригационных сетей и усовершенствование технологий, предотвращающих подъем уровня грунтовых вод; создание различных типов коллекторно-дренажных сооружений для коренной рекультивации засоленных земель, совершенствование способов промывки засоленных земель, создание устойчивых к засолению типов и сортов сельскохозяйственных культур и разработка агротехнологий их возделывания [6, с. 81–84].

По многолетним исследованиям М. М. Ташкузиев и С. К. Очилов [3, с. 263–267] предложили ряд новых теоретических вопросов, посвященных комплексному изучению химического состояния основных типов почв, в частности гумуса. В результате изучения содержания гумуса, изменения фракционно-группового состава органического вещества и соотношений подвижности гумуса в зависимости от их гранулометрического состава, агрофона, периода орошения и уровня полива выделены подвижные гумусовые вещества, имеющие непосредственное значение для оценки их плодородия. Они изучили закономерности изменения содержания гумуса под влиянием антропогенных факторов в интенсивном земледелии.

М. Умаров, Р. Курвантаев [4, с. 106] проводили научные исследования по оптимизации и управлению почвами в пустынных регионах

Узбекистана, найдены границы почв разного механического состава с лучшими капиллярными свойствами и сделан вывод, что с увеличением плотности ухудшаются агрохимические свойства почв и вызывают накопление соли.

Ученые нашей республики [1, с. 224–230; 2, с. 91–95; 5, с. 69–72; 7, с. 68–71] и других провели серию исследований по формированию и развитию почв регионов Узбекистана, определению их морфогенетического строения, определению изменений свойств при воздействии орошаемого земледелия на почвенный покров, предотвращению процессов деградации, применению геоинформационных систем в почвоведении. Но исследования структуры почвенного покрова, химического формирования агроирригационных слоев, изменений слоев под влиянием эволюционных процессов в почвах реки Зарафшан проведены недостаточно.

Цель исследования. Оценить современное состояние орошаемых почв, сформированных в нижнем и среднем течении реки Зарафшан, и его изменения под влиянием эволюционных процессов; разработать рекомендации по улучшению физических и химических свойств.

Объект исследования. В качестве объекта исследований были выбраны почвы в районах Шафиркон, Гиждуван, Кызылтепа, Кармана, Нарпай, Иштихон, Хатырчи, распространенные в нижнем и среднем течении реки Зарафшан.

Методы исследования. Исследования проводились в почвенно-полевых и аналитических лабораторных условиях по методике «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почв при мониторинге земель», достоверность информации, полученной и используемой, обеспечивается с помощью программы Microsoft Excel. А также использовалось пособие Б. А. Доспехова «Методика полевого опыта».

В составе новоорошаемых, новоосвоенных песчаных пустынных почв количество гумуса в среднем в пахотных и подпахотных слоях составило 1,126–0,991 и 0,872–0,721 %, а среднее – 1,0–1,5 %. Наибольшее содержание гумуса на землях «Азим Шафиркон юлдузи» было достигнуто фермером за счет непрерывного внесения местного удобрения. В староорошаемой лугово-аллювиальной почве оно составляет 0,859–0,971 и 0,715–0,894 %, тогда как в новоорошаемой серо-бурой луговой почве – 0,891–0,750 %, но староорошаемые сероземно-луговые почвы были мало обеспечены им (0,5–1,0 %) 0,800–0,625 %, (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав различных типов орошаемых почв

Толщина слоя, см	Гумус, %	Валовой, %			Подвижный, мг/кг				СО ₂ карбонат, %
		N	P	K	N-NH ₃	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Массив Бухара Шофирконского района, ф/х «Азим Шофиркон стар», новоорошаемые пустынно-песчаные почвы									
0–26	1,126	0,075	0,13	0,744	25,4	5,5	35	90	7,52
26–41	0,872	0,052	0,12	0,742	20,2	3,5	20	80	7,83
41–71	0,715	0,039	0,075	0,732	17,4	3,0	12	55	8,92
71–110	0,225	0,018	0,062	0,65	15,1	1,0	8	12	8,90
110–160	0,125	0,011	0,075	0,66	12,1	1,0	4	10	8,39
Массив Осие Шофирконского района, ф/х «Мирзо Джамшид», новоосвоенные пустынно-песчаные почвы									
0–21	0,991	0,082	0,15	0,916	27,8	2,5	12	110	6,84
21–44	0,721	0,061	0,08	0,732	24,1	1,7	16	103	6,36
44–66	0,532	0,042	0,08	0,722	17,3	1,0	10	65	6,3
Массив Зарафшан Гиздуванского района, ф/х «Бахтишад Амон замини», староорошаемые лугово-аллювиальные почвы									
0–33	0,859	0,049	0,26	0,816	28,1	1,7	23	150	7,73
33–48	0,715	0,031	0,26	0,732	21,9	3,1	19	135	7,84
48–74	0,618	0,019	0,21	0,744	19,7	2,0	13	90	7,89
74–105	0,525	0,014	0,19	0,72	15,6	4,8	12	60	8,47
105–132	0,332	0,012	0,15	0,60	14,3	3,7	10	55	6,88
132–170	0,27	0,013	0,12	0,67	13,7	1,4	9	40	6,51
170–200	0,195	0,01	0,10	0,6	11,7	4,2	6	30	6,52
Массив Бобур Шофирконского района, ф/х «Мирзо Джамшид», староорошаемые луговые почвы									
0–38	0,971	0,088	0,35	1,00	37,3	5,5	6	148	7,0
38–53	0,894	0,071	0,24	0,792	19,4	1,6	13	128	6,64
53–85	0,715	0,065	0,18	0,612	20,2	2,5	12	80	7,52
85–115	0,697	0,049	0,16	0,612	17,9	1,5	12	50	7,83
115–156	0,532	0,038	0,10	0,60	14,4	1,7	10	35	8,92

Массив К. Кабулов Кызылтепинский район Навоийской области, ф/х «Янги аср », новоорошаемые серо-бурые луговые почвы									
0-30	0,891	0,076	0,10	0,916	27,7	2,5	10	55	7,58
30-47	0,750	0,069	0,08	0,792	22,4	6,7	7	12	8,67
47-74	0,562	0,054	0,06	0,732	19,9	2,5	13	18	6,56
74-95	0,445	0,025	0,10	0,588	12,5	3,5	10	30	7,69
95-120	0,190	0,018	0,08	0,560	9,8	2,7	9	18	7,74
Массив Нарпай Карманинского района Навоийской области, ф/х «Каримов Розик», старорошаемые сероземно-луговые почвы									
0-25	0,800	0,085	0,25	0,980	28,1	2,75	20	90	6,63
0-25	0,800	0,085	0,25	0,980	28,1	2,75	20	90	6,63
25-38	0,625	0,056	0,17	0,792	23,2	1,75	14	80	7,90
38-52	0,455	0,039	0,16	0,732	20,9	1,75	12	50	8,59
52-68	0,315	0,040	0,15	0,744	18,5	1,0	10	40	8,36
68-90	0,256	0,025	0,14	0,720	17,1	1,0	9	32	6,78
90-125	0,190	0,019	0,12	0,600	10,1	1,0	8	18	6,64

Количество валового азота в пахотных и подпахотных слоях новоорошаемых и новоосвоенных пустынных песчаных почвах составляет 0,075–0,082 и 0,052–0,061 %, староорошаемых лугово-аллювиальных почвах – 0,049–0,031 и 0,088–0,071 %, новоорошаемых серо-бурых луговых почвах – 0,076–0,018 %, староорошаемых светлых сероземно-луговых по профилю в разрезе – 0,085–0,019 %.

Валовое количество фосфора в новоорошаемых и новоосвоенных пустынных песчаных почвах в горизонтах разреза составляет 0,13–0,075 и 0,15–0,08 %, новоорошаемых серо-бурых луговых почвах значительно меньше – 0,10–0,08 %, а в староорошаемых аллювиальных луговых почвах – 0,26–0,10 и 0,35–0,10 %, в светлых сероземно-луговых намного больше, по разрезу – 0,25–0,12 %.

Количество валового калия в почвах новоорошаемых и новоосвоенных пустынных песчаных составляет 0,74–0,66 и 0,92–0,72 %, в новоорошаемых серо-бурых луговых почвах его содержание составляет около 0,98–0,60 %, что указывает на его низкое содержание.

Количество азота в форме аммиака ($N-NH_3$) больше в пахотном слое всех типов почв и составляет 25–37,9 мг/кг. Нитратный азот, содержащийся в почве ($N-NO_3$), равномерно распределяется по всему горизонту (1,0–5,5 мг/кг).

Количество калия в староорошаемых луговых почвах составляет 150–148 мг/кг, а в следующем слое – 135–128 мг/кг, в новоорошаемых и новоосвоенных пустынных песчаных почвах – 90–110 мг/кг, в светлых сероземно-луговых почвах (90 мг/кг), в новоорошаемых серо-бурых луговых почвах содержание калия в пахотном слое очень мало (55 мг/кг), что указывает на необеспеченность.

Почвы подвижной формой фосфора (15–30 мг/кг) средне обеспечены, обменной формой калия (100–200 мг/кг) слабо обеспечены.

В районах Шофиркон, Гиждун, Кармана в общей сложности 23054,8, 20032,0, 15954,4 га составляют орошаемые земли, из которых 20754,3, 13367,7, 15954,4 га были засолены в разной степени. По степени засоления 18021,9, 10041,0 га считаются слабыми, 2043,6, 2485,4, 4555,7 га – средними, 581,8, 582,7, 1922,22 га – сильными и 107, 258,7, 255,4 га – очень сильно засоленные почвы. Содержание катионов кальция в почвах составляет 38,95–52,31 %, магния – 34,06–43,44 %, натрия – 5,09–23,21 %, калия – 1,70–4,35 %, почвы по типу засоления относятся в основном к хлоридно-сульфатному и сульфатному типу.

Эволюция староорошаемых лугово-сероземных почв за обозримый промежуток времени на второй надпойменной террасе Зарафшана выглядит следующим образом:

СорЛС-0 → СорЛ-1(0). СорЛБ-0 → СорЛ-1(0).

Степень эволюции почвы нижнего течения реки Зарафшан состоит из типа, подтипа, класса и вида. Основная схема почвенной эволюции для данного региона за период 1932–2018 гг. представлена ниже.

СорЛТ-0,1.

СорЛТ-1(2, 3) СорЛа-1, 2, 3.

Левобережья Зарафшан – Сор ЛТ-0,2(2).

СорЛа-1,0 → СорЛа-1, 2, 3.

Правобережья Зарафшан – Сор.т.3 → СорЛа-1,0(2) → СорЛ-1, 2, 3.

Расположенные в северной части Зарафшанского оазиса непригодные почвы начали привлекать для поливного земледелия. По механическому составу эти почвы в основном легкосуглинистые, песчаные и супесчаные. В этих почвах гумуса меньше – 0,2–0,6 %. Карбоната – 3–6 %. Серо-бурые луговые почвы на поверхности не засоленные, а солонцеватые. Количество соли на глубине 0,3–0,6 м достигает 1–2 %.

Количество карбонатов во всех типах по профилю почв колеблется в пределах 6,3–8,9 %. По содержанию карбонатов определенной закономерности не наблюдается.

Выводы. Количество гумуса в пахотном слое новоорошаемых пустынных песчаных почв за счет бесперерывного внесения местного удобрения фермером ф/х «Азим Шафиркон юлдузи» составляло 1,126–0,991 % и новоосвоенных – 0,872–0,721 %, в староорошаемых луговых аллювиальных почвах количество гумуса составляет 0,891–0,750 % и в подпахотных – 0,800–0,625 %. Валовое количество азота, фосфора и калия в новоорошаемых и новоосвоенных пустынных песчаных почвах составляет 0,075–0,082 и 0,052–0,061 %, 0,13–0,075 и 0,15–0,08 %, староорошаемых луговых аллювиальных почвах соответственно равно 0,744–0,66, 0,916–0,722 % 0,049–0,031 и 0,088–0,071 %, 0,26–0,052, 0,052 и 0,35–0,10 %, 0,816–0,600 и 1,00–0,60 %. Новоорошаемых серо-бурых коричневых луговых и староорошаемых светло-сероземных луговых почвах колеблется в пределах 0,076–0,018 и 0,085–0,019 %, 0,10–0,08 и 0,25–0,12 %, 0,916–0,560 и 0,980–0,600 % Количество азота в аммиачной форме (N-NH₃) больше в почвах всех типов, оно колеблется в пределах 25–37,9 мг/кг. Нитратный азот в почве (N-NO₃) равномерно распределяется по всем типам почв по

профилю (1,0–5,5 мг/кг). Обменный калий в староорошаемых луговых аллювиальных почвах составляет 148–150 мг/кг, новоорошаемые пустынно-песчаные почвы имеют низкое его содержание – 110 мг/кг, по количеству обменного калия новоосвоенные пустынно-песчаные почвы (90 мг/кг), серо-бурые коричневые луговые (55 мг/кг), светло-сероземно луговые (55 мг/кг) не обеспечены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курвантаев, Р. К. Химические свойства орошаемых почв Хорезмского оазиса / Р. К. Курвантаев, К. И. Файзиев // Высшая школа: научные исследования: материалы Межвузовского междунар. конгресса. – Москва: Изд-во «Инфинити», 2021. – С. 224–230.
2. Курвантаев, Р. Агрофизическая характеристика орошаемых луговых почв Бухарского оазиса / Р. Курвантаев, С. М. Назарова // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография; редкол.: Л. И. Ильин [и др.]; отв. за вып. В. В. Огорков. – Иваново, 2019. – С. 91–95.
3. Ташкузиев, М. М. Химическое состояния почв сероземной зоны Кашкадарьинского оазиса и агротехнологии повышения их плодородия / М. М. Ташкузиев, С. К. Очилов // Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Нур-Султан, 2019. – С. 263–267.
4. Умаров, М. У. Повышение плодородия орошаемых почв путем регулирования их физических свойств / М. У. Умаров, Р. Курвантаев. – Ташкент: «ФАН», 1987. – 106 с.
5. Nazarova, S. M. Granulometric composition irrigated soils of Bukhara region / S. M. Nazarova, G. T. Zaripov, R. Kurvantaev / Journal of critical reviews. Scopus ISSN-2394–5125. – Vol. 7, ISSUE 17, 2020. – P. 69–72.
6. Current Status and Problems of the Drainage System in Uzbekistan / Okuda Yukio [et al.] / Journal of arid land studies. – Vol. 25, No. 3. – December, 2015. – P. 81–84.
7. Hakimova, N. Evolution of raflux soils of the midrange of the valley of Zerafshan / N. Hakimova, R. Kurvantaev / ANNALI DLTALIA Scientific Journal of Italy. – Rim, 2020. – Vol. 2 (4). – P. 68–71.

УДК 004.9:378

МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ И РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

С. В. КУРЗЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент

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

Ключевые слова: математика, роль математики в обучении студентов, математическая модель, моделирование.

Аннотация. Скептическое отношение к изучению математики в высших учебных заведениях у некоторых категорий студентов суще-

ствовало давно, а сейчас приобретает явно выраженный характер. Связано это с тем, что обучающиеся по математике имеют низкий базовый (школьный) уровень знаний и считают, что на бытовом уровне им достаточно уметь считать. Они не видят в математике инструмента, который позволил бы развиваться и познавать процессы, происходящие в природе. Поэтому роль преподавателя – донести эту сущность математики до студента. Сделать это возможно только на примерах, показывающих использование математического аппарата для решения прикладных задач.

Keywords: mathematics, the role of mathematics in teaching students, mathematical model, modeling.

Summary. Skepticism about the study of mathematics in higher educational institutions among some categories of students has existed for a long time, and now it is acquiring a pronounced character. This is due to the fact that students in this discipline have a low basic (school) level of knowledge, and believe that at the philistine level it is enough for them to be able to count. They do not see mathematics as a tool that would allow us to develop and learn the processes occurring in nature. Therefore, the role of the teacher is to convey this essence of mathematics to the student. This can be done only on examples showing the use of mathematical apparatus for solving applied problems.

Сегодня высшее образование Республики Беларусь переживает период, в котором предъявляются повышенные требования к универсальным учебным навыкам студентов и профессиональной компетентности преподавателя. Сложность этого периода заключается в том, что задачей обучения видится не «снабдить» обучающихся багажом знаний для использования его в своей профессиональной деятельности, а привить и воспитать у них умения, позволяющие самостоятельно добывать информацию и активно включаться в творческую, исследовательскую деятельность. Хочется при этом отметить, что задачи, которые ставились ранее перед образованием, т. е. дать обучающим определенный багаж знаний, который послужит отправной точкой развития личности в сфере профессиональной ее деятельности, никто не отменял. Другое дело, что этот «багаж» должен быть скорректирован и оптимизирован согласно получаемым студентами специальностей. Роль преподавателя при этом возрастает в разы – донести до студента необходимую учебную информацию таким образом, что-

бы она заинтересовала студента, он увидел в этой информации звенья для своего развития и развития своей будущей профессиональной деятельности [1].

В формировании таких качеств у студентов, которые способствовали бы целенаправленному творческому и самостоятельному обучению, большая роль отводится математике.

Математика нужна всем вне зависимости от рода занятий и профессии. Известно, что еще в древние времена математике придавалось большое значение. Девиз первой академии – платоновской академии – «Не знающие математики сюда не входят» – ярко свидетельствует о том, насколько высоко ценили математику на заре науки, хотя в те времена основным предметом науки была философия.

Простейшие в современном понимании математические начала, включающие элементарный арифметический счет и простейшие геометрические измерения, служат отправной точкой естествознания. «Тот, кто хочет решить вопросы естественных наук без помощи математики, ставит неразрешимую задачу. Следует измерять то, что измеримо, и делать измеримым то, что таковым не является», – утверждал выдающийся итальянский физик и астроном, один из основоположников естествознания Галилео Галилей [2].

Наука не может обойтись без перехода от чувственно-эмпирического исследования к рационально-теоретическому. На этой стадии выдвигаются гипотезы для объяснения фактов и эмпирических законов, установленных с помощью наблюдений и экспериментов. При разработке и проверке гипотез приходится обращаться не только к логическим, но и к математическим методам. Именно поэтому естествознание и математика тесно связаны. Ведь математика, исследуя формы и отношения, встречающиеся в природе, обществе и мышлении, отходит от содержания и исключает из допустимых аргументов наблюдение и эксперимент. Математику нельзя отнести к естествознанию или общественным наукам, так как она изучает не саму природу и объекты действительности, а математические объекты, которые могут иметь прообразы в действительности [3]. И это нужно объяснять студентам через примеры применения математики для решения прикладных задач. Данная задача становится в разы актуальнее в ходе работы с магистрантами и аспирантами.

Имея многолетний опыт работы с данными категориями обучающихся, хотелось бы привести ряд примеров такого применения математического аппарата.

Например, рассматривая тему решения обыкновенных дифференциальных уравнений и учитывая сложившуюся сложную эпидемиологическую ситуацию с распространением Covid-19, целесообразно со студентами решить следующую задачу.

Пример 1. Предположим, что студенческая группа, состоящая из 36 человек, и 1 преподаватель находятся на занятиях в учебной аудитории. Известно, что в первоначальный момент времени в этой аудитории находится 1 носитель некоторой болезни, которая распространяется пропорционально текущему времени. Определить закон распространения данной болезни в аудитории, если известно, что через 30 мин в ней стали носителями болезни 10 человек. На основании полученной математической модели определить количество заболевших в аудитории через 1 ч работы в ней.

Решение.

Введем следующие обозначения:

$Z(t)$ – количество заболевших в аудитории, чел.;

t – время работы в аудитории, мин;

k – коэффициент пропорциональности.

Тогда процесс распространения болезни в рассматриваемой аудитории можно описать дифференциальным уравнением

$$Z' = k \cdot t. \quad (1)$$

Этот процесс будет протекать при заданных условиях:

$$Z(0) = 1, Z(30) = 10. \quad (2)$$

Найдем общее решение дифференциального уравнения:

$$\begin{aligned} Z &= k \int t dt = \frac{kt^2}{2} + C, \\ Z &= \frac{kt^2}{2} + C. \end{aligned} \quad (3)$$

Определим параметры k и C данной зависимости на основании условия (2):

$$1 = \frac{k0^2}{2} + C, \quad C = 1.$$

Зависимость (3) при этом примет вид

$$Z = \frac{kt^2}{2} + 1. \quad (4)$$

Принимая во внимание второе условие, получим:

$$10 = \frac{30^2 k}{2} + 1, 900k = 18, k = \frac{18}{900} = \frac{1}{50}.$$

Тогда математическая модель распространения заболевания в рассматриваемой аудитории примет вид:

$$Z(t) = \frac{t^2}{100} + 1. \quad (5)$$

На основании математической модели (5) можно спрогнозировать развитие ситуации в рассматриваемой аудитории через 1 ч

$$Z(60) = \frac{3600}{100} + 1 = 36 + 1 = 37. \quad (6)$$

Таким образом, при рассматриваемых условиях распространения болезни через 1 ч не останется ни одного здорового человека.

Рассмотрим еще один пример, где комплексно применяются теоретические сведения таких разделов высшей математики, как «Элементы векторной алгебры», «Аналитическая геометрия в плоскости и пространстве», «Двойные интегралы».

Пример 2.

Рассматривается обмолачивающее устройство семенных коробочек льна [4], работающее по следующему принципу. В процессе отделения семян от стеблей льна устройством лента льна движется транспортером в зоне обмолота в зажатом в комлевой части стеблей состоянии. В нижней ее части жестко закреплена сепарирующая решетка, а в верхней части расположен кривошипный механизм, обеспечивающий движение эластичного рабочего органа – бича по некоторой криволинейной траектории. Движение бича производится поперек транспортируемой ленты льна по направлению от зажимного транспортера. Размер рабочей зоны взаимодействия бича со стеблями льна по их поверхности (рис. 1) зависит от ширины эластичного рабочего органа b_6 , конструктивных параметров его привода, геометрии и жесткости деки.

Лента льна при обмолоте удерживается зажимным транспортером на участке $L_{зт}$ (рис. 1, а) на расстоянии $L_{кс}$ от корней. На участке $L_{ст}$, где находятся семенные коробочки, происходит воздействие рабочего органа (бича) при обмолоте. Известно, что движущийся в зажимном транспортере слой стеблей неоднороден. Согласно агробиологическим и морфологическим характеристикам льна-долгунца стебли у его комлевой части в 2–4,5 раза толще, чем у верхушечной его части. В связи с этим лента льна имеет конусность по длине стеблей, сходящуюся к верхушечной части. При этом толщина слоя стеблей h_k в точке начала взаимодействия бича с лентой льна M_1 больше, чем толщина ленты льна в ее верхушечной части h_b (рис. 1).

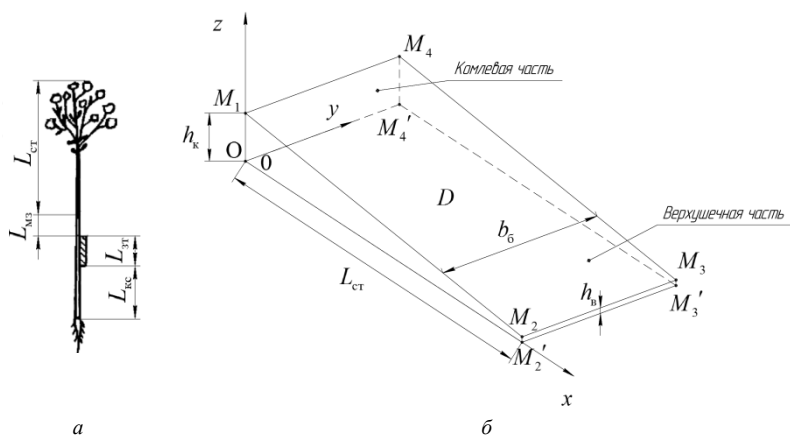


Рис. 1. Схема к обоснованию параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота:
 а – воздействие рабочих органов на стебли льна-долгунца при обмолоте;
 б – фрагмент рабочей зоны материала, взаимодействующий с бичом;
 $L_{кс}$ – комлевая часть стебля; $L_{зт}$ – участок стебля в зажимном транспортере; $L_{кв}$ – участок стебля льна между участками $L_{зт}$ и $L_{ст}$ («мертвая зона»); $L_{ст}$ – участок стебля, подверженный воздействию рабочего органа (бича) при обмолоте

Требуется определить площадь и объем материала, которые будут находиться под периодическим воздействием эластичного рабочего органа.

Решение.

Для этого рассмотрим слой стеблей шириной равной b_0 , длиной, равной $L_{ст}$, толщиной у комлевой части h_k , а у верхушечной части – h_b , с привязкой к системе координат $Oxyz$ (рис. 1).

Тогда искомая площадь будет представлять собой площадь прямоугольника $M_1M_2M_3M_4$, а объем будет соответствовать объему фигуры $OM_2'M_3'M_4'M_1M_2M_3M_4$, где $O(0; 0; 0)$; $M_1(0; 0; h_k)$; $M_2(L_{ct}; 0; h_b)$; $M_3(L_{ct}; b_6; h_b)$; $M_4(0; b_6; h_k)$; $M_2'(L_{ct}; 0; 0)$; $M_3'(L_{ct}; b_6; 0)$; $M_4'(0; b_6; 0)$.

Площадь прямоугольника $M_1M_2M_3$ найдем по формуле

$$S_{\text{п.з.}} = \left| \overline{M_1M_2} \right| \cdot \left| \overline{M_1M_4} \right| = \left| \begin{array}{c} \overline{M_1M_4}(0; b_6; 0) \\ \left| \overline{M_1M_4} \right| = b_6 \\ \overline{M_1M_2}(L_{ct} - 0; 0 - 0; h_b - h_k) \\ \left| \overline{M_1M_2} \right| = \sqrt{L_{ct}^2 + (h_b - h_k)^2} \end{array} \right| =$$

$$= b_6 \cdot \sqrt{L_{ct}^2 + (h_b - h_k)^2}. \quad (7)$$

Получим модель этой зоны, т. е. опишем плоскость $M_1M_2M_3M_4$ уравнением, как уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки $M_1(x_{M_1}; y_{M_1}; z_{M_1})$; $M_2(x_{M_2}; y_{M_2}; z_{M_2})$; $M_4(x_{M_4}; y_{M_4}; z_{M_4})$:

$$\left| \begin{array}{ccc} x & y & z - h_k \\ L_{ct} & 0 & h_b - h_k \\ 0 & b_6 & 0 \end{array} \right| = 0, \quad (8)$$

или в общем виде это уравнение можем записать

$$(h_b - h_k) \cdot x + L_{ct} \cdot (z - h_k) = 0. \quad (9)$$

Определим объем рабочей зоны материала, который будет взаимодействовать с эластичным рабочим органом. Известно [5], что

$$V = \iint_D z(x; y) dx dy, \quad (10)$$

где $z(x; y)$ – функция, определяющая поверхность, ограничивающую тело искомого объема сверху;

D – замкнутая область, в которую проецируется объемное тело на плоскость xOy .

В рассматриваемом случае тело $OM_2'M_3'M_4'M_1M_2M_3M_4$ ограничивается сверху плоскостью $M_1M_2M_3M_4$, которая описывается уравнением

ем (9) и проецируется на плоскость xOy в прямоугольник $OM_2'M_3'M_4'$. Поэтому чтобы реализовать формулу (10), выразим из формулы (9) переменную z :

$$z(x; y) = \frac{h_b - h_k}{L_{ct}} \cdot x + h_k. \quad (11)$$

Тогда под воздействием эластичного рабочего органа будет находиться объем стеблей:

$$\begin{aligned} V_{p.z.} &= \int_0^{b_0} dy \cdot \int_0^{L_{ct}} \left(\frac{h_b - h_k}{L_{ct}} \cdot x + h_k \right) dx = [y] \Big|_0^{b_0} \cdot \left[\frac{h_b - h_k}{L_{ct}} \cdot \frac{x^2}{2} + h_k \cdot x \right] \Big|_0^{L_{ct}} = \\ &= b_0 \cdot \left(\frac{L_{ct} \cdot (h_b - h_k)}{2} + h_k \cdot L_{ct} \right) = \frac{b_0 \cdot L_{ct} \cdot (h_b - h_k)}{2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Таким образом, аналитическое рассмотрение поставленной прикладной задачи позволило получить математические модели для описания в общем виде площади поверхности и объем материала, которые будут находиться под периодическим воздействием эластичного рабочего органа.

В данной статье приведены лишь отдельные примеры применения математического аппарата для решения практических задач. Убежден, что рассмотрение подобных примеров в рамках дисциплин «Высшая математика» и «Математика», и особенно у студентов инженерных специальностей, должно подчеркнуть необходимость и актуальность их изучения, а также роль этих дисциплин в развитии познавательной деятельности у студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курзенков, С. В. Проблемы современного этапа становления математического и физического образования студентов инженерных и технических специальностей вузов Республики Беларусь / С. В. Курзенков // Актуальные проблемы преподавания естественнонаучных и специальных дисциплин в учреждениях высшего и среднего специального образования сельскохозяйственного профиля: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры высшей математики и физики. – Горьки: БГСХА, 2020. – 169 с.
2. История математики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/История_математики. – Дата доступа: 25.02.2022.
3. Роль математики в современном образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/249751-rol-matematiki-v-sovremennom-obrazovanii>. – Дата доступа: 25.02.2022.

4. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – № 3. – С. 112–117.

5. Воднев, В. Т. Основные математические формулы: справочник / В. Т. Воднев, Н. Ф. Наумович, А. Ф. Наумович; ред. Ю. С. Богданов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. шк., 1995. – 380 с.

УДК 626.81

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В УСЛОВИЯХ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. М. ЛУКАШЕВИЧ, канд. с.-х. наук, доцент

В. И. ЖЕЛЯЗКО, д-р с.-х. наук, профессор

О. Б. РАКИЦКИЙ, аспирант

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

Ключевые слова: орошение, климат, мелиорация.

Аннотация. В статье раскрывается необходимость проведения оросительных мелиораций в климатических условиях Могилевской области.

Keywords: irrigation, climate, melioration.

Summary. The article reveals the need for irrigation reclamation in the climatic conditions of the Mogilev region.

Необходимость проведения оросительных мелиораций обуславливается объективными и субъективными факторами [1]. К первым из них относится в основном наличие естественных ресурсов тепла и влаги, необходимых для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных угодий.

Могилевская область расположена на востоке Республики Беларусь. Рельеф территории области преимущественно равнинный, постепенно понижающийся с севера на юг. Северо-восточную часть ее занимает Оршанско-Могилевское плато с абсолютными высотами 150–220 м, представляющее слабовсхолмленную равнину, расчлененную довольно глубокими долинами рек (до 30 м и более) и оврагами. Юго-запад области занимает Центральнo-Березинская равнина, слабо-

наклоненная на юг, с абсолютными отметками 150–180 м. Преобладание равнинного рельефа благоприятно для хозяйственного освоения территории. Южная часть области представляет плоскую равнину, значительная часть которой заболочена, что препятствует интенсивному сельскохозяйственному использованию высокоплодородных торфяно-болотных почв.

Климат Могилевской области умеренно континентальный. Лето влажное и прохладное, зима сравнительно мягкая. Самый теплый месяц – июль (средняя месячная температура – 17,5–18,5 °С), самый холодный – январь (–6,5–8,0 °С). Продолжительность теплого периода составляет 220 дней. Среднегодовая температура воздуха составляет 5,3 °С, а за период май – сентябрь она в среднем равна 15 °С. Средняя продолжительность безморозного периода (без заморозков) составляет 153 дня, а наименьшая – 116 дней.

Среднегодовое количество измеренных осадков составляет около 600 мм. Однако, принимая во внимание недостаточно точный учет приборами атмосферных осадков, величина фактических, т. е. исправленных осадков на территории области составляет в среднем 750 мм в год. В отдельные годы и тем более месяцы осадки могут значительно отклоняться от средних значений. О неравномерности выпадения осадков на территории области свидетельствует колебание обеспеченности сумм осадков за отдельные декады в годы различной увлажненности. Так, в средний год (50%-ная обеспеченность по осадкам за май – август) сумма осадков за отдельные декады может иметь 5- и 95%-ную обеспеченность. То же самое можно сказать и о влажном (5 %) и о среднезасушливом (75 %) годах. Во все месяцы вегетационного периода преобладающее количество осадков выпадает при суточной сумме менее 5 мм, при этом в середине вегетационного периода это количество уменьшается и возрастает процентное отношение обильных осадков, наиболее опасных в эрозионном отношении. В условиях области чаще всего выпадают осадки с интенсивностью 0,06–0,10 мм/мин. Для метеостанции Горки они составляют 30 %, а для метеостанции Бобруйск – 22 %. Менее часто выпадают дожди с интенсивностью 0,02 мм/мин. Проведенный анализ продолжительности осадков в зависимости от интенсивности по месяцам вегетационного периода показал, что с увеличением продолжительности интенсивность убывает. Прослеживается зависимость возрастания продолжи-

тельности осадков при одинаковой интенсивности в середине вегетационного периода.

Значительный практический интерес для сельского хозяйства представляют бездождные периоды (вероятность, продолжительность). Зачастую период, когда суточные суммы осадков были менее 5 мм, рекомендуется считать бездождным. В табл. 1 дана вероятность продолжительности бездождных периодов, подсчитанная при различных суточных суммах осадков за май – сентябрь. При этом учитывались также бездождные периоды, которые начинались или заканчивались в соседнем месяце.

Приведенные материалы свидетельствуют, что вероятность бездождных периодов продолжительностью более 5 сут (при суточных суммах 0,1 мм) сравнительно невысокая. При суточных же суммах менее 5 мм вероятность бездождных периодов такой продолжительности (более 5 сут) составляет в среднем 50 %, а их количество – 8–9 периодов в год.

Таблица 1. Вероятность продолжительности бездождных периодов по градациям за период май – сентябрь, 5

Станция	Продолжительность периода по градациям, дн.						
	0–5	6–10	11–15	16–20	21–30	31–40	41
При суточных суммах $\leq 0,1$ мм							
Горки	85	11	3	–	–	–	–
Бобруйск	86	12	3	1	–	–	–
При суточных суммах ≤ 5 мм							
Горки	51	21	10	8	8	2	1
Бобруйск	49	20	12	10	7	2	2

Заслуживает внимания также количество единичных засушливых периодов (ЕЗП. Под ЕЗП понимается период продолжительностью 10–15 сут без осадков или с осадками менее 5 мм в сутки. Считается, что при наличии такого периода необходим один полив. В связи с тем, что вредное воздействие засушливого периода возрастает значительно быстрее, чем его продолжительность, засушливый период в 16–22 дня принят за 2 ЕЗП, в 23–28 дней – за 3 и более 29 – за 4 единичных засушливых периода. Расчеты показывают, что ежегодно на территории области наблюдаются в течение мая – августа единичные засушливые периоды. В табл. 2 приводится повторяемость ЕЗП для двух метеостанций области.

Т а б л и ц а 2. Повторяемость единичных засушливых периодов в годы различной обеспеченности

Станция	Процент обеспеченности по числу ЕЗП		
	5	25	50
Горки	9	7	5
Бобруйск	11	8	6

Показателем теплообеспеченности территории может служить температура воздуха. При этом в качестве абсолютного показателя зачастую используют сумму среднесуточных температур воздуха за различные периоды. Период с температурой воздуха выше 50 °С, определяющий начало и конец вегетационного периода роста и развития растений, трав и зерновых культур, длится 187 дней. Начало его в среднем – 13 апреля. Сумма температур за этот период составляет 2570 °С. Период с температурой выше 10 °С, т. е. время активной вегетации большинства сельскохозяйственных культур, длится в среднем 144 дня (начало 30 апреля). Сумма температур за этот период – 2240 °С. А период с температурой выше 15 °С, определяющий возможность выращивания теплолюбивых культур, начинается 30 мая и длится около 89 дней. Сумма температур за этот период – 1530 °С. Суммы температур воздуха за различные периоды, а также коэффициенты вариации и асимметрии их приводятся в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Нормы сумм среднесуточных температур воздуха, коэффициенты вариации (C_V) и асимметрии (C_S)

Станция	Периоды				
	Апрель – октябрь			Май – октябрь	
	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	C_V	C_S / C_V	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	C_V
Горки	2640	0,056	2,0	23,91	0,092
Могилев	2640	0,052	2,0	2453	0,053
Бобруйск	2720	0,021	1,5	2661	0,059

Окончание табл. 3

Станция	Периоды			
	Май – сентябрь		Июнь – август	
	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	C_V	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	C_V
Горки	2230	0,040	1522	0,065
Могилев	2240	0,055	1516	0,059
Бобруйск	2360	0,060	1600	0,062

Анализ табл. 3 показывает, что по степени обеспеченности теплом территория области имеет существенные различия.

Относительная влажность воздуха за период май – сентябрь составляет в среднем 72 %. Сухих дней, когда относительная влажность воздуха не более 40 %, очень мало, причем основная часть из них приходится на май.

Преобладающими ветрами в теплый период года являются северо-западные ветры. Среднемесячная скорость ветра за период апрель – сентябрь равна 3,3 м/с. Сильные ветры наблюдаются сравнительно редко и чаще всего в холодное время года.

Большую опасность для овощных культур представляют заморозки, когда на фоне положительных температур температура воздуха понижается до 0 °С и ниже. В среднем по территории области заморозки в воздухе прекращаются через 34 дня после того, как средняя суточная температура воздуха устойчиво переходит через 0 °С. Однако они возможны во все месяцы теплого периода, и особенно в мае – начале июня.

Приведенные выше показатели метеусловий свидетельствуют о том, что территорию Могилевской области следует отнести к зоне неустойчивой естественной тепловлагообеспеченности и здесь необходимо применять оросительные мелиорации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желязко, В. И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов в условиях техногенного загрязнения агроландшафта: автореферат диссертации ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / В. И. Желязко. – Минск, 2005. – 45 с.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2020. – 370 с.
3. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Институт геологических наук Беларуси, 1996. – 234 с.
4. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: пособие / В. И. Желязко, Т. Д. Лагун, Н. П. Баранова. – Горки: БГСХА, 2011. – 248 с.
5. Лукашевич, В. М. Полив передвижной дождевальной машиной типа УД-2500 / В. М. Лукашевич, А. А. Горелик // Органическое сельское хозяйство – дело молодых: материалы Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук Довбана Корнея Ивановича / А. С. Чечёткин (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 14–17.
6. Оросительные системы: ТКП 45-3.04-178-2009(02250). – Введ. 29.12.2009 г. № 441. – Минск: Минстройархитектура, 2010. – 70 с.

IRRIGATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

V. M. LUKASHEVICH, candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

V. I. ZHELYAZKO, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

A. A. KONSTANTINOV, applicant

Belarusian State Agricultural Academy,

Gorki, Republic of Belarus

Keywords: irrigation, climate, melioration.

Summary. The article reveals the mode of irrigation of vegetable crops and crop gains from irrigation.

Ключевые слова: орошение, климат, мелиорация.

Аннотация: В статье раскрывается режим орошения овощных культур и прибавки урожая от орошения.

Currently, the development of land reclamation in the Republic of Belarus is regulated by a number of regulatory documents, among which the main ones are: the Law of the Republic of Belarus «On Land Reclamation» (adopted by the Parliament of the Republic of Belarus in 2008); the State Program for the Development of Agricultural Business in the Republic of Belarus for 2016–2020 (Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, dated March 11, 2016 – № 196). In general, at the present stage, the main goal of land reclamation in the Republic of Belarus is a sustainable biosphere-compatible increase in the productivity of agricultural land with the elimination or correction of unfavorable natural conditions for economic activity. This can be achieved by combining and differentiating different types and methods of land reclamation for specific sites using resource-saving and environmental technologies.

The ultimate goal of the legal documents listed above is to ensure the country's food security. According to this program, in order to increase the productivity of reclaimed land, it is necessary to create systems of guaranteed regulation of the water-air regime of soils. The volume of vegetable production is planned to increase annually until 2025. In addition, it should be noted the current and projected warming of the climate in the territory of the Republic of Belarus. In such conditions, the role of irrigation reclamation will increase, being an important factor in the sustainable development

of agricultural production. The possible level and yield gains from irrigation are shown in table.

It should also be noted that for the Republic of Belarus, one of the priority areas is the development of the livestock sector of the agricultural and industrial complex, which is necessary to ensure the country's food security and increase the export potential on the world food market. However, the production of livestock products on an industrial basis has created a serious environmental problem associated with the disposal of large volumes of manure runoff 19,4 m³ million of wastewater is generated annually in the livestock complexes of Belarus [3].

Estimated level of planned yield (Y) and average annual yield increases (Y) for irrigation of mineral soils, c/ha

Agricultural crops	Northern area		Central area		Southern area	
	Y	ΔY	Y	ΔY	Y	ΔY
Late cabbage	410	110	540	130	590	150
Early cabbage	360	80	390	90	410	100
Seeded grasses, pasture	80	20	85	25	95	25
Early potatoes	160	40	180	50	190	50
Carrot	380	70	400	80	420	100
Beetroot dining room	370	80	380	80	400	90
Apple orchard	270	30	270	40	280	40

Note. These data are typical for the average degree of cultivation of soils and for a normal agricultural background.

The solution to this problem in Belarus was mainly through the construction of specialized reclamation systems, where manure flows are used for fertilizing irrigation of forage crops. However, many years of experience in the operation of such systems have shown that this technology is characterized by a number of weaknesses. There is an excessive accumulation on the lowered elements of the terrain. Agro-landscapes have appeared, where technogenic contamination of the soil with heavy metal compounds is of particular concern. Water resources, as the most dynamic natural formations, are also exposed to pollution. Therefore, the problem of increasing the environmental sustainability of agricultural landscapes with reclamation systems, where liquid organic fertilizers are disposed of, needs to be solved by further improving the technology used.

In general, to increase the environmental sustainability of reclaimed agricultural landscapes with large pig-breeding complexes in the conditions of

technogenic pollution, it is necessary to use special water-circulation reclamation systems. They should be used for monitoring studies to identify sources of pollution and types of pollutants.

At a normal level of soil pollution, the system of measures should primarily include reducing the impact of sources of pollution and the use of a scientifically based fertilizer system aimed at increasing soil fertility and agricultural crop yields. The coefficient of the fertilizing potential of the irrigation liquid is accepted without restrictions. Irrigation standards for perennial grasses are established for the normal level of functioning of the agricultural landscape.

When organizing fertilizing irrigation with runoff, the area should be carefully planned to prevent the accumulation of irrigation fluid in micro-depressions, in order to avoid waterlogging of the soil, which affects the behavior of ecotoxicants. As measures to prevent surface runoff, it is recommended to carry out reclamation treatment of sod.

However, recently, a number of subjective reasons (lack of financial and material resources, transition to new economic conditions, etc.) have led to the fact that new construction of irrigation systems is practically not carried out, and previously built ones fail due to moral and physical aging and are gradually being written off [4].

At the same time, such a state of irrigated agriculture in the Republic of Belarus, due to a number of subjective reasons, does not in any way indicate that this event is hopeless.

In our opinion, the main directions of improving the efficiency of irrigation in the Republic of Belarus are the following:

- inventory of previously built systems;
- the correct choice of priority objects of construction and reconstruction of irrigation systems, taking into account natural and economic conditions;
- implementation of resource-saving technologies and irrigation regimes in projects, taking into account environmental requirements;
- further scientific and experimental substantiation and optimization of irrigation norms and crop increments;
- improvement of the organizational and technological level of irrigation systems operation;
- the use of intensive technologies for the cultivation of irrigated crops and the programming of yields.

Thus, irrigation of agricultural land on mineral soils of the Republic of Belarus is objectively necessary, appropriate and its wide application, taking into account environmental requirements and resource conservation, will increase the country's food security.

LITERATURE

1. Golchenko, M. G. Improving the scientific and practical foundations of irrigation reclamation on mineral soils of the Republic of Belarus / M. G. Golchenko // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2015. – № 2. – P. 123–129.
2. Lukashevich, V. M. Water consumption of Japanese millet / V. M. Lukashevich, O. V. Misetskaite / Vestnik RGAU named after P. A. Kostychev. – 2016. – № 3 (31). – P. 23–27.
3. Likhatchevich, A. P. Sprinkling of agricultural crops: Fundamentals of the regime under unstable natural moisture supply / A. P. Likhatchevich. – Minsk: Bel. nauka, 2005. – 278 p.
4. Irrigation systems: ТКР 45-3, 04-178-2009(02250). – Introduction. 29.12.2009, № 441. – Minsk: Minstroiarhitektury, 2010. – 70 p.

УДК 631.6

ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д. А. МАКСИМЕНКО, студентка
И. А. РОМАНОВ, ассистент

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

Ключевые слова: мелиорация, водный режим, осушение.

Аннотация. В статье раскрывается перспектива использования осушительно-увлажнительных мелиоративных систем на территории Республики Беларусь.

Keywords: melioration, water regime, drainage.

Summary. The article reveals the prospect of using drainage and humidification reclamation systems on the territory of the Republic of Belarus.

В условиях изменения климата возрастает частота экстремальных погодных явлений, таких как засуха и обильные осадки. Мелиоративные системы, запроектированные 30–40 лет назад, уже не подходят в полной мере под новые климатические условия. Наиболее эффективным в таких условиях может стать использование мелиоративных систем двухстороннего действия. Такие системы позволяют снижать избыток влаги в почвенном слое в дождливые периоды, а в период засухи работать как увлажнительная система.

Перспективным направлением является применение осушительных систем двухстороннего действия.

По последней информации, в Республике Беларусь насчитывается 3,4 млн. га осушенных земель, в том числе закрытым дренажем – 2,2 млн. га, что составляет около 30 % всех сельскохозяйственных земель. Основная часть осушенных земель находится в Брестской, Гомельской и Минской областях. Если быть точнее, то на одно хозяйство Брестской области в среднем приходится более 1,5 млн. га осушенных земель. В 15 районах Беларуси мелиорированные земли составляют более 50 % от площади сельскохозяйственных земель и обеспечивают производство основной части продукции растениеводства [1].

Основная цель мелиорации избыточно увлажненных почв – создание в корнеобитаемом слое почвы оптимального водного режима для сельскохозяйственной культуры. Добиться этого одним осушением очень трудно, поскольку осушаемые земли Беларуси часто нуждаются в дополнительном увлажнении в засушливые периоды вегетации. Подать воду в корнеобитаемый слой почвы можно разными методами.

Под увлажнением понимают подачу дополнительной влаги растениям по почвенным капиллярам от источника влаги, находящегося в почве. Существуют несколько способов увлажнения: внутрпочвенное и подпочвенное. Первый способ осуществляется с помощью устройства внутри почвы полостей, по которым подается вода непосредственно к корням растений. В Республике Беларусь большое распространение получило подпочвенное увлажнение. На системах подпочвенного увлажнения вода к растениям подается по капиллярам почвы от уровня грунтовых вод. В Беларуси такие системы построены на площади около 700 тыс. га.

Самой простой реализацией осушительно-увлажнительной системы является шлюзование одиночных открытых водотоков (проводящих каналов) и через них – регулирующей сети. Для повышения эффекта увлажнения выполняют также дополнительные мероприятия, способствующие более интенсивному и равномерному увлажнению корнеобитаемого слоя от уровня грунтовых вод.

Под шлюзованием понимают задержание стока и накопление воды в каналах для передачи ее по порам почвы в межканальное пространство и к корням растений. Различают предупредительное и гарантированное шлюзование. Также стоит учесть, что способ орошения осушаемых земель шлюзованием довольно прост и экономически выгоден. Капитальные затраты на шлюзование обычно в 1,5–2 раза ниже, чем на дождевание. Затраты на эксплуатацию закрытой осушительно-

увлажнительной системы с подпочвенным орошением в 6–7 раз ниже, чем с применением дождевания.

При предупредительном шлюзовании сток воды в водотоках задерживают на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенне-полевые работы. С помощью этого приема создается объем воды, который постепенно используется на увлажнение не только в начале весны, но и насколько возможно в период вегетации растений. При предупредительном шлюзовании используются воды, стекающие с водосбора мелиоративного объекта.

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов зоны аэрации в соответствии с требованиями растений. Оно осуществляется путем аккумуляции стока с собственного водосбора, а также подачей воды из внешних гарантированных водоисточников. При этом виде увлажнения поддерживается требуемая влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного периода независимо от естественного природного хода элементов водного баланса.

По способу подачи воды в почву гарантированное увлажнение подразделяют на непрерывное и цикличное. При возможности непрерывной подачи воды стремятся обеспечить расположение уровней грунтовых вод в оптимальном (наиболее безопасном) диапазоне по заранее заданной программе. При цикличной подаче воды осуществляется периодическое поднятие уровня грунтовых вод до установленных отметок, соответствующих верхнему оптимальному положению в расчетный период. Цикличную подачу воды можно проводить при увлажнении земель, используемых под сенокосы и пастбища на водооборотных осушительно-увлажнительных системах, а также на системах, расположенных вблизи наливных водохранилищ.

Осушительно-увлажнительные системы можно проектировать при уклонах местности до 0,0005, если в качестве увлажнительной сети используется открытая сеть, и до 0,005, когда предусматривается закрытая сеть. Водопроницаемость грунтов должна быть не менее 0,5 м/сут. При возможности непрерывной подачи воды на увлажнение допускается проектирование осушительно-увлажнительных систем на грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут. Для повышения эффекта при этом применяют агромелиоративные мероприятия, повышающие водопроницаемость грунтов [1].

Повысить эффективность увлажнения почв можно путем установки подпорных устройств на каждом канале (водотоке), если имеется достаточное количество воды для увлажнения. При гарантированном водоисточнике воду для шлюзования можно забирать из вышерасположенного водотока (магистрального или ограждающего канала). Такой способ подачи уменьшит время на заполнение сети водой и позволит оперативнее воздействовать на уровень грунтовых вод.

На закрытой сети в качестве подпорного сооружения применяются смотровые колодцы с установкой в них регулирующих устройств (автоматические регуляторы уровней воды, другие приспособления для задержания стока воды в закрытой проводящей сети). Если вода в сеть подается из вышерасположенного водотока, в верховье коллектора устанавливают водоприемный колодец.

Чтобы избежать попадания в закрытую сеть мусора и твердых частиц из канала, входной оголовок располагают выше дна канала не менее чем на 0,2 м и устраивают сорозадерживающую решетку. В целях избежания повреждения дрен-увлажнителей в зимний период увлажнительный коллектор может соединяться с дренами-увлажнителями сверху, в одной плоскости или иметь самостоятельный сброс при консервации системы на зиму.

Осушительно-увлажнительные системы удобно применять на равнинных поймах при польдерном осушении земель или на водооборотных системах [2]. Увлажнение почв с помощью закрытой сети даст больший эффект, чем с открытой сетью. На закрытых системах расстояние между дренами-увлажнителями меньше, чем между открытыми каналами. Подаваемая вода из водоприемных отверстий труб сразу поступает в почву и более равномерно увлажняет ее.

Если увлажнение земель проводится с помощью дождевания, т. е. путем орошения, то параметры осушительной сети должны согласовываться с параметрами применяемой дождевальной техники. Подземные коммуникации дождевальных систем прокладывают после устройства закрытой сети, т. е. после проведения осушения почв.

Развивающимся направлением в развитии гидромелиорации является создание водооборотных систем. Эти системы наиболее перспективны в экологическом плане, поскольку позволяют задерживать в пределах объекта мелиорации местный сток (в искусственно созданных водохранилищах или прудах) и расходовать его в периоды засухи для увлажнения или орошения. При этом одновременно с накоплением

и использованием сбросных вод повторно утилизируются вынесенные из почвы с дренажным стоком химические элементы и биогенные вещества, предотвращается загрязнение природных водных источников удобрениями, пестицидами, гербицидами.

Конструктивные изменения в системах, в которых обеспечивается использование дренажных вод на орошение, связаны с необходимостью устройства насосных станций. Накопительные емкости для резервирования местного стока обычно создаются или в полувыемке и полунасыпи (при равнинном рельефе), или на повышенных элементах рельефа (при наличии холмов) [3].

Компоновка водооборотной системы очень сложна, поскольку необходимо предусмотреть устройство каналов для перехвата вод, фильтрующихся из накопительных емкостей. Общим свойством этих систем является некоторая расточительность электроэнергии, существенны затраты на строительство прудов и насосных станций.

Таким образом, осушительно-увлажнительные системы являются эффективным способом регулирования водного режима почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб.-метод. пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки: БГСХА, 2020. – 250 с.
2. Кащенко, Н. М. Расчет параметров польдерных систем сельскохозяйственного назначения / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев, В. В. Васильев // Вестн. БГСХА. – 2018. – № 4. – С. 128–132.
3. Лихацевич, А. П. Анализ способов осушения связных почв в условиях Северо-Восточной части Беларуси / А. П. Лихацевич, С. В. Набздорев // Вестн. БГСХА. – 2012. – № 2. – С. 86–91.

УДК 626. 823 (075.8)

БАШЕННЫЙ ВОДОСБРОС АВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОПЛАВКОВЫМ ЗАТВОРОМ

Л. И. МЕЛЬНИКОВА, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: водосброс, башня, водоотводящая труба, затвор-автомат, поплавковый затвор, водоспуск.

Аннотация. Конструктивные решения башенного водосброса автоматического действия с поплавковым затвором.

Keywords: spillway, tower, drainage pipe, automatic shutter, float valve, spillway.

Summary. Design solutions for automatic tower spillway with a float valve.

Введение. Незначительные колебания уровня воды в верхнем бьефе в зависимости от величины сбросного расхода являются показателем стабильности уровненного режима водоема. Чем меньше форсированный напор H_{ϕ} , тем стабильнее эксплуатационный режим водосброса. Стремление к стабилизации уровненного режима приводит к увеличению водоприемной части водосбросного сооружения (размеров шахты, ковша и т. д.) [3]. А это, в свою очередь, ведет к увеличению стоимости строительства. Поэтому поиск новых конструкций водосбросных сооружений автоматического действия с более стабильным уровненным режимом является актуальной задачей.

В применяемых в настоящее время водосбросных сооружениях башенного (шахтного) типа величина возможной форсировки достигает 1,0 м, а для ковшовых водосбросов H_{ϕ} допускается 0,8 м и более [3]. Исходя из рассмотренных условий и назначения сооружения, нами и была предложена конструкция башенного водосброса с авторегулятором уровня верхнего бьефа поплавкового типа. Для оценки работоспособности предложенного устройства были проведены методические лабораторные испытания башенного водосброса с поплавковым затвором [4].

Автоматизация водосбросных сооружений осуществляется затворами-автоматами гидравлического действия. Вопросам теории и практики затворов-автоматов посвящены работы многих ученых: Я. В. Бочкарева, Е. Е. Овчарова, М. З. Ганкина, Э. Э. Маковского и др.

Прототип конструкции. В качестве сооружения аналога были приняты конструкции башенных водосбросов системы «Белгипроводхоз» [1]. А прототипом поплавкового затвора был принят вододействующий автоматический водовыпуск ВАВ института «Укргипроводхоз» [2]. Конструкция предложена П. И. Коваленко, Н. Я. Васюковым и И. Х. Ягузыченко (рис. 1).

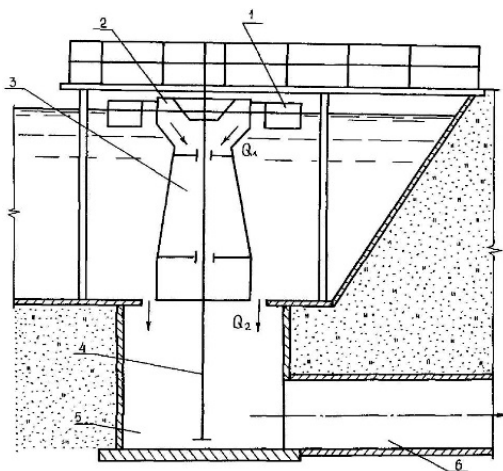


Рис. 1. Автоматический водовыпуск постоянного расхода:
 1 – поплавок; 2 – воронка с трапецидальными водосливами; 3 – корпус регулятора; 4 – направляющая ось; 5 – колодец; 6 – водоотводящая труба

Как видно из рис. 1, регулятор состоит из воронки – 2, образованной трапецидальными водосливами, к которой присоединена труба переменного сечения 6, удерживаемая поплавками 1 на воде, перемещаемая при изменении уровня воды верхнего бьефа вдоль неподвижной вертикальной оси 4.

Принцип работы ВАВ основан на сочетании работы трапецидального водослива (или нескольких) и донного щелевого отверстия. Основными недостатками данной конструкции являются материалоемкость, а при проектировании ВАВ сложности в определении его параметров [2].

Цель работы. Для предложенной конструкции обосновать различные конструктивные элементы шахтного водосброса, так как образование вакуума на внутренних стенках и в колене водосброса ставит задачу выбора таких конструктивных элементов, при которых обеспечивались бы пропуск расчетных расходов и надежная работа сооружения в целом.

Материалы и методика исследований. Комплексные гидравлические исследования проводились в лаборатории ГТС БГСХА. Модель водосбросного сооружения была установлена в железобетонном русловом лотке длиной 9,5 м, шириной 1,0 м, высотой 0,8 м, оборудован-

ном решеткой-гасителем, мерным треугольным водосливом и жалюзьями (рис. 2). Башня и водоотводящая труба водосброса были выполнены из пластмассовой трубы круглого сечения.

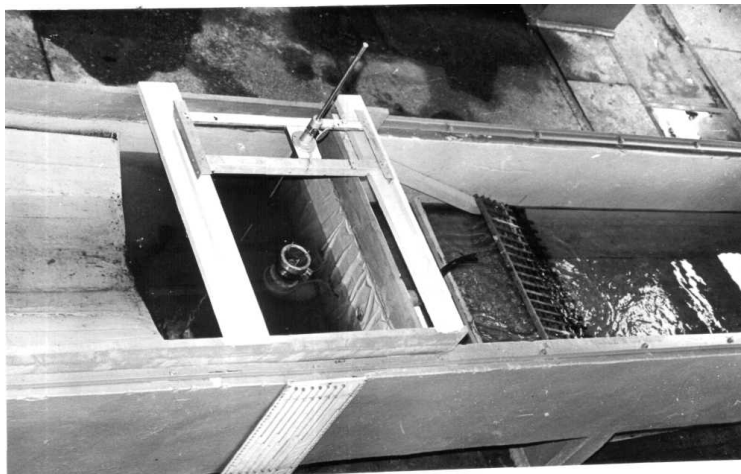


Рис. 2. Модель экспериментальной установки

Конструктивные решения. Затвор-автомат поплавкового типа предназначен для водосбросных сооружений, причем с башней круглого сечения поплавков имеет цилиндрическую форму. Работа затвора основана на взвешивающем действии воды (законе Архимеда). Поплавок, стакан, воздухоподводящая труба выполняются из листового железа толщиной 3–4 мм (рис. 3). Затвор устанавливается на гребне водослива и фиксируется (удерживается) с помощью направляющих патрубков и стержней. Направляющие патрубки крепятся к внутренней стенке стакана и поплавок, а направляющие стержни крепятся к оголовку шахты с помощью бандажной обоймы или путем отдельной анкерки [4].

Заключение. Поплавковый затвор изготовили из листового железа и представлял он собой двухступенчатый цилиндр с герметичной наружной обшивкой (рис. 3). Геометрические параметры затвора-автомата определялись исходя из кинематики устройства. Идея создания поплавкового затвора принадлежит профессору В. М. Ларькову.

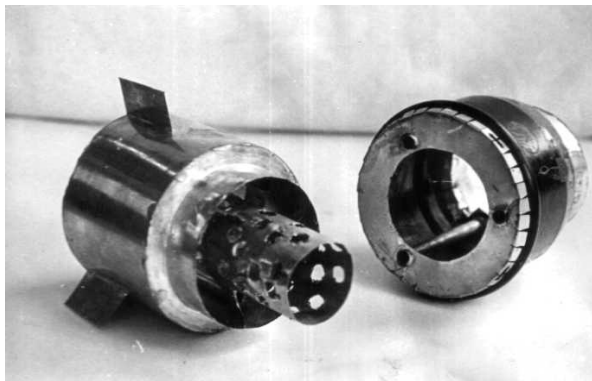


Рис. 3. Конструкции поплавкового затвора

Затвор-автомат поплавкового типа также значительно экономичнее известных аналогов. В целях удешевления конструкции затвор-автомат может изготавливаться из пластмассы. Даже изготовление затвора из листового железа позволяет уменьшить расход металла примерно на 50 % по сравнению с применяемыми полуавтоматами: ковшовыми (коробчатыми), клапанными, цилиндрическими и другими затворами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахтные водосбросы расходом до 50 м³/с. – Минск: Белгипроводхоз, 1986. – Альбом 1: Пояснительная записка, строительные чертежи. – 139 с. – (Типовые проектные решения 820-4-026.23.86.)
2. Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов в гидромелиорации: учеб. пособие / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.
3. Ларьков, В. М. Водопропускные сооружения низконапорных гидроузлов (с глухими плотинами): учеб. пособие / В. М. Ларьков. – Минск: Ураджай, 1990. – 351 с.
4. Мельникова, Л. И. Башенный водосброс автоматического действия для водохранилищ и накопителей / Л. И. Мельникова // Экологические проблемы мелиорации. – Москва: УПК «Федоровец», 2002. – С. 335–337.

БАШЕННЫЕ (ШАХТНЫЕ) ВОДОСБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ВОДООХРАННЫХ ОБЪЕКТОВ

Л. И. МЕЛЬНИКОВА, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: водосброс, башня, водоотводящая труба, затвор-автомат, поплавковый затвор, водоспуск.

Аннотация. Конструктивные решения башенного водосброса автоматического действия для водоохраных объектов.

Keywords: spillway, tower, drainage pipe, automatic shutter, float valve, spillway.

Summary. Constructive solutions for automatic tower spillway for water protection facilities.

Введение. Современные гидравлические технологии и средства их осуществления для регулирования уровня воды, а также пропуска расходов, свободных от экологических недостатков, являются важной инженерной задачей. Экологическую опасность создают плавающие загрязнители и особенно нефтепродукты. Загрязнение природных вод нефтепродуктами происходит в результате аварий нефтепроводов, неорганизованного стока с объектов ГСМ, мойки транспорта, сброса неочищенных сточных вод и т. п.

Пруды-отстойники или накопители могут быть эффективными водоохранными объектами. Эти сооружения особенно полезны для катастрофических (аварийных) случаев. Они создают резервные емкости для временной аккумуляции загрязненных стоков, первичную технологию их очистки с последующей утилизацией. Неотъемлемой частью таких водоохраных объектов являются водосбросные сооружения. В основном это водосбросные сооружения низконапорных гидрозлов [3].

Проблеме расчета и эксплуатации низконапорных трубчатых сооружений посвящено большое количество исследований советских ученых: В. И. Алтунина, А. И. Антипова, Л. А. Барац, А. И. Богомолова, В. А. Большакова, П. И. Коваленко, В. С. Мисенева, Н. П. Розанова,

С. М. Слисского и многих других. Большой вклад в изучение особенностей гидравлической работы трубчатых сооружений внесли и зарубежные ученые: F. W. Blaisdell, С. А. Donnelly, С. E. Rise и др.

Наиболее надежными и перспективными являются сооружения автоматического действия, регулирующие уровень и расходный режимы. Имеются различные конструкции водосбросных сооружений низконапорных гидроузлов [3]. В данной работе остановимся на водосбросных сооружениях башенного (шахтного) типа. Некоторые из них приводятся ниже (рис. 1, 2).

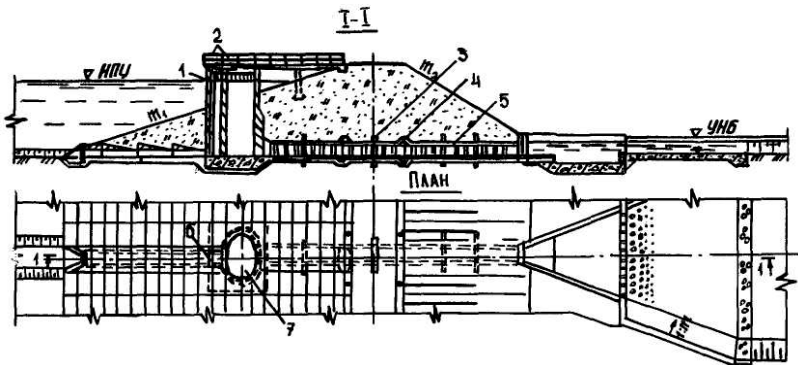


Рис. 1. Трубчатый башенный водосброс (типовой проект)

- 1 – соросудерживающая решетка; 2 – подъемник с ручным приводом;
- 3 – железобетонная диафрагма; 4 – температурно-осадочный шов;
- 5 – оклеечная гидроизоляция; 6 – камера затворов; 7 – шахта

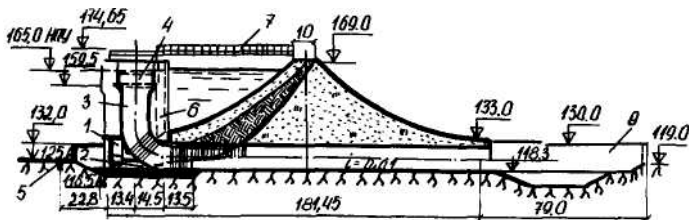


Рис. 2. Трубчатый башенный водосброс с кольцевым затвором:

- 1 – затворная камера; 2 – водовыпуск; 3 – башня; 4 – кольцевой затвор; 5 – стенка для задержания влекомых наносов; 6 – аэрационный канал; 7 – служебный мостик;
- 8 – водобойный колодец

Прототип конструкции. В качестве сооружения аналога рассматривались конструкции башенных водосбросов системы «Белгипроводхоз» с напором от 3 до 6 (7) м и расходом до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис. 3) [1]. На основе обобщения опыта строительства и эксплуатации предлагаемое сооружение рекомендуется в качестве водосброса-водоспуска для малых прудов и водоемов с напором на сооружении от 3 до 6 м на пропуск расчетного расхода от $1,5$ до $10 \text{ м}^3/\text{с}$.

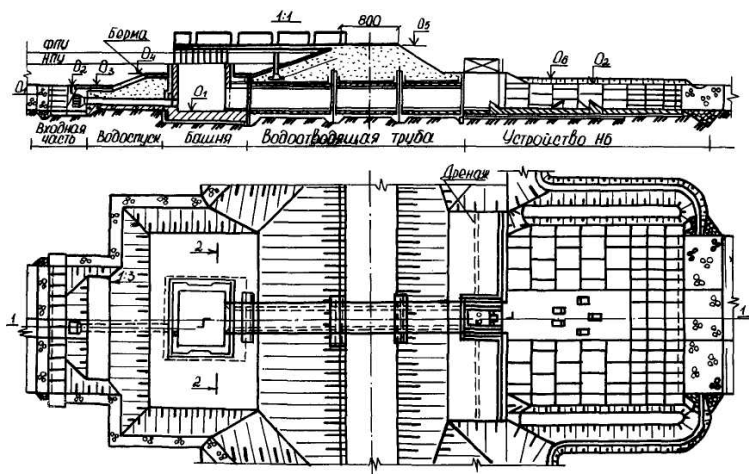


Рис. 3. Башенный водосброс (Белгипроводхоз)

Таким образом, для водоохранных объектов была предложена конструкция водосбросного сооружения с авторегулятором уровня верхнего бьефа поплавкового типа, отличающаяся простотой конструкции и сравнительно малой материалоемкостью.

Устройство водосбросного сооружения с поплавковым затвором само по себе не решает проблему качества воды, однако при его использовании можно регулировать как уровенный режим водоема, так и положение водозаборного отверстия. Предложенное устройство обеспечивает забор воды из более чистых глубинных слоев водоема, поддерживает заданный уровень верхнего бьефа в автоматическом режиме, способствует накоплению загрязняющих веществ в аккумулирующем водоеме и предотвращает их попадание в естественные природные водоисточники.

Цель работы. Предложить конструктивные решения башенных водосбросов автоматического действия, обеспечивающих постоянный уровеньный режим (НПУ) в небольших прудах.

Методика исследований. Решение поставленных задач осуществлялось экспериментально-теоретическим методом. Экспериментальные исследования включали физическое моделирование водосбросного сооружения с поплавковым затвором с использованием закона гравитационного подобия (критерия Фруда). Комплексные гидравлические исследования проводились в лаборатории ГТС БГСХА.

Конструктивные решения. В состав башенного водосброса (рис. 4) входят: 1 – башня (шахта); 2 – водоотводящая труба; 3 – соединительное колено; 4 – донный водоспуск; 5 – устройство нижнего бьефа; 6 – затвор-автомат поплавкового типа.

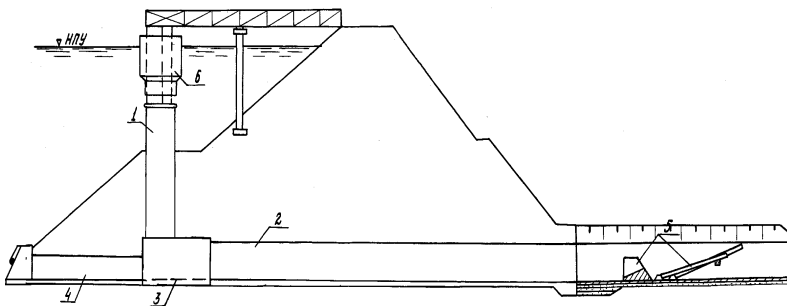


Рис. 4. Конструктивное решение башенного водосброса

Башня, водоотводящая труба и водоспуск могут выполняться из унифицированных сборных элементов труб круглого или прямоугольного сечения. Эти части сооружения могут быть выполнены по аналогии с типовыми проектными решениями [6]. При необходимости данное сооружение может иметь съемный служебный мостик, который опирается на верхние концы направляющих стержней. Принцип работы затвора-автомата подробно рассмотрен в [4, 5].

Заключение. В результате поиска конструктивно-технологических решений и экспериментальных исследований достигнута основная цель – определены рациональные параметры водосбросного сооружения и затвора-автомата поплавкового типа.

В натуральных размерах башенный водосброс со сливным оголовком имеет диаметр шахты $d = 1,4$ м и высоту ее $H_{ш} = 6,0$ м. Для водосброса предлагаемого типа требуется высота шахты $H_{ш} = 4,0$ м (что на $1/3 H_{ш}$ меньше) за счет цилиндрической части поплавокowego затвора $h_w = 2,0$ м. Следовательно, по предварительным технико-экономическим показателям предлагаемая конструкция водосброса дает экономию железобетона до 30 % на одном сооружении (за счет снижения высоты башни).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахтные водосбросы расходом до $50 \text{ м}^3/\text{с}$. – Минск: Белгипроводхоз, 1986. – Альбом 1: Пояснительная записка, строительные чертежи. – 139 с. – (Типовые проектные решения 820-4-026.23.86.)
2. Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов в гидромелиорации: учеб. пособие / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.
3. Ларьков, В. М. Водопропускные сооружения низконапорных гидроузлов (с глухими плотинами): учеб. пособие / В. М. Ларьков. – Минск: Ураджай, 1990. – 351 с.
4. Мельникова, Л. И. Водосбросные сооружения автоматического действия для водоохраных прудов и накопителей / Л. И. Мельникова // Экологические аспекты мелиорации земель юга Нечерноземья / под общ. ред. д-ра с.-х. наук Ю. А. Мажайского, канд. техн. наук В. И. Желязко. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2003. – С. 185–197.
5. Мельникова, Л. И. Башенный водосброс автоматического действия / Л. И. Мельникова // Вопросы мелиорации: науч.-практ. журнал. – 2002. – № 1. – С. 77–84.
6. Мельникова, Л. И. Методика гидравлического расчета башенного водосброса с поплачковым затвором / Л. И. Мельникова // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Курск, 11–13 дек. 2019 г. – Курск: Курская гос. с.-х. акад. им. профессора И. И. Иванова, 2020. – С. 308–312.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. МЕРЗЛОВА, канд. с.-х. наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

И. М. ШКУРАТОВ, зам. директора
ОАО «УКХ «Могилевводстрой»,
Могилев, Республика Беларусь

Ключевые слова: государственная программа, мелиоративное хозяйство, осушенные земли, орошаемые земли.

Аннотация. В статье дан анализ структуры мелиорированных земель Республики Беларусь. Приведены данные о состоянии мелиоративного хозяйства Могилевской области, проведенных мероприятиях по обеспечению его эффективного функционирования.

Keywords: state program, reclamation complex, drained lands, irrigated lands.

Summary. The article analyzes the structure of reclaimed lands of the Republic of Belarus. The data on the state of the reclamation complex of the Mogilev region, the measures taken to ensure its effective functioning are presented.

Трудно переоценить роль мелиорации в обеспечении эффективного земледелия. Наиболее масштабными ее видами, требующими инженерных решений, в Республике Беларусь являются водные мелиорации. В настоящее время (01.01.2022) площадь осушенных сельскохозяйственных земель в стране составляет 2,8 млн. га, или 34,7 %. Оросительные системы используются на 28,7 тыс. га (0,3 %) зоны активного земледелия [1].

Природно-климатические условия республики сформировали два основных водных режима: в северной части – избыточного увлажнения, в центральной и южной частях – неустойчивого увлажнения [2].

Значительная часть Могилевской области находится в зоне неустойчивого увлажнения. Это отразилось на ее доле в структуре мелиорированных земель в республике и на специфике применения осушительной и оросительной видов мелиорации. По данным реестра земель

видно, что на долю осушенных сельскохозяйственных земель Могилевщины приходится 9,2 % общереспубликанской площади (таблица). В тоже время орошаемые земли занимают более половины (53,6 %). Главным образом это использование дождевания и капельного полива в овощеводстве.

Региональная структура мелиорированных сельскохозяйственных земель Республики Беларусь

Области	Орошаемые земли		Осушенные земли	
	га	%	га	%
Брестская	4915	17,2	688797	24,3
Витебская	1978	6,9	502989	17,7
Гомельская	2816	9,8	495226	17,5
Гродненская	1633	5,7	293629	10,4
Минская	1943	6,8	594401	21,0
Могилевская	15365	53,6	261489	9,2
Всего	28650	100,0	2836531	100,0

Управление водным хозяйством области осуществляет ОАО «Управляющая компания холдинга «Могилевводстрой», работы по обслуживанию, ремонту, модернизации и уходу за мелиоративными сетями проводят 14 организаций холдинга.

Для эффективного планирования работы организации с периодичностью раз в пять лет оценивается техническое состояние мелиоративных систем путем их паспортизации и инвентаризации. По данным обследования 2019 г. получена следующая информация.

В целом в Могилевской области насчитывается 551 мелиоративная система общей площадью осушенных земель 336,8 тыс. га, орошаемых земель – 15,6 тыс. га. В числе осушенных земель сельскохозяйственное назначение имеют 80 % (267 тыс. га) и 100 % орошаемой площади. Данные мелиоративные системы в большинстве своем отслужили более 30 лет.

Инвентаризация технического состояния мелиоративных систем Могилевской области выявила, что к началу 2019 г. реконструкции требуют мелиоративные системы на 44,6 тыс. га, или 16,7 % осушенной площади, ремонта – 13,6 тыс. га (5,1 %), культуртехнические и агро-мелиоративные мероприятия необходимы на 23,2 тыс. га (8,7 %) территории. В составе технического ухода за сетями на 12,4 тыс. га (4,6 %) осушенных сельскохозяйственных земель необходимы мероприятия по организации поверхностного стока, вывод из эксплуатации

и перевод их в другую категорию рекомендован на 8,8 тыс. га (3,3 %). В ремонте нуждается 2267 км открытой сети и в ее реконструкции – 2008 км, в проведении культуртехнических уходовых работ – 522 км (при общей протяженности 14,6 тыс. км).

Учитывая капиталоемкость осушительной мелиорации, расходы практически полностью финансируются за счет бюджетных средств.

На текущем этапе в рамках Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. (ГП-Агробизнес) в части 7 «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» для Могилевской области предусмотрено выделение 110,6 млн. руб. в равной пропорции из республиканского и местного бюджетов [3]. Из них 64 % запланированы на строительство и реконструкцию осушительных, осушительно-увлажнительных систем и основных сооружений мелиоративных и водохозяйственных систем на площади 10,5 тыс. га, остальные – на выполнение ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных сетях и водохозяйственных сооружениях, проведение инвентаризации мелиоративных систем.

В 2021 г. в рамках ГП-Агробизнес в Могилевской области в постоянную эксплуатацию введено 2123 га земель (101 % годового задания подпрограммы).

Проведен комплекс ремонтно-эксплуатационных работ:

- очистка от древесно-кустарниковой растительности вдоль каналов протяженностью 246 км (101 % плана подпрограммы);
- очистка каналов и водоприемников от заиления – 515 км (112 %);
- ремонт 507 гидротехнических сооружений;
- окашивание каналов и других элементов сети – 8304 км (100 %);
- реконструкция водорегулирующих и переездных сооружений – 3 объекта (150 % подпрограммы);
- ремонтно-восстановительные работы на водорегулирующих и переездных сооружениях – 122 объекта (111 %).

При выполнении перечисленных мероприятий в соответствии с годовым планом освоено 18,669 млн. руб.

Подводя итоги, следует подчеркнуть основополагающую роль Государственной программы «Агробизнес» в части развития мелиоративного хозяйства в стране. Капиталоемкие мероприятия по осушению избыточно увлажненных территорий и последующей эксплуатации мелиоративных систем с высокой эффективностью могут быть осуществлены только с государственной поддержкой. Особую актуальность данное направление вложений приобретает на фоне усиливающегося мирового продовольственного кризиса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 янв. 2022 г.) [Электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr.
2. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации / В. И. Желязко. – Горки: БГСХА, 2021. – 364 с.
3. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/documents/ab2025.pdf>.

УДК 551.578

ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА СХОД СНЕЖНОГО ПОКРОВА

О. П. МЕШИК, канд. техн. наук, доцент
В. А. МОРОЗОВА, магистр техн. наук, ст. преподаватель
М. В. БОРУШКО, магистр техн. наук, ст. преподаватель
УО «Брестский государственный технический университет»,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: снежный покров, снеготаяние, запас воды в снеге, метеорологические факторы, половодье.

Аннотация. Рассматривается влияние метеорологических факторов (температура воздуха, скорость ветра и др.) на процесс схода снега. Отмечается, что расчеты снеготаяния являются первостепенно важными при оценке весеннего половодья.

Keywords: snow cover, snow melting, snow evaporation, snow water equivalent, meteorological factors, flooding.

Summary. The article considers the impact of meteorological factors (air temperature, air humidity, wind velocity) on the process of snow melting and snow evaporation. It is noted that these data are of primary significance when the intensity of flooding is estimated.

На реках Беларуси значимой фазой гидрологического режима является весеннее половодье, обусловленное таянием снежного покрова, накопленного за зиму. Сток весеннего половодья составляет 40–60 % объема годового стока, в период половодья подвергаются затоплению населенные пункты и сельскохозяйственные земли [1, 2]. В настоящее время для оценки весеннего половодья используются различные моде-

ли и методы, включающие разные метеорологические характеристики, но самый важный параметр – это запас воды в снеге [3, 4].

Важным фактором, определяющим объем стока, максимальные уровни и расходы воды весеннего половодья, является процесс снеготаяния. Снеготаяние в природных условиях – сложный процесс, протекающий под воздействием метеорологических факторов, в том числе и факторов местности. Таяние снега можно рассматривать как энергетический процесс, протекающий в полном соответствии с поступлением и затратой определенного количества тепла, он является следствием теплообмена снежного покрова с окружающей средой.

В настоящем исследовании использованы официальные данные климатического мониторинга по 9 метеостанциям (Брест, Барановичи, Высокое, Ганцевичи, Дрогичин, Ивацевичи, Пинск, Полесская, Пружаны) Брестской области Республики Беларусь. Данные характеризуют: температуру воздуха (максимальную, минимальную, среднюю), °С; максимальную скорость ветра, м/с; сумму атмосферных осадков, мм; относительную влажность, %; высоту снежного покрова, см; плотность снега, г/см³; запасы воды в снеге, мм.

В качестве примера приведена динамика снежного покрова зимой 2018–2019 гг. в г. Бресте. Эта зима характеризовалась достаточно большими снеготалогами. Появление снежного покрова в этом году было 18 ноября. Последний снег выпал 11 апреля. Общее число дней со снежным покровом составило 52 дня. Устойчивый снежный покров образовался 2 января и разрушился 4 февраля. Число дней с устойчивым снежным покровом составило 34 дня. Устойчивым принято считать снежный покров, который лежит в течение холодного периода года не менее одного месяца с перерывами в общей сложности не более трех дней подряд в месяце. Устойчивый снежный покров образуется через 45–55 дней после первых снегопадов, в течение этого периода наблюдается неустойчивая погода с многократным числом фазовых переходов [5].

На рис. 1–5 представлен внутригодовой ход исследуемых характеристик с 16.12.2018 по 04.02.2019. Рис. 1 показывает, что за зиму имело место чередование периодов снегонакопления и снеготаяния вплоть до полного схода снежного покрова с 27.12.2018 по 02.01.2019. Основным фактором снегонакопления является наличие твердых атмосферных осадков (рис. 4) и отрицательная температура воздуха (рис. 2). Анализ рис. 1, 2, 4 показывает четкую корреляцию между ними.

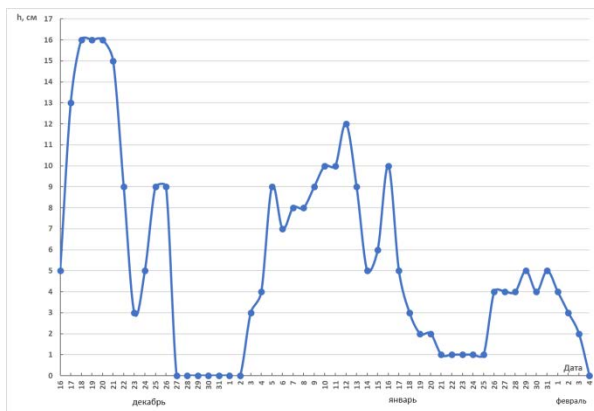


Рис. 1. График суточного хода высоты снежного покрова по г. Брест за период 16.12.2018–04.02.2019

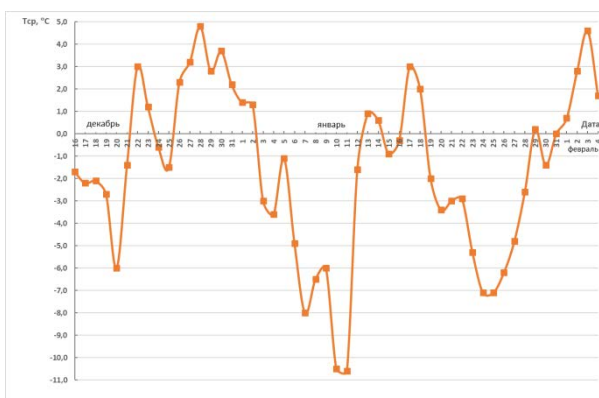


Рис. 2. График суточного хода температуры по г. Брест за период 16.12.2018–04.02.2019

Запас воды в снеге зависит от его высоты и плотности. Плотность снега, по мере его уплотнения, возрастает к концу зимы. Для большинства лет максимальный запас воды в снеге также формируется к началу весеннего снеготаяния. Однако следует отметить, что в отдельные годы устойчивый снежный покров в юго-западной части Беларуси может вообще не сформироваться.

Сход снега осуществляется в течение зимы постоянно после образования снежного покрова в результате двух процессов – таяния и испарения. Величину стока весеннего половодья определяет преимущественно интенсивность снеготаяния. По нашим оценкам максимальное расчетное снеготаяние может достигать до 26 мм, в среднем 5–6 мм в сутки [1, 3].

Основным фактором, определяющим интенсивность снеготаяния, является положительная температура воздуха. Жидкие атмосферные осадки в виде дождя также приводят к быстрому разрушению снежного покрова и его сходу, даже при отрицательной температуре воздуха. Рис. 1, 2, 4 отражают отмеченную динамику.

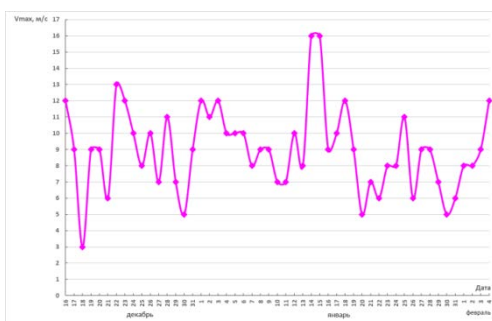


Рис. 3. График суточного хода максимальной скорости ветра по г. Брест за период 16.12.2018–04.02.2019

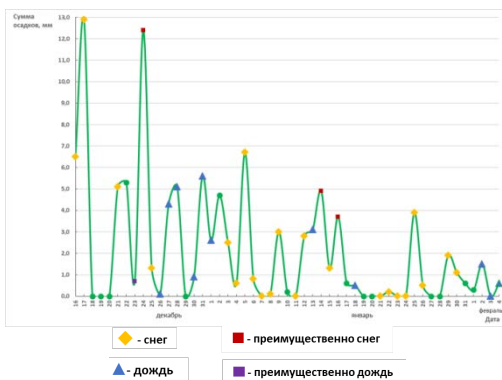


Рис. 4. График суточного хода суммы осадков по г. Брест за период 16.12.2018–04.02.2019

Испарение с поверхности снега расчетно составляет 0,3–0,6 мм в сутки и зависит от температуры воздуха, скорости ветра и относительной влажности воздуха. Рис. 2, 3, 5 частично об этом свидетельствуют.

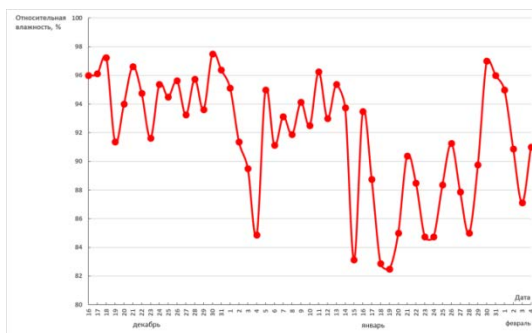


Рис. 5. График суточного хода относительной влажности по г. Брест за период 16.12.2018–04.02.2019

В итоге можно сделать вывод, что по гидрометеорологическим данным можно с определенной точностью оценивать возможную интенсивность снеготаяния и сход снега, при этом необходимо учитывать фазовые переходы в течение суток. Условия таяния и испарение снега в лесу под кронами деревьев и на открытой местности имеют свои особенности. Внутригодовой ход метеорологических характеристик открывает возможности прогнозирования весеннего половодья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мешик, О. П. Роль снежного покрова в формировании весеннего половодья на реках Беларуси / О. П. Мешик, В. А. Морозова, М. В. Борушко // Мелиорация. – 2020. – № 4 (94). – С. 35–40.
2. Истомина, М. Н. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия наводнений / М. Н. Истомина, А. Г. Кочарян, И. П. Лебедева // Водные ресурсы. – 2005. – № 4. – Т. 32. – С. 389–398.
3. Meshyk, A. Snow as a contributor to spring flooding in Belarus. *Environ Sci Pollut Res* 28, 18826–18836 (2021) [Электронный ресурс] / A. Meshyk, M. & Barushka, V. Marozava. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09638-8>.
4. Snow water equivalent of dry snow derived from GNSS carrier phases. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 56, 3561–3572 [Электронный ресурс] / P. Henkel [et al.]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2802494>.
5. Мешик, О. П. Особенности залегания снежного покрова на территории Республики Беларусь / О. П. Мешик, В. А. Морозова, М. В. Борушко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2021. – № 2 (125). – С. 93–99.

ВЕТРОВАЯ ЭРОЗИЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ: ФАКТОРЫ И ПРИЧИНЫ

О. П. МЕШИК, канд. техн. наук, доцент
М. В. БОРУШКО, магистр техн. наук, ст. преподаватель
А. С. ПРОТАСЕВИЧ, преподаватель-стажер

УО «Брестский государственный технический университет»,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: дефляция почв, скорость и направление ветра, пространственно-временная изменчивость.

Аннотация. В статье приводятся результаты оценки ветрового режима территории Брестской области за период с 1966 по 2013 г. Отмечается негативная роль ветра в деградации почв.

Keywords: soil drifting, wind velocity, direction of wind, space-time variability.

Summary. The article provides the results of the assessment of wind regime in Brest region in 1981–2020. The authors point out a negative impact of the wind on soil drifting.

Одним из важных факторов, оказывающих негативное влияние на состояние почв и сельскохозяйственных угодий, является эрозия. На территории Республики Беларусь преобладают два вида эрозии почвы: водная и ветровая (дефляция).

Причиной развития и образования эрозионных процессов является суммарное воздействие геоморфологических и климатических факторов, состояние почв и почвообразующих пород, а также антропогенные воздействия.

Согласно почвенно-экологическому районированию, выполненному в Институте почвоведения и агрохимии, на территории Беларуси можно выделить три почвенно-экологические провинции: северную (преимущественно проявляется водная эрозия), центральную (проявление водной и частично ветровой эрозий) и южную (преимущественно ветровая эрозия) [1, 2].

В процессе дефляции происходит разрушение почвы и почвенного покрова путем захвата и переноса частиц с поверхностных слоев почвы ветровыми потоками. Ветровая эрозия характерна, прежде всего,

для территории Белорусского Полесья и развивается на мелиорированных землях, подверженных интенсивному сельскохозяйственному использованию.

Ветровая эрозия преимущественно определяется скоростью и давлением ветра. В Республике Беларусь преобладают ветры со скоростью 3–5 м/с, на отдельных участках скорость ветра увеличивается до 27 м/с и более (при порывах).

Выделяют два вида ветровой эрозии: пыльная буря, повседневная (местная) дефляция. Пыльные бури уносят частицы с поверхностного почвенного слоя. Они возникают из-за больших скоростей ветра и порой охватывают огромные территории (например, пыльные бури в Казахстане). Размер разрушенного поверхностного слоя достигает 15–20 см, а скорость ветра превышает 10–12 м/с. Повседневная (местная дефляция) наиболее характерна для территории Брестской области. В отличие от пыльных бурь, развивается более медленно, однако наносит больший урон поверхностному слою почвы. Она проявляется преимущественно в виде верховой эрозии или поземки. Отличие верховой эрозии от поземки состоит в том, что в результате верховой эрозии частицы почвы поднимаются высоко над земной поверхностью турбулентными движениями, а при поземке скачкообразно перемещаются по поверхности почвы на небольшие расстояния. При скачкообразных движениях частицы ударяются друг с другом, что приводит к их разрушению и увеличению эрозии [3, 4].

Главный отличительный признак ветровой эрозии – это способность проявляться на различных формах рельефа, обходя шероховатости подстилающей поверхности, а также в независимости от поры года, так ветер сдувает со склонов снег, а затем поверхностный слой почвы [5].

При оценке степени деградации почвы применяются следующие критерии: уменьшение мощности плодородного (гумусированного) слоя почвы и появление или увеличение мощности абиотического (неплодородного) наноса. Показатели степени деградации земель (почв) делятся на 4 группы: 1 – низкая; 2 – средняя; 3 – высокая; 4 – очень высокая [6].

Так как на развитие ветровой эрозии значительно влияет скорость ветра, в настоящей работе проведена ее оценка. Объектом исследования являются абсолютные максимумы скорости ветра по 8 метеостанциям Брестской области за репрезентативный период с 1966 по 2013 г.

Абсолютный максимум порыва ветра по всем метеостанциям Брестской области превышает 27 м/с. Наибольший максимальный порыв за данный период был зафиксирован на метеостанции в Пинске в 1972 г. – 32 м/с. Для 2000 гг. в основном соответствуют наименьшие максимальные порывы ветра.

Анализ временных рядов (1966–2013) экстремального ветрового режима указывает на ярко выраженную цикличность. Цикличность устанавливается методами интегральных разностей и кривых скользящих средних. На рис. 1 представлена нормированная разностная интегральная кривая абсолютных максимальных порывов ветра из 8 сроков наблюдений и кривая скользящих 5-летних средних для метеостанции Брест. Цикличность максимальных порывов ветра из 8 сроков наблюдений по ряду других пунктов Брестской области указывает на достаточно строгую периодичность в рядах исследуемых характеристик.

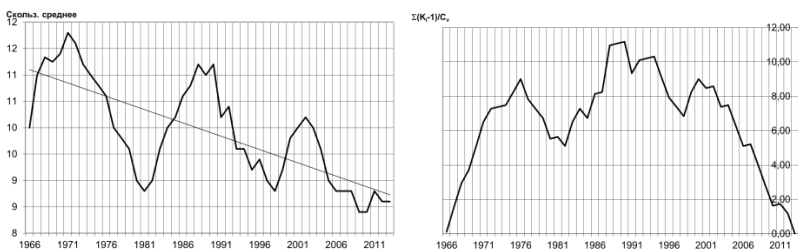


Рис. 1. Кривая скользящих 5-летних средних абсолютных максимумов порывов ветра из 8 сроков наблюдения и нормированная разностная интегральная кривая для метеостанции Брест

Скользящее сглаживание позволило установить, что максимальные скорости ветра приходились на конец 60-х – начало 70-х гг. прошлого столетия. Причем для Барановичей, Ганцевичей, Ивацевичей, Пружан произошло почти двукратное снижение скоростей ветра с начала 80-х гг. В пункте Пинск и Высокое характер трансформации ветрового режима иной. Наблюдается плавное уменьшение скоростей ветра, которое можно описать линейной зависимостью. В Бресте и на Полесской метеостанции прослеживается четкая цикличность, причем для Полесской с положительным трендом (скорости ветра возрастают). Нормированные разностные интегральные кривые отражают положительную фазу в цикличности колебаний скоростей ветра, что может свидетельствовать об их переходе в отрицательную область и низких скоростях ветра в ближайшие 30–50 лет. Исключение составляет ме-

метеостанция Полесская, где наблюдается возрастание скоростей ветра. Основными причинами столь значительных трансформаций скоростей ветра можно считать: общепланетарные процессы, связанные с колебаниями (потеплением) климата; изменение шероховатости подстилающей земной поверхности (жилая и промышленная застройка, разрастание древесно-кустарниковой растительности вблизи метеостанций); перенос метеоплощадок; переход к определению параметров ветрового режима от флюгера к анеморумбометру; изменение высоты установки ветроприемника.

Данные причины следует рассматривать в комплексе, однако всегда найдется одна лимитирующая, которая вносит наибольший вклад в трансформацию ветрового режима.

Также были получены нормированные разностные интегральные кривые абсолютных максимальных порывов ветра и кривые скользящих средних. Для метеостанций Брест они приведены на рис. 2.

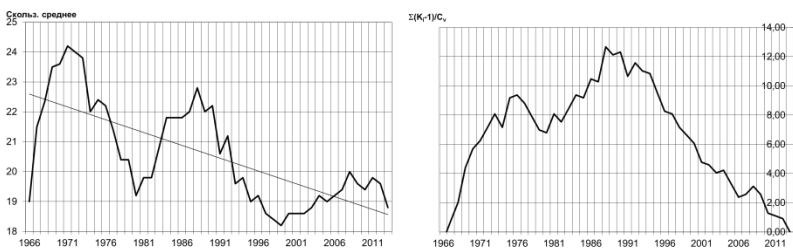


Рис. 2. Кривая скользящих 5-летних средних абсолютных максимумов порывов ветра (между сроками наблюдения) и нормированная разностная интегральная кривая для метеостанции Брест

Для максимальных скоростей ветра (максимальных порывов), полученных между сроками наблюдений, характерна большая изменчивость, так как природа экстремальных значений носит стохастический характер. В то же время можно сказать, что тенденции, установленные для максимальных скоростей ветра в 8-срочные периоды наблюдений, сохраняются.

В результате исследования многолетних рядов максимальных порывов ветра (1966–2013) получены линейные тренды, отражающие современные трансформации экстремального ветрового режима. В таблице приведены уравнения линейных трендов максимальных порывов ветра для метеостанций Брестской области.

**Линейные тренды изменения экстремального ветрового режима
на метеостанциях Брестской области, м/с**

Метеостанция	Максимальный порыв ветра
Барановичи	$T = -0,0406t - 22,912$
Брест	$T = -0,0857t + 22,682$
Высокое	$T = -0,0595t + 22,795$
Ганцевичи	$T = -0,0298t + 22,796$
Ивацевичи	$T = 0,0002t + 19,729$
Пинск	$T = -0,2072t + 27,236$
Полесская	$T = 0,0114t + 21,378$
Пружаны	$T = -0,1811t + 27,035$

Линейные тренды дают возможность выполнить прогнозирование экстремального ветрового режима в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Так, мы можем говорить об увеличении скоростей ветра на метеостанции Полесской на 0,1 м/с за 10 лет, стабильности ветрового режима на метеостанции Ивацевичи и уменьшении максимальных скоростей ветра от 0,3 м/с за 10 лет (Ганцевичи) до 2,1 м/с за 10 лет (Пинск). Подобные прогнозы чрезвычайно важны и дают возможность принять компенсационные меры для окружающей среды и экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черныш, А. Ф. Оценка факторов формирования эрозионных процессов в целях планирования и адаптации противозерозивных комплексов к почвенно-экологическим условиям Беларуси / А. Ф. Черныш, А. Э. Радюк // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 43. – С. 23–31.
2. Масляев, В. Н. Мелиоративная география (конспект лекций) / В. Н. Масляев, Ю. Д. Федотов. – Саранск: копи-центр «Референт», 2010. – 122 с.
3. Вальков, В. Ф. Экология почв: учеб. пособие: в 2 ч. / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – Ч. 2: Дегумификация. Нарушение водного и химического режима почв. – 54 с.
4. Комлева, С. М. Региональные особенности и специальные вопросы землеустройства: учеб.-метод. пособие / С. М. Комлева, С. З. Мастеров. – Горки: БГСХА, 2019. – 156 с.
5. Хабиров, И. К. Эрозия почв и ферментативная активность / И. К. Хабиров, Р. Р. Сайфуллин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 1 (115). – Ч. 2. – С. 150–152.
6. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Порядок выполнения работ по определению деградации земель (почв) = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Землі. Парадак выканання работ па вызначэнню дэградацыі зямель (глеб): ТКП 17.03-05-2018 (33140). – Введ. 16.07.2018. – Минск: РУП «БелНИЦ «Экологія», 2018. – 18 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНЪЕКЦИОННОГО ОРОШЕНИЯ

Л. М. МИРСАЛАХОВА

Азербайджанский государственный аграрный университет,
Гянджа, Азербайджанская Республика

Ключевые слова: инъекционное, капельное, бороздовое орошение, количество воды, эффективность, лаборатория, полевой виноград.

Аннотация. Статья посвящена вопросу установления эффективности инъекционного (внутрипочвенного) орошения, применяемого в виноградниках, плодовых садах, древесных и кустарных насаждениях. Эффективность данного способа орошения установлена на основе опытов, проведенных в вегетационных сосудах и полевых условиях по урожайности виноградника, экономии оросительной воды и по другим показателям в сравнении с капельным и бороздовым способами орошения. Установлено, что инъекционное орошение является самым эффективным и прогрессивным способом орошения.

Keywords: injection, drip, furrow irrigation, water quantity, efficiency, laboratory, field grapes.

Summary. The article is devoted to the issue of establishing the effectiveness of injection (subsoil) irrigation used in vineyards, orchards, tree and artisanal plantations. The effectiveness of this irrigation method has been established on the basis of experiments conducted in vegetation vessels and field conditions in terms of vineyard productivity, irrigation water savings and other indicators in comparison with drip and furrow irrigation methods. It has been established that injection irrigation is the most effective and progressive method of irrigation.

Объектом исследований является способ и система инъекционного орошения. Полевые опыты проводились на виноградной плантации производственного объединения «Амин», расположенного в Шамкирском районе Азербайджана.

Введение. В связи с глобальным изменением климата в аридных регионах мира, и в том числе в Азербайджане, ресурсы речных и пресных подземных вод из года в год уменьшаются. В аридных зонах годовое количество атмосферных осадков в 3–4 раза меньше испаряемости и поэтому орошение земель имеет исключительное значение. В Азербайджане

байджане более 80 % сельскохозяйственной продукции производится на орошаемых землях. Однако водные ресурсы республики крайне ограничены, так как в умеренные и засушливые годы ресурсы речных вод колеблются от 23,2 до 27,6 млрд. м³ и при этом объем транзитных стоков составляет 14,7–17,4 млрд. м³ [1]. По отчету Всемирного Банка, составленному для стран Центральной Азии и Кавказа, к 2100 г. водные ресурсы Азербайджана уменьшатся на 9,5–11,5 млрд. м³ [2]. В связи с этим все острее стоит вопрос всемирного предотвращения потери воды, экономного и эффективного использования водных ресурсов.

Отметим, что с целью эффективного использования оросительной воды специалистами разработаны различные способы орошения и техники полива, одним из которых является капельное орошение, при котором с помощью капельниц увлажняется только корневая система растений и тем самым предотвращаются потери воды [3]. Однако выявлено, что капельное орошение имеет ряд недостатков, к числу которых относятся быстрая закупорка капельниц при незначительной мутности воды, неравномерное увлажнение корневой зоны растений при применении в предгорных и горных участках, неработоспособность системы при наличии рабочего напора в оросительном трубопроводе менее 1 м. в. с. и, самое главное, большие потери воды при увлажнении почвы. Последнее связано с тем, что при работе системы капли воды попадают на поверхность земли и при высоких температурах почвы и воздуха происходит их сильное испарение с поверхности почвы. Учитывая вышесказанное, нами разработана система инъекционного орошения и усовершенствованы ее рабочие элементы [4].

Целью исследований является изучение эффективности системы инъекционного орошения.

Для достижения поставленной цели в вегетационных сосудах и в полевых условиях проведены специальные опыты и изучены следующие вопросы:

- определение потери напора в системе, от которой зависит ее работоспособность;
- установление водопрпускной способности (расхода) инжектора в зависимости от рабочего напора в системе;
- определение поливной и оросительной норм при инъекционном способе орошения;
- исследование растворимости минеральных удобрений и введения их в систему;

- установление развития и урожайности виноградника при инъекционном способе орошения.

Методика исследования. Для решения поставленных задач эксперименты проводились в лабораторных и полевых условиях в два этапа.

На первом этапе эксперименты проводились в лабораторных условиях на разработанной нами специальной модели инъекционного и капельного орошения (рис. 1).

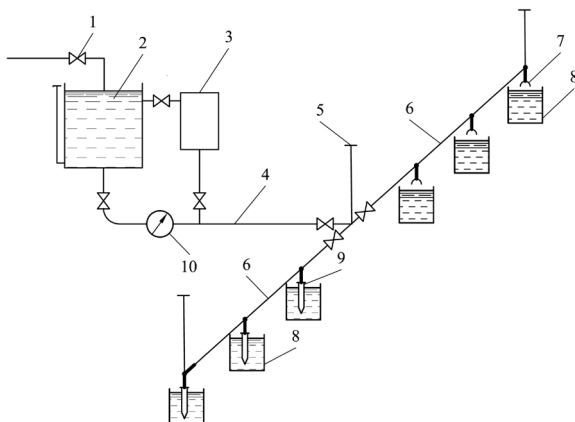


Рис. 1. Модель системы инъекционного и капельного орошения:

- 1 – кран; 2 – напорный бак; 3 – бак для приготовления и подачи в системы удобрений; 4 – распределительный трубопровод; 5 – пьезометр; 6 – оросительный трубопровод; 7 – капельница; 8 – вегетационный сосуд (мерный сосуд при измерении расхода инжектора и капельницы); 9 – инжектор; 10 – водомер

На модели изучены потери напора в трубопроводах, водопрopusкная способность (расход) инжектора и капельницы, процесс растворения минеральных удобрений в воде и развития виноградной лозы, посаженной в вегетационных сосудах, количество воды, поданное на полив за период вегетации при инъекционном и капельном орошениях.

Величина потери напора в распределительном и оросительном трубопроводах определялась с помощью пьезометров, установленных в начале, середине и конце системы (рис. 1) по выражению

$$h_g = H_H - h_p,$$

где H_H – напор в начале системы, м. в. с.;

h_p – напор на рассматриваемом пьезометре, м. в. с.

Водопропускная способность (расход) инжектора и капельницы определялась методом измерения объема. Для этого в системе создавались различные напоры (h_p – 1,0; 0,5; 0,2 и 0,1 м. в. с.) и фиксировались объем и время наполнения мерного сосуда, установленного на выходе штуцера инжектора и капельницы (см. рис. 1). Величина расхода Q определялась по известной формуле гидравлики

$$Q = v/t,$$

где v – объем воды в мерном сосуде, л;

t – время наполнения сосуда, мин.

Растворимость минеральных удобрений изучалась путем смешивания удобрения и воды в соотношении 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Зафиксировано время полного растворения удобрений в воде и по ним установлена скорость растворения. После полного растворения жидкое удобрение подавалось в систему под напором, созданным высотой установки смесительного бака.

Развитие виноградной лозы в вегетационных сосудах изучалось путем измерения роста главного побега. С этой целью из образовавшихся на лозе побегов отбирался главный побег и в месте его прорастания установлена измерительная рейка, а на ней в конце каждого месяца фиксировалась его длина (высота).

Общее количество воды (оросительная норма), поданное на орошение за период вегетации, как в инъекционном, так и в капельном способах орошения определено по сумме отдельных поливных норм (m), а поливная норма установлена по влажности почвы. Нижний предел влажности почвы принят равным 50 %, а верхний – 70 % от общей влагоемкости. Норма воды (л), поданной на один вегетационный сосуд, определена по формуле

$$m = 10\gamma \omega h(\beta_v - \beta_n),$$

где γ – плотность почвы, г/см³;

ω – площадь контура увлажнения почвы или верхнего основания вегетационного сосуда, м²;

h – глубина увлажнения почвы или толщина почвы в сосуде, м;

β_v, β_n – соответственно верхний и нижний пределы влажности почвы, % от общей влагоемкости ($\beta_v = 0,7 P$; $\beta_n = 0,5 P$, (где P – полная влагоемкость, % от массы почвы)).

Влажность почвы определялась с помощью влагомера МС – 7828 SOLIS.

В полевых условиях изучена фактическая оросительная и поливная нормы и норма минеральных удобрений, урожайность виноградника при инъекционном и бороздовом способах орошения.

Поливная норма виноградника при инъекционном способе орошения определена по формуле

$$m = \gamma h FN(\beta_v - \beta_n) / 100,$$

где γ – плотность почвы, г/см³;

h – активный слой почвы или глубина увлажнения, м;

$F = 0,785d^2$ – площадь контура увлажнения, м²;

d – диаметр контура увлажнения, м;

N – количество растений на одном гектаре;

β_v, β_n – соответственно верхний и нижний пределы влажности почвы, % от полной влагоемкости.

Поливная норма при орошении бороздовым способом определена по общеизвестной формуле

$$m = 100\gamma \omega h(\beta_v - \beta_n),$$

где все обозначения прежние.

Оросительная норма (M) определена по сумме отдельных поливных норм (m), т. е. $M = \sum m$.

Норма минерального удобрения (C) при инъекционном орошении определена по выражению

$$C = KC_T,$$

где $K = fN/10000$ – коэффициент уменьшения удобренной площади;

f – площадь внесения удобрения в зону развития корневой системы одного виноградного куста, м²;

N – количество виноградного куста на 1 га;

C_T – норма удобрения при внесении в почву традиционным способом, кг/га.

Фактическая урожайность виноградника определена путем сбора урожая и взвешивания.

Результаты исследований. Анализ результатов, полученных на модели системы инъекционного и капельного орошения, показывает, что во время работы системы потери напора незначительны.

Это связано с тем, что расходы воды в инжекторах и капельницах незначительны, потоки равномерно распределяются по длине трубопроводов и система работает как «сообщающиеся сосуды». Однако при свободном истечении воды из системы в атмосферу происходит потеря напора. В распределительном трубопроводе длиной 5 м и диаметром 20 мм потери напора при начальном рабочем напоре $H_p = 1$ м. в. с. составили 25 см, при $H_p = 0,5$ м – 15 см, при $H_p = 0,2$ – 5 см и при $H_p = 0,1$ – 2 см.

Водопропускная способность инжектора при рабочем напоре, равном 1 м. в. с. составила 39 л/ч и при 0,1 м – 12 л/ч. Водопропускная способность капельницы при рабочем напоре в системе, равном 1 м, составила 3 л/ч, а при рабочем напоре менее 1 м. в. с. подача капельницы прекратилась. Это означает, что система инжекционного орошения может работать при низком рабочем напоре, что дает возможность применять ее в горных и предгорных зонах, где имеется естественный напор за счет разности отметок.

Установлено, что растворимость минеральных удобрений при состоянии покоя, т. е. без смешивания, происходит очень медленно. При соотношении удобрения и воды 1:1 и 1:2 время растворения составляет 14 и 12 ч. Когда удобрения принудительно смешиваются с водой с помощью смесителя в соотношении 1:1, тогда время растворения уменьшается в 5 раз и составляет 3 ч. Интенсивное растворение удобрений отмечено при соотношениях 1:3 и 1:4, и при этом время растворения составляет соответственно 30 и 18 мин. Таким образом, установлено, что при осуществлении растворения оптимальными соотношениями являются 1:3 и 1:4.

При инжекционном орошении за вегетационный период виноградник поливался 11 раз и количество воды, поданной на один вегетационный сосуд, составило 162 л, а при капельном орошении проводилось 14 поливов и объем воды, поданный на один вегетационный сосуд, составил 168 л. Продолжительность поливов при инжекционном орошении составила 264 ч, а капельном орошении – 336 ч. При капельном орошении израсходовано на 27 % больше поливной воды по сравнению с инжекционным способом орошения. Анализ полученных данных показывает, что увеличение объема поливной воды при капельном орошении связано с подачей воды в почву, так как при работе системы капельного орошения поливная вода прямо поступает на поверхность почвы и за счет высокой температуры почвы и воды происходит интенсивное испарение. Однако при инжекционном орошении поливная

вода непосредственно подается во внутрь почвы и исключается процесс непродуктивного испарения.

В вегетационных сосудах отмечено лучшее развитие виноградной лозы при инъекционном орошении. За период вегетации длина главного побега составила 116 см, а при капельном орошении – 102 см.

В полевых условиях опыты проводились на 2 оборудованных участках. На первом участке виноградник орошался инъекционным, а на втором – бороздовым способом. В течении 2 лет каждый год за период вегетации при инъекционном орошении было осуществлено 4 полива с нормами расхода воды 350–410 м³/га и оросительные нормы составили 1442–1624 м³/га. При бороздовом орошении, также каждый год проводилось 4 полива с нормами расхода воды 790–1050 м³/га и оросительные нормы составили 3810–3890 м³/га. При инъекционном орошении экономия оросительной воды по сравнению с бороздовым способом орошения в разные годы составила от 2260 до 2370 м³/га.

Удобрение при инъекционном орошении в жестком виде с нормами N₂₄P₇₀K₂₄ вносились в корневую зону виноградного куста, а при бороздовом орошении минеральные удобрения с нормами N₆₀P₁₈₀K₆₀ в твердом виде вносились в почву. Нормы удобрений при инъекционном орошении были в 2,5 раза меньше по сравнению с бороздовым орошением и традиционным способом внесения удобрений в почву.

Средняя урожайность виноградника за 2 года при инъекционном орошении составила 189 ц/га, а при бороздовом – 164 ц/га. Прибавка урожая составила 21–28 ц/га.

Таким образом, по всем показателям самым эффективным способом орошения оказалось инъекционное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гасанов, С. Т. Водные ресурсы и запасы Азербайджана / С. Т. Гасанов, Ч. Дж. Гюльмамедов, В. Н. Аббасов // Сб. науч. тр. НПО АзГим. – Баку. – 2018. – Т. XXXVII. – С. 6–18.
2. Засуха. Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа / Отчет Всемирного Банка № 31998 – ЕСА, 2005. – 126 с.
3. Колпаков, В. В. Сельскохозяйственные мелиорации / В. В. Колпаков, И. П. Сухарев. – М.: Колос, 1981. – 328 с.
4. Мирсалахова, Л. М. Система инъекционного орошения / Л. М. Мирсалахова // Вестн. Рязанского гос. агротехнич. ун-та им. П. А. Костычева. – 2022. – № 1. – Т. 14. – С. 5–12.

ТРАНСФОРМАЦИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЛИСТОЙ ЧАСТИ ПОЧВ ПРИ ОРОШЕНИИ И ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ КУРА-АРАЗСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

М. Г. МУСТАФАЕВ, руководитель лаборатории мелиорации почв, доцент
Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджанская Республика

З. Р. ГУРБАНОВА, доцент
Азербайджанский университет нефти и промышленности,
Баку, Азербайджанская Республика

Э. А. ГУРБАНОВ, доцент
Азербайджанский университет архитектуры и строительства,
Баку, Азербайджанская Республика

Ключевые слова: орошение, лугово-сероземные почвы, серо-коричневые почвы, высокодисперсные частицы, глинистые минералы, гидрослюд.

Аннотация. Установлено, что в староорошаемых лугово-сероземных и в орошаемых серо-коричневых почвах наблюдается суспензионный перенос высокодисперсных частиц и дифференциация глинистых минералов по профилям почв. При орошении эти процессы усиливаются и создаются предпосылки к смектизации гидрослюды. В орошаемых лугово-сероземных почвах определены пути изменения глинистых минералов.

Keywords: irrigation, meadow-serozem soils, gray-brown soils, fine particles, clay minerals, hydromicas.

Summary. It has been established that in old irrigated meadow-gray soils and in irrigated gray-brown soils, suspension transfer of fine particles and differentiation of clay minerals along soil profiles are observed. When irrigated, these processes are intensified and prerequisites are created for the smectization of hydromica. In irrigated meadow-serozem soils, the ways of changing clay minerals were determined.

В работе рассмотрены основные орошаемые типы почв Азербайджанской Республики, широко используемых в практике сельскохозяйственного производства для выращивания зерновых, технических, а также овощных и кормовых культур.

Большие площади земель занимают лугово-сероземные и серо-коричневые почвы. Минералогическими исследованиями этих почв выявлено, что преобладающим минералом фракций $<0,001$ мм является гидрослюда с примесью каолинита и хлорита. В лугово-сероземных солонцеватых серо-коричневых почвах возрастает доля смектита и смешанно-слоистых хлорит-смектитовых образований. В орошаемых лугово-сероземных почвах увеличивается роль смешанно-слоистых гидрослюдно-смектитовых образований с невысоким содержанием разбухающих пакетов [1, 2].

Сравнение лугово-сероземных старопашотных участков с их целинными аналогами выявило следующие различия. Наблюдается неодинаковое распределение по профилю илистых фракций и особенно водно-пептизируемого ила. Больше этого ила содержится в почвах целинных участков. В пахотных почвах илистое вещество накапливается в иллювиальном горизонте. Вниз по профилю содержание ила на пашне остается относительно высоким и лишь в нижних горизонтах и почвообразующей породе оно заметно снижается. В целинных почвах ил распределяется более или менее равномерно. Характер распределения коллоидных фракций лугово-сероземных почв свидетельствует о накоплении до 6 % этих частиц в иллювиальном горизонте почв пахотного участка, против 4,5 % тех же горизонтов целинного участка.

В пахотном слое лугово-сероземных почв обнаружено небольшое количество смектитового компонента. В почвах целины этот минерал отсутствует. Появление смектита в пахотной почве обязано, по видимому, привносу из нижних горизонтов в результате обработки почв, хотя не исключается и возможность его образования вследствие трансформации гидрослюдистых минералов. Несмотря на заметный суспензионный перенос гидрослюдистых частиц в нижние горизонты профиля, их содержание в элювиальном слое слабо изменяется, а в некоторых почвах оно такое же, как в почвах целинного участка. Возможно, что вынос гидрослюды компенсируется за счет более интенсивного проявления на пашне процессов измельчения и выветривания кластогенных минералов, в первую очередь слюд и серицитизированных полевых шпатов, поставляющих в верхние горизонты преимущественно частицы гидрослюдистого характера.

Отдельные участки с лугово-сероземными и серо-коричневыми почвами Кура-Аразской низменности орошаются. Площади орошаемых почв возросли за последние годы в результате строительства водохранилищ и ввода в действие канала Верхний Ширван и Верхний

Карабах. Изучены орошаемые, новоорошаемые и неполивные варианты серо-коричневых тяжелосуглинистых почв Агдамского района. Орошаемые почвы заняты в основном овощными культурами и кормовыми травами. Под влиянием орошения в течение 45–50 лет пахотный горизонт обедняется илистыми частицами. При этом усиливается уплотнение подпахотного горизонта, снижается межагрегатная порозность и фильтрационная способность почв. На орошаемых почвах эти явления наблюдаются уже после 8–10 лет орошения.

Длительное увлажнение слабоминерализованными водами создает предпосылки к образованию в верхнем 20-сантиметровом слое минералов смектитового типа и смешаннослойных смектит-хлоритовых образований. В первом случае образование 2:1 разбухающих минералов, возможно, происходит за счет трансформации гидрослюдистых минералов в результате выноса калия из межслоевых промежутков. Подобный механизм формирования смектитовых минералов в почвах аридных зон не исключается и другими исследователями [3, 4]. Можно полагать, что хлорит-смектиты также формируются при деградиционной трансформации исходных минералов. Однако этот процесс не имеет широкого распространения.

Химический состав ила старопашотных и орошаемых почв не претерпевает существенных изменений в результате окультуривания и длительного орошения. В тонкодисперсной части пахотных южных черноземов снижается содержание валового калия и заметно возрастает (с 2,40 до 2,80 %) количество валового магния. Увеличение последнего связано с накоплением в составе ила магнийсодержащих минералов. В орошаемых почвах отмечается уменьшение валового K_2O и его подвижных форм, сосредоточенных в непосредственном и ближайшем резервах. Количество Al_2O_3 и Fe_2O_3 остается практически неизменным, имеется лишь некоторая тенденция к накоплению Fe_2O_3 в подпахотных горизонтах старопашотных и орошаемых почв.

В результате освоения земель древней дельты р. Туранчай создается новая крупная база рисосеяния. Широкое развитие здесь получили солонцевато-солончаковые почвы. Эти почвы обладают низкой фильтрационной способностью, большой вязкостью, малой пористостью, низким содержанием гумуса, высокой щелочностью и т. д. Прогнозирование изменений свойств почв под влиянием длительной культуры риса и при широком использовании химических мелиорантов во многом зависит от того, как и в каком направлении будет изменяться наиболее тонкодисперсная часть почв. Во фракции $<0,001$ мм обнару-

жены гидрослюда, хлорит, каолинит, смектит. Орошение с пресными водами р. Туранчай в течение примерно десяти лет не вызвало изменений в составе тонкодисперсной части почв, недавно вышедших из-под влияния длительного затопления.

Особое внимание было уделено поведению глинистых минералов при использовании в качестве мелиоранта сульфата железа. Вносимая доза мелиоранта составила 10–15 т/га. Рентгенодифрактометрический анализ показал, что дифракционные картины илистых фракций верхнего горизонта монолитов [вариант с $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$] по сравнению с контролем (вариант с водой) имеют четкие и относительно интенсивные отражения. Первый базальный рефлекс смектита изменил значения d/n с 14,07 до 12,16 Å. В нижних горизонтах монолита это не обнаружено из-за отсутствия влияния мелиоранта.

Для установления степени влияния сульфата железа на глинистую фазу эксперименты проводились с образцами, насыщенными $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ различной концентрации (0,01; 0,05; 0,1; 1 %). Результаты опыта показали, что взаимодействие образцов даже с 0,01%-ным раствором приводит к сокращению лабораторных межслоевых промежутков разбухающих минералов и хлорит-смектитовых смешаннослойных образований. При этом заметных изменений у гидрослюда и каолинита не отмечено. Насыщение этиленгликолем приводит к смещению первого базального отражения хлорита-смектита с 13,0 до 13,8 Å, а смектита с 13,2 до 16,7 Å. Следовательно, сокращение кристаллической решетки имеет обратимый характер и сульфат железа в данном случае не оказывает влияния на силикатную часть структуры минералов.

Увеличение концентрации растворов приводит вначале к появлению дефектов кристаллитов, а в дальнейшем и к их разрушению до рентгеноаморфного состояния. Это, естественно, окажет отрицательное влияние на физико-химические свойства и плодородие почв. Проведенные микродифракционные исследования подтверждают полученные результаты. Они позволяют также определять начальные стадии изменения отдельных кристаллитов и образование эпигенетического сидерита в такывидных почвах при внесении сульфата железа.

Таким образом, длительная обработка и орошение почв не вносят существенных изменений в минералогический состав. Однако в старопашотных почвах отчетливо фиксируется миграция высокодисперсных частиц в нижние горизонты и некоторая дифференциация глинистых минералов по профилю. Более отчетливо эти изменения прослежива-

ются при длительном и интенсивном орошении. Кроме того, орошение усиливает процессы трансформации гидрослюдястых минералов.

Улучшение физико-химических свойств, в частности фильтрационной способности луговых почв, при внесении сульфата железа может в определенной степени происходить вследствие уменьшения удельной поверхности глинистых минералов, благодаря сокращению межслоевых промежутков разбухающих минералов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедова, М. А. Минералогические особенности подпахотно-уплотненных горизонтов лугово-сероземных орошаемых почв Муганской степи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. А. Ахмедова. – Баку, 1995. – 24 с.

2. Ахмедова, М. А. Распределение минералов в светло-лугово-сероземных почвах Карабахской степи при антропогенном воздействии на почву / М. А. Ахмедова, М. Г. Мустафаев, Г. Д. Мехтиев // Экология и строительство. – 2021. – № 2. – С. 36–41.

3. Горбунов, Н. И. Минералогия и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – Москва: Наука, 1976. – 243 с.

4. Чижикова, Н. П. Влияние орошения на изменение минералогического состава черноземов и каштановых почв / Н. П. Чижикова // Почвоведение. – 1995. – № 1. – С. 128–144.

УДК 633.63:[631.8+631.67]

ДИНАМИКА РОСТА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ОРОШЕНИИ И УДОБРЕНИИ

С. В. НАБЗДОРОВ, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: доза удобрения, орошение, сахарная свекла, урожайность.

Аннотация. В статье изложены результаты трехлетних полевых исследований по изучению роста, развития и урожайности сахарной свеклы при орошении. В течение роста и развития сахарной свеклы выделен период, когда растения наиболее чувствительны к нехватке влаги.

Keywords: fertilizer dose, irrigation, sugar beet, productivity.

Summary. The article presents the results of a three-year field research on the study of the growth, development and yield of sugar beet under irri-

gation. During the growth and development of sugar beets, a period has been identified when plants are most sensitive to lack of moisture.

Среди полевых культур сахарная свекла по отзывчивости на орошение занимает первое место. Использование оросительной воды культурой зависит от погодных условий, агротехники и урожайности. Например, в опытах, проведенных в восточной Германии, повышение урожайности сахарной свеклы от полива колебалось от 44 до 141 ц/га, а использование воды при этом повышалось от 74 до 105 кг/мм. При орошении на фоне выполнения всех агротехнических мероприятий, кроме урожайности, повышаются также качество сахарной свеклы и содержание в корнеплодах сахара [1, 2].

Одной из задач наших исследований являлось изучение влияния доз удобрений на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы при орошении.

Полевой эксперимент проводился по следующей схеме:

Доза удобрения $N_{120}P_{90}K_{180}$.

Вариант 1 – без орошения (контроль).

Вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ.

Вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ.

Вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Она является типичной для северо-восточной части Беларуси и пригодной для возделывания сахарной свеклы.

В опытах использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная.

В 2017 г. вегетационный период сахарной свеклы составил 148 дней, в 2018 г. – 147 дней, в 2019 г. – 158 дней.

Посевы сахарной свеклы орошались широкозахватной дождеваль-ной машиной «Lindsay-Europe Omega «Zimmatik».

За три года исследований среднее количество поливов составило: в варианте с нижним пределом регулирования 80 % НВ – 3 полива, в варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ – 2 полива и в варианте с нижним пределом регулирования 60 % НВ – 1 полив.

В среднем за три года оросительная норма по вариантам 80, 70 и 60 % НВ равнялась 667, 500 и 300 м³/га соответственно.

Наблюдения за приростом корнеплодов проводились через каждые десять дней начиная с 1 июля. Их результаты показывают существенное различие в формировании урожая по вариантам увлажнения. Причем в годы исследований наибольшие различия в приросте веса корнеплодов наблюдались в периоды наибольших дефицитов почвенной влаги (рис. 1).

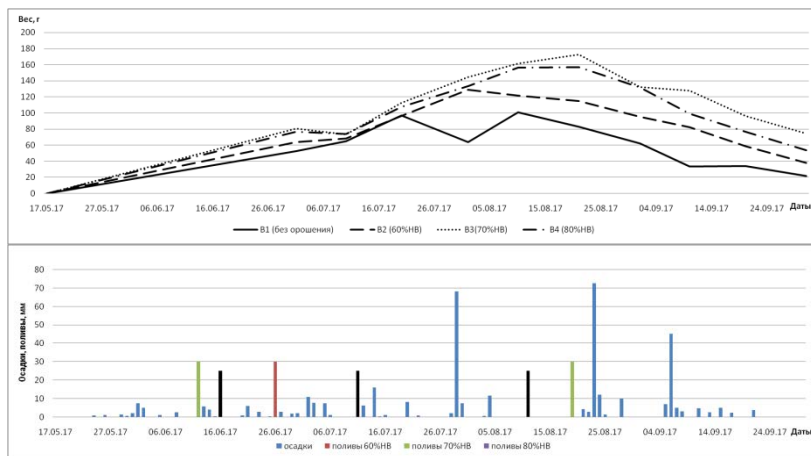


Рис. 1. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2017 г., г

Максимальный рост корнеплодов в 2017 г. наблюдался во вторую декаду августа на вариантах полива. На варианте 3 (с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ) он достигал 17,3 г/сут, а на варианте 4 – 15,7 г/сут. На варианте 2 и контроле максимальный прирост имел место в первую декаду августа – 12,2 и 10,1 г/сут соответственно.

В 2018 г. атмосферных осадков в начале вегетационного периода было достаточно, наибольший недостаток влаги наблюдался в августе (рис. 2). Из-за дефицита осадков на контроле наблюдалось снижение прироста корнеплодов, что привело к снижению урожая, которое имело место также и на вариантах с удобрениями. Максимальный прирост наблюдался в третью декаду июля и составил: на варианте 1 – 10,1 г/сут; на варианте 2 – 10,9 г/сут; на варианте 3 – 13,6 г/сут; на варианте 4 – 11,3 г/сут.

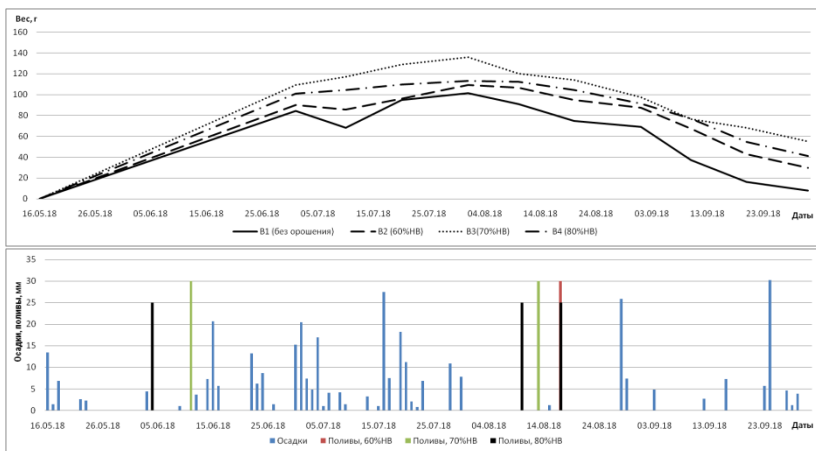


Рис. 2. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2018 г., г

В 2019 г. максимальный прирост массы корнеплодов сахарной свеклы в этом году на всех вариантах наблюдался в первую декаду августа. Он составил: на варианте 1 – 10,7 г/сут; на варианте 2 – 11,1 г/сут; на варианте 3 – 12,3 г/сут; на варианте 4 – 13,5 г/сут (рис. 3).

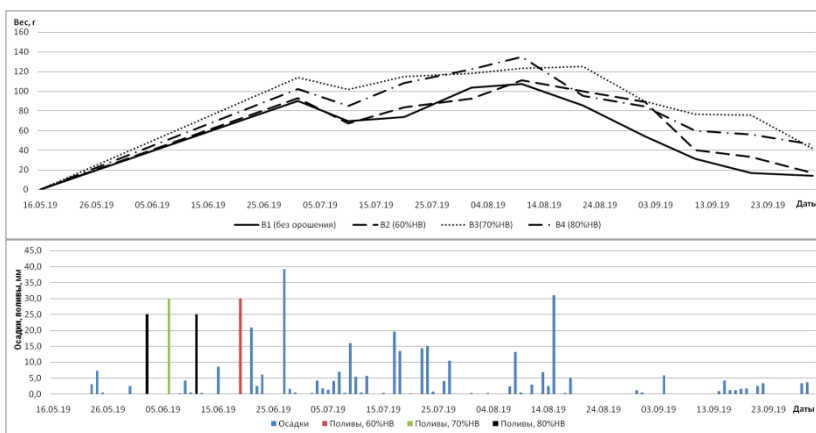


Рис. 3. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2019 г., г

При анализе результатов трехлетних исследований мы видим, что наибольшее нарастание массы корнеплодов отмечается в июле и августе. Причем максимальная масса корнеплода в среднем за три года наблюдалась на варианте 70 % НВ. Так, масса на 1 июля составила в 2017 г. 81 г, в 2018 г. – 109 г и в 2019 г. – 114 г. Наименьший вес корнеплода наблюдался на варианте без орошения при всех дозах удобрений.

Полученный в опытах результат подчеркивает необходимость достаточного увлажнения почвы для получения хороших масс корнеплодов. Как видим, орошение сахарной свеклы способствовало получению значительно большего урожая на любом удобрительном фоне [3].

Конечная урожайность сахарной свеклы на вариантах представлена в таблице.

Урожайность сахарной свеклы в т/га

Годы	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60 % НВ	Нижняя граница регулирования 70 % НВ	Нижняя граница регулирования 80 % НВ
2017	61,2	87,1	117,7	107,1
2018	67,4	80,4	102,5	91,1
2019	77,3	84,4	112,4	108,5
Средняя	68,6	84,0	110,9	102,2

Особенно заметна разница на варианте при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. Так в 2017 г. получено 117,7 т/га. В 2018 г. при такой же дозе урожай составил 102,5 т/га и в 2019 г. – 112,4 т/га.

В среднем за три года при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см прибавка урожая составила при дозе $N_{120}P_{90}K_{180}$ – 61 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку, которая составила на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 60 % НВ – 22 %. На варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 80 % НВ – 49 %.

Заключение.

Сахарная свекла является культурой, которая хорошо отзывается на орошение. В условиях орошения для получения высокого урожая необходимо создать такой удобрительный фон и режим поливов, которые способствовали бы высокому урожаю.

Наилучшим вариантом орошения сахарной свеклы, на котором получена максимальная урожайность, оказалось начало полива при нижней границе регулирование влажности 70 % НВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск: МФЦП, 2011. – 384 с.
2. Шпаар, Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Д. Шпаар, Д. Шпихер // Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – 20 с.
3. Набздоров, С. В. Зависимость динамики роста корнеплодов сахарной свеклы от удобрительного фона и орошения / С. В. Набздоров // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 28–32.

УДК 911.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ И ИХ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

С. К. НАГИЕВ, зав. кафедрой географии Азербайджана
и методики преподавания географии

Бакинский государственный университет,
Баку, Азербайджанская Республика

Ключевые слова: регион, водные ресурсы, экологическое состояние, водопользование, социальные особенности.

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы регулирования и использования водных ресурсов Азербайджана в условиях антропогенного воздействия. Предложены конкретные меры по их решению.

Keywords: region, water resources, ecological state, water use, social features.

Summary. The article deals with the problems of regulation and use of water resources in Azerbaijan, under the conditions of anthropogenic impact. Specific measures to solve them are proposed.

Гидрографическая сеть Азербайджана формировалась в течение долгого геологического периода и за это время подвергалась значительному изменению. Характер распределения гидрографической сети по территории определяется протяжением гор Большого и Малого Кавказа, Тальшских гор, орографией и тектоникой территории. Так, крупные реки (Кура, Араз, Самур) текут по низовьям межгорья и пред-

горя, а горные реки в основном по тектоническим разломам, расположенным вдоль и поперек. Развитие гидрографической сети в результате действия эндогенных и экзогенных процессов продолжается и на современном этапе.

Представляя собой самостоятельную природно-хозяйственную структуру, каждый из регионов имеет ряд особенностей водоиспользования: природные, организационные, экономические, экологические, социальные и др.

К особенностям природного характера следует, прежде всего, отнести специфику формирования водных ресурсов в исследуемом регионе в качественном и количественном отношении, которые, в конечном счете, определяют ресурсные возможности в современных условиях и на обозримую перспективу.

Ресурсы речных вод Азербайджана составляют $30,9 \text{ км}^3$. Значительная доля стока поступает в пределы Азербайджана из сопредельных территорий по транзитным рекам. Величина данного притока для среднего по водности года составляет $20,6 \text{ км}^3$. Сток рек, непосредственно формирующихся в пределах страны (местный сток), равен $10,3 \text{ км}^3$. В целом из местных ресурсов речных вод на долю поверхностного стока приходится 58 %, подземного – 42 %. Суммарный ресурс речных вод Азербайджана для многоводного года равен $23,2 \text{ км}^3$, для маловодного года – $7,2 \text{ км}^3$ [4]. Следует отметить, что 80 % водных ресурсов страны составляет водный бассейн р. Куры и ее притоки, 70 % которых формируется на территориях соседних государств.

Региональное водопользование в Азербайджане – это часть общей проблемы рационального природопользования, которая в силу природных особенностей наиболее нуждается в создании системы организации водоподготовки и управления водопользованием. Такая система, учитывая динамичность водных ресурсов в пространстве и времени, является основным организующим фактором рационального использования водных ресурсов в регионе. Региональная политика водопользования Азербайджана не должна быть тормозом для социально-экономического развития региона и всей страны, она должна быть построена так, чтобы оптимальное водоиспользование стимулировало деятельность всех участников водохозяйственного комплекса, тем самым содействуя социальному и экономическому развитию общества. Поэтому предполагаемая региональная схема комплексного использования водных ресурсов не должна быть долговременной инструкцией, служащей руководством к использованию в течение многих лет, а

быть чрезвычайно динамичной программой с рекомендациями принятия соответствующих решений при складывающейся определенной водо-хозяйственной и социально-экономической обстановке.

Экологические особенности. Главным оппонирующим фактором организационным условиям регионального водопользования остается экологическая проблема.

В общей экологической ситуации можно выделить регионы повышенной загрязненности, которые не справляются с собственным загрязнением и снабжают ими другие регионы, особенно через водные системы и перенос воздушных масс. Особую группу составляют «транзитные» регионы, которые пропуская через свою территорию загрязненные воды, не очищая их от нежелательных примесей, также несут ответственность за общую экологическую обстановку в окружающей природной среде.

Примером может быть экологическая обстановка в бассейнах рек Кура и Араз, характеризующаяся как крайне напряженная. Негативное воздействие оказывают промышленно развитые районы Грузии, Армении и Азербайджан. Кроме того, в бассейнах рек на территории Армении функционирует предприятие атомного профиля (Метцаморский АЭС), сбрасывающее загрязненные радионуклидами сточные воды в речные экосистемы региона [2]. Протекая по территории Турции и Грузии, р. Кура значительно меняет свою водность и качественный состав. Так как во многих районах (особенно в низовьях реки) ее воду используют для питья, то это отражается на здоровье местного населения, приводя к увеличению инфекционных и других заболеваний. Река Кура подвергается органическому и бактериологическому загрязнению в результате сброса в нее плохо очищенных или вообще неочищенных сточных вод из расположенных в водосборе населенных пунктов, в которых проживают 11 млн чел.

Экономические особенности. Несмотря на достигнутые успехи в теории и практике водопользования, прежде всего в области технической, экономические рычаги по-прежнему остаются главными стимуляторами дальнейшей рационализации использования водных ресурсов.

В настоящее время из-за экономических проблем и отсутствия межгосударственных программ и актов по рациональному использованию водных ресурсов остро назрела необходимость понимания закономерностей формирования объема и качества вод, водопотребления и распределения водных ресурсов в регионе. Отсутствие региональной

системы сбора и обмена данных по объемам и качеству вод существенно затрудняет принятие управленческими органами объективных и своевременных решений. Так, в период 1999–2000 гг. из-за отсутствия информации из Грузии и Армении невозможно было своевременно запланировать работу таких крупных водохранилищ, как Мингечаурское, Шамкирское и Нахичеванское, расположенных на азербайджанской части рек Кура и Араз. Уровень воды на этих водохранилищах большую часть года находился ниже мертвого объема. Соответственно, в нижнем течении рек Кура и Араз сток был в два раза ниже санитарного попуска, а степень загрязнения по отдельным элементам выше ПДК. Подача воды в русло рек ниже санитарного уровня привела к увеличению объема поступления в русло рек подземных вод, загрязненных пестицидами сельскохозяйственных земель. Объективно существовала угроза полной гибели Куринской экосистемы. Еще более экстремальным был май 2010 г., когда сток р. Куры в своем нижнем течении увеличился в несколько раз по сравнению со средними значениями и затопил огромные территории, около 300 тыс. чел. остались без крова, а летом 2020 и 2021 г. сложилось катастрофическое положение в низовьях р. Куры. Вода из реки не поступала в Каспийское море и в этот период морская вода наступала на р. Куру и воды Каспийского моря дошли до Сальянского района, без питьевой воды остались население и хозяйство Нефтчалинского и Сальянского района, экономический ущерб составил миллиарды долларов. Одной из главных причин чрезвычайной ситуации также стало отсутствие региональной системы раннего предупреждения и межгосударственного сотрудничества.

Социальные особенности. В основе социальных особенностей использования водных ресурсов регионов находится их различная степень освоенности, уровень социально-экономического развития в настоящее время и на перспективу, степень урбанизации, культурно-исторические ценности и т. д. Количество высококачественной воды, потребляемой населением того или иного региона, в настоящее время является одной из наиболее показательных характеристик жизненного уровня населения. Водопотребление здесь в основном осуществляется в промышленности и сфере услуг. Характерной особенностью водопотребления таких регионов является повышение требования к качеству и количеству потребляемой воды, что естественно и закономерно для исторических и культурных центров. Таким образом, проблема водобеспечения населения малых городов и поселков – одна из наиболее актуальных для каждого из регионов.

Учитывая трансграничный характер рек необходимо, чтобы все государства Южного Кавказа подписали Хельсинское соглашение 1992 г. о трансграничных реках и водотоках. Необходимо международное соглашение по ресурсам вод Южного Кавказа для оперативно-го и рационального управления количеством и качеством вод рек Кура и Араз в их нижнем течении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуев, М. А. Оценка гидрохимического состояния рек аридных территорий Азербайджана / М. А. Абдуев // Водное хозяйство России. – 2014. – № 4. – С. 31–43.
2. Абдуев, М. А. Сток сульфатов с основными реками Азербайджана / М. А. Абдуев // Вода: химия и экология. – 2017. – № 3. – С. 3–8.
3. Rustemov, S. H. Azərbaycan SSSR – in sayları ve onların hidroloji xüsusiyyətləri / S. H. Rustemov. – Bakı, Elm 1960. – 180 səh.
4. Рустамов, С. Г. Водные ресурсы Азербайджанской ССР / С. Г. Рустамов, Р. М. Кашкай. – Баку, 1989. – 180 с.

УДК 631.8:631.452

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

А. А. ПАВЛОВ, канд. биол. наук, науч. сотрудник
Ю. А. МАЖАЙСКИЙ, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотрудник

¹Мешерский филиал ФГБНУ ВНИИГ и М им. А. Н. Костякова,
Рязань, Российская Федерация

Ключевые слова: гуминовый препарат, биогумус, почвенное плодородие, кормовые травы, сено, урожайность, биологизация земледелия, уровень грунтовых вод.

Аннотация. Целью работы является изучение воздействия гуминового препарата с биогумусом на свойства почвы и содержание питательных веществ в сене полученного урожая кормовых трав. Установлено влияние предлагаемых почвенных мелиорантов на повышение качества кормов, а также положительное влияние на основные показатели плодородия почвы.

Keywords: humic preparation, biohumus, soil fertility, forage grasses, hay, yield, biologization of agriculture, groundwater level.

Summary. The purpose of the work is to study the effect of a humic preparation with biohumus on soil properties and nutrient content in the hay of the harvested forage grasses. The influence of the proposed soil ameliorants on improving the quality of feed, as well as a positive effect on the main indicators of soil fertility has been established.

Стратегия развития прикладной агрохимии в наступившем столетии будет определяться в первую очередь стоимостью применения химических и биологических удобрений, а также продолжающимся ростом народонаселения, для обеспечения которого необходимо получение достаточного количества качественных и безопасных продуктов питания с одновременным сохранением почвенного плодородия [1].

С конца 90-х гг. набирает оборот тенденция деградации пахотных земель. Основными причинами этого выступают нерациональное землепользование и невыполнение комплекса агротехнических мероприятий. В результате огромные территории Нечерноземной зоны оказались брошенными, со свободным распространением карантинных сорняков и возбудителей болезней культур, что привело к образованию залежей, нередко подвергающихся пожарам.

В этой связи большое значение приобретает научный поиск экономически целесообразных приемов освоения залежей Нечерноземной зоны с последующим вовлечением их в сельскохозяйственный оборот.

Изучено три уровня залегания грунтовых вод (далее УГВ): 1,5; 1,0; 0,5 м на фоне применения гуминового препарата и биогумуса. Контрольным принят вариант без применения удобрений [2].

В качестве кормовых культур были использованы смеси вики и овса (с соотношением 1:1) и клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной (с соотношением 2:1:1).

В качестве удобрений использован гуминовый препарат марки Экорост с концентрацией гумусовых и фульвокислот 50,1 г/л в виде 0,015%-ного рабочего раствора и биогумус в дозе внесения 10 т/га с содержанием общего азота 1–1,5 %, органического вещества 40–45 %. Внесение осуществлялось в почву перед посевом. Схема опыта представлена в таблице.

Варианты опыта

№ п. п.	Почвы	Варианты
1	Дерново-подзолистая	Контроль
2		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 1,5
3		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 1,0
4		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 0,5
5	Серая лесная	Контроль
6		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 1,5
7		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 1,0
8		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га + УГВ 0,5

Опытно-исследовательская работа выполнена в соответствии с апробированными методическими указаниями по проведению полевых лизиметрических опытов со статистической обработкой данных.

Положительное влияние удобрений при высоком УГВ оказало достоверное влияние на питательный режим почвы и на продуктивность кормовых трав. На дерново-подзолистой почве по отношению к контрольному варианту урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси увеличилась на 1413–1489 г/м² (в контроле – 2567 г/м²), выход сена – на 332–351 г/м² (в контроле – 633 г/м²), урожайность зеленой массы многолетних трав увеличилась на 114–296 г/м² (в контроле – 594 г/м²), выход сена – на 27–68 г/м² (в контроле – 149 г/м²). На серой лесной почве по отношению к контрольному варианту урожайность вико-овсяной смеси зеленой массы увеличилась на 1540–1802 г/м² (в контроле – 2900 г/м²), выход сена – на 370–434 г/м² (в контроле – 715 г/м²), урожайность зеленой массы многолетних трав увеличилась на 88–178 г/м² (в контроле – 720 г/м²), выход сена – на 23–49 г/м² (в контроле – 176 г/м²) (абс.). С увеличением урожайности трав произошли изменения химического состава. При повышении урожайности существенно изменялся химический состав трав сена. При влиянии органо-минеральных удобрений и УГВ на дерново-подзолистой почве содержание сырого протеина в сухом веществе увеличилось с 11,74 в контроле до 13,21–14,15 %, сырого жира – с 3,25 до 3,28–3,41 %, сырой золы – с 5,92 до 6,64–7,13 %, фосфора – с 0,32 до 0,33–0,35 %, кальция – с 0,57 до 0,59–0,65 % (абс.).

Немного выше влияние органо-минеральных удобрений и УГВ оказало на серой лесной почве. На опытных вариантах в сухом веществе содержание сырого протеина увеличилось с 12,0 в контроле до 13,38–14,71 %, сырого жира – с 3,17 до 3,34–3,51 %, кальция – с 0,62 до 0,63–0,69 %, сырой золы – с 6,18 до 6,41–7,81 %, фосфора – с 0,34 до 0,35–0,38 % соответственно.

Внесение гуминового препарата в сочетании с биогумусом оказало достоверное положительное влияние на показатели плодородия, способствовало активации процессов образования питательных веществ [3].

Накопление продуцируемых нитратов в большей степени зависело от температурного режима и уровня минерального питания растений и характеризовало обеспеченность почвы доступным азотом для растений. За период исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание составило NO₃ – 13,3 мг, с приме-

нением удобрений и фиксацией разновысокого УГВ – 21,7–24,5 мг на 1 кг почвы соответственно. Фиксация на 1 м УГВ повышала концентрацию NO_3 до 24,5 мг на 1 кг. Повышенное влияние было выявлено на серой лесной почве, на варианте без внесения удобрений содержание NO_3 было 16,1 мг, с применением удобрений и установлением разновысокого УГВ – 25,3–27,5 мг на 1 кг почвы. Установление на 0,5 м УГВ повышало концентрацию NO_3 до 27,5 мг на 1 кг.

Полученные данные свидетельствуют о непосредственном влиянии применяемых удобрений на динамику минерализации нитратного азота. Увеличение темпов этого процесса связано с улучшением почвенных условий, что является важным фактором развития микроорганизмов в почвенном горизонте 0–20 см. Повышенный УГВ усиливал влияние на процессы минерализации азота. При близком залегании грунтовых вод в случае смыкания их с инфильтрационными водами возможны потери нитратной формы азота. Одновременно в условиях снижения УГВ возможен подъем нитратного азота восходящим током влаги по градиенту концентрации, т. е. миграция нитратного азота в большей части зависит от гранулометрического состава, определяющего интенсивность передвижения влаги.

В среднем за период исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание K_2O составляло 60,1 мг, с применением удобрений и установлением разновысокого УГВ – 111,4–119,8 мг на 1 кг. На серой лесной почве на контрольном варианте K_2O – 100,8 мг, с применением удобрений и высоким УГВ 161,1–164,2 мг на 1 кг. В среднем за три года исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание P_2O_5 – 37,1 мг, с применением удобрений и установлением разновысокого УГВ – 71,7–75,7 мг на 1 кг. На серой лесной почве на контрольном варианте K_2O – 79,8 мг, с применением удобрений и высоким УГВ – 121,4–124,4 мг на 1 кг.

В состав самих органо-минеральных удобрений входит фосфор и калий. Внесение данных дозировок оказало влияние на накопление этих веществ в почве. Повышение УГВ способствует формированию благоприятных условий для образования питательных веществ.

При применении органо-минеральных удобрений и установлении высокого УГВ, тем самым изменяя условия увлажнения, повышалась агроэнергетическая эффективность используемых приемов.

Максимальный экономический эффект был достигнут на вариантах с применением ГЭ в дозе 150 л/га и биогумуса 10 т/га при УГВ 1,0 м на дерново-подзолистой почве, УГВ 0,5–0,7 м на серой лесной почве,

условно чистый доход увеличился с 0,92 и 2,04 на контрольных вариантах до 3,63 и 4,71 тыс. руб/га соответственно и прибавка составила 2,71 и 2,67 тыс. руб/га. Уровень рентабельности увеличился с 5,12 и 8,87 на контрольных вариантах до 10,52 и 14,01 %, прибавка составила 5,4 и 5,14 % соответственно.

Проведенные исследования показали, что использование ГЭ в сочетании с биогумусом при близком УГВ оказывает положительное влияние на уровень плодородия почвы при освоении залежных земель. Лучшими результатами обладали варианты применения ГЭ в дозе 150 л/га с биогумусом при внесении в полном объеме в первый год исследований. Причем на дерново-подзолистой почве влияние УГВ наилучшее при уровне 1,0 м, а на серой лесной почве при уровне 0,5–0,7 м.

В целях улучшения основных показателей плодородия почвы, продуктивности и содержания питательных веществ в кормовых травах рекомендуется применять органо-минеральные удобрения в виде гуминового препарата в дозе рабочего раствора 150 л/га (0,015 %) в комплексе с биогумусом в дозе 10 т/га непосредственно перед посевом в почву при соблюдении общепринятых агротехнических мероприятий по механической обработке почвы с целью сохранения влаги и борьбы с сорной растительностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мажайский, Ю. А. Способ освоения залежных земель нечерноземной зоны при выращивании кормовых культур / Ю. А. Мажайский, А. А. Павлов / Вестник РГАТУ им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 138–143.
2. Мажайский, Ю. А. Влияние гуминового препарата на плодородие залежных земель и урожайность кормовых культур / Ю. А. Мажайский, А. А. Павлов / Вестник РГАТУ им. П. А. Костычева. – 2020. – № 4 (48). – С. 32–39.
3. Чердакова, А. С. Экологическая оценка влияния различных гуминовых препаратов на состояние техногенно-измененных серых лесных почв: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / А. С. Чердакова. – Рязань, 2016. – С. 71–80.

МЕТОД ВОДОБАЛАНСОВОГО РАСЧЕТА КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ ОРОШЕНИЯ

И. А. РОМАНОВ, ассистент

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

Ключевые слова: орошение, сроки полива, режим орошения, водный баланс.

Аннотация. В статье рассмотрены способы определения сроков полива. Определено, что метод водного баланса почвы является научно-обоснованным методом определения сроков полива.

Keywords: irrigation, irrigation timing, irrigation regime, water balance.

Summary. The article discusses ways to determine the timing of irrigation. It was determined that the method of soil water balance is a scientifically based method for determining the timing of irrigation.

Наибольшую эффективность от орошения можно получить путем точного управления водным режимом почвы. Из закона оптимума известно, что наибольшую продуктивность и урожайность сельскохозяйственной культуры можно получить только при нахождении всех факторов, влияющих на урожай, в оптимальных условиях. После питательного режима растений водный режим стоит на втором месте по степени влияния на урожайность [1]. При снижении влажности ниже оптимального предела, который составляет для большинства культур 70 % от наименьшей влагоемкости, наблюдается потеря урожая. Не допустить снижения влагозапасов меньше допустимого уровня можно путем орошения [2].

Для определения динамики влажности почвы могут использоваться как прямые методы, которые включают определение влажности почвы термостатно-весовым способом, с помощью датчиков влажности почвы, определения влажности почвы по состоянию растения (диаметр стебля, толщина листа, скорость роста), так и косвенным, например, с помощью водобалансовых расчетов. Преимущества и недостатки этих методов отражены в таблице.

Преимущества и недостатки способов определения сроков полива

Название способа	Преимущества	Недостатки
Термостатно-весовой способ	Прост в применении. Высокая точность	Требует много времени на отбор проб и обработку результатов измерений
Датчики влажности почвы	Простое использование, хорошая точность, возможность автоматизации полива и внесения удобрений	Из-за пространственной изменчивости свойств почвы требуется большое количество беспроводных датчиков, высокая стоимость
Наблюдение за растениями	Измеряют реакцию растений на факторы окружающей среды	Сложно применять на больших площадях
Водобалансовый расчет	Легко использовать и масштабировать. Небольшие затраты	Меньшая точность по сравнению с прямым измерением влажности почвы. Требуются данные о микроклимате

Рассмотрим подробнее определение сроков полива с помощью водобалансового расчета [3]. Суть данного способа в определении приходных и расходных элементов водного баланса почвы за интервал времени с учетом начальной влажности почвы. Водобалансовый расчет ведется по формуле:

$$W_k = W_n + (P + m) - (\varphi E + C), \quad (1)$$

где W_k – конечные влагозапасы;

W_n – начальные влагозапасы;

P – осадки;

m – поливная норма;

φ – коэффициент, учитывающий увлажненность почвы;

E – эвапотранспирация культуры;

C – внутрипочвенный сток.

Водопотребление растений определяется по формуле (2):

$$E = 0,1K_{tm} \sum t_m, \quad (2)$$

где E – эвапотранспирация культуры;

K_{tm} – биотермический коэффициент культуры;

$\sum t_m$ – сумма максимальных суточных температур за предыдущие даты расчета – 10 сут.

Биотермические коэффициенты для многолетних трав, как и коэффициент, учитывающий увлажненность почвы, взяты согласно рекомендациям

$$\varphi = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{W_{\text{нв}}}{W_{\text{н}}} - 1 \right)^2 \right], \quad (3)$$

где $W_{\text{нв}}$ – наименьшая влагоемкость;

$W_{\text{н}}$ – влагозапасы на начало суток.

Внутрипочвенный сток определялся по формуле (4):

$$C = (W_{\text{н}} - E_m - W_{\text{нв}}) \left(\frac{t}{T} \right)^a + P \left(\frac{t}{T} \right)^b, \quad (4)$$

где C – внутрипочвенный сток;

t – продолжительность расчетного интервала (одни сутки);

T – количество суток до полного стекания гравитационной влаги из расчетного слоя (двое суток);

a и b – эмпирические коэффициенты [4].

Пример динамики влажности почвы, полученной путем водобалансового расчета при орошении многолетних трав в 2018 г. на оросительном комплексе Тушково представлены на рис. 1.

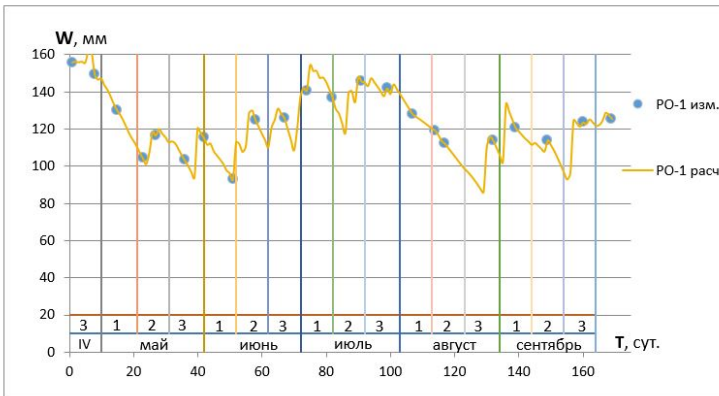


Рис. 1. График динамики влажности почвы, полученной путем водобалансового расчета и измеренной в поле

Анализ рис. 1 показывает высокую точность определения динамики влажности почвы при планировании орошения. Водобалансовые расчеты имеют ряд преимуществ при определении сроков полива и легко масштабируются.

Таким образом, точное определение даты полива путем водобалансовых расчетов является существенным резервом экономии ресурсов при орошении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихацевич, А. П. Управление режимом орошения сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. А. Романов // Мелиорация. – 2019. – № 2 (88). – С. 18–25.

2. Набздоров, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси / С. В. Набздоров // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 140–143.

3. Романов, И. А. Использование ретроспективной метеоинформации в расчетах водного баланса почвы / И. А. Романов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 196–200.

4. Романов, И. А. Анализ потерь внутрипочвенной влаги на сток при разных режимах орошения многолетних трав / И. А. Романов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 206–210.

УДК 627.4:627

ВОЗРАСТАНИЕ УГРОЗЫ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ НА ЮГЕ РОССИИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ

А. С. РОМАНОВА, студент
М. А. БАНДУРИН, д-р техн. наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина,
Краснодар, Российская Федерация

Ключевые слова: паводки, гидротехнические сооружения, ущерб, чрезвычайные ситуации.

Аннотация. В статье рассмотрено возрастание угрозы катастрофических паводков на юге России в связи с изменением климатических и природных условий на примере катастрофического паводка на р. Кубань в июне 2002 г. Затопление поймы и процесс схода воды с нее – это процессы естественного регулирования стока воды и наносов, оказывающие существенное влияние на руслообразование. Пойменные

образования формируются в половодье отложениями наносов по всей затопляемой поверхности, где чаще и дольше они затопляются, где больше наносов выносятся на ее (пойму) поверхность, тем она выше над меженным уровнем. Проведен анализ с соответствующими выводами после прохождения критического паводка по реке Кубань.

Keywords: floods, hydraulic structures, damage, emergencies.

Summary. The article considers the increase in the threat of catastrophic floods in the south of Russia due to changes in climatic and natural conditions, using the example of a catastrophic flood on the Kuban River in June 2002. Floodplain flooding and the process of water descent from it are processes of natural regulation of water and sediment runoff that have a significant impact on channel formation. Floodplain formations are formed during floods by sediment deposits over the entire flooded surface, where they are flooded more often and longer, where more sediment is brought to its (floodplain) surface, the higher it is above the low water level. An analysis was carried out after the passage of a critical flood along the Kuban River with the corresponding conclusions.

Пойменные образования формируются в половодье отложениями наносов по всей затопляемой поверхности, где чаще и дольше они затопляются, где больше наносов выносятся на ее (пойму) поверхность, тем она выше над меженным уровнем. Затопление поймы и процесс схода воды с нее – это процессы естественного регулирования стока воды и наносов, оказывающие существенное влияние на руслообразование.

К числу предгорных рек с неустойчивым русловым и водным режимами относится и река Кубань [1].

По данным [2], антропогенное влияние на паводок отсутствовало.

Катастрофический паводок на реке Кубань в створе Невинномысского гидроузла значительно превысил расход $3500 \text{ м}^3/\text{с}$ и привел к разрушению сотен гражданских, промышленных, дорожных и других объектов, к значительному материальному ущербу и человеческим жертвам [3, 4].

По данным научных исследований известно, что на величину паводка оказывает влияние изменение климатических условий, водность, изменчивость русла, наносные режимы и другие факторы. Особенно это относится к рекам, которые берут свое начало из предгорных районов. Рассмотрен катастрофический паводок на реке Кубань в

июне 2002 г., в результате которого были разрушены сотни гражданских и промышленных объектов. Изучена ситуация на Невинномысском гидроузле во время паводка, приведшего к разрушению сегментного затвора второго водосбросного отверстия. Проведен анализ после прохождения критического паводка по реке Кубань с соответствующими выводами.

Водность потока: чем больше расходы воды, тем больше ширина и глубина русла, меньше уклоны водной поверхности. При больших расходах воды поток течет не только по руслу, но и по пойме (прохождение паводка).

Водный поток – генератор и носитель энергии есть активный фактор руслообразования, он трансформирует наносы, из которых формирует постоянно обновляющееся русло и пойменные массивы; он также размывает грунты русла, если они не соответствуют его пространственному местоположению.

Изучение ситуации на Невинномысском гидроузле во время прохождения катастрофического паводка показало, что вода прибывала быстро, неся с собой огромные деревья, коряги, наносы, забивая водопропускные отверстия. Это, в свою очередь, приводило к увеличению уровня воды в верхнем бьефе и гидродинамического давления на затворы. Именно это давление привело к разрушению сегментного затвора второго водосбросного отверстия. Следует отметить, что все шесть сегментных затворов были полностью подняты, а сегментные затворы входного оголовка (шлюза-регулятора) Невинномысского канала закрыты с целью защиты этого канала от разрушения.

Концевое сооружение Терско-Кумского канала, предназначенное для сброса из канала санитарных и паводковых вод, представляет собой транзитный быстроток длиной 270 м с тремя участками различной длины и разными уклонами дна [5]. Первый участок самый пологий длиной 185 м имеет проектный уклон дна. Второй участок с проектной длиной 83 м и проектным уклоном. Третий участок (самый короткий) представляет собой быстроток-перепад. Проектная длина его 6 м и на уклоне у подошвы наклонной части дна последнего участка быстротока запроектирован гаситель избыточной энергии потока в виде треугольных призм, расположенных в один ряд поперек продольной оси водобойной части.

Гидротехнические сооружения на мелиоративных системах не только уникальные, но и массовые.

Анализ ситуации, сделанный после прохождения критического паводка по реке Кубань, позволил сделать выводы.

В приведенном анализе использовались рекомендации, применяющиеся к явлениям местного размыва. Однако глубина воронок размыва не всегда согласуется с глубинами, полученными по расчетным зависимостям, которые дают приближенные результаты и отображают явления размыва, не учитывая всех факторов участвующих в порождении этого явления. Чтобы полностью раскрыть сущность данного сложного явления, необходимо продолжать исследования.

Запросы эксплуатационных организаций, а также проведенный анализ работ различных авторов по размыву в нижнем бьефе ГТС позволяют наметить следующие пути и задачи исследований:

1. Изучить причины образования местных размывов.
2. Установить общие закономерности развития местных размывов, кинематики потока и гидравлических характеристик явления размыва.
3. Определить места образования водоворотных зон и изучить особенности движения потока при различных сопряжениях водобойной части с откосами отводящего русла.
4. Определить границы транзитного потока.
5. Разработать мероприятия по ликвидации образовавшихся размывов или устранению причин, вызывающих образование новых.

Был установлен 12-летний цикл руслоформирования. За этот период бывают 2–3 года с большими расходами воды. Имеется большая вероятность прохождения по реке Кубани значительных расходов. Поэтому службе эксплуатации необходимо выполнять все нормативные положения по подготовке, пропуску паводков, а также по скорейшей ликвидации возможных последствий этого стихийного явления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юрченко, И. Ф. О критериях и методах контроля безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2014. – № 53. – С. 158–165.
2. Бандурин, М. А. Мониторинг сооружений водного хозяйства / М. А. Бандурин, В. А. Волосухин // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы Правительства Ростовской области, Министерства сельского хозяйства и продовольствия; ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – С. 98–101.
3. Устройство для проведения эксплуатационного мониторинга водопроводящих каналов: пат. на изобретение RUS 2458204 / В. А. Волосухин, Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин, В. А. Бандурин. – Опубл. 29.03.2010.
4. Бандурин, М. А. Моделирование напряженно-деформированного состояния оросительного лотка-оболочки / М. А. Бандурин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 24. – С. 76–81.

5. Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state / V. A. Volosukhin [et al.] // Journal of Physics: Conference Series (see books). – 2018. – Т. 1015. – Р. 261.

УДК 633.18

СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

М. В. СЕРЕДА, канд. с.-х. наук, доцент
Д. Н. ДУЮН, магистрант

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»,
Новочеркасск, Российская Федерация

Ключевые слова: возделывание риса, минеральные удобрения, способы внесения удобрений, подкормка, затопление, посев, планировка, удобрения.

Аннотация. Целью исследования является выявление эффективного способа внесения удобрений, влияющих на урожайность риса. Установление нормы внесения удобрений, при которой растения риса позволяют получить самый высокий урожай.

Keywords: rice cultivation, mineral fertilizers, methods of fertilization, fertilizing, flooding, sowing, layout, fertilizers.

Summary. The aim of the study is to identify an effective method of applying fertilizers that affect the yield of rice. Setting the fertilizer rate at which rice plants allow you to get the highest yield.

Объект исследований: изучить различные способы и нормы внесения удобрений в посевы риса.

Актуальность исследования: интенсификация производства риса требует применения научно обоснованных способов внесения минеральных удобрений.

В настоящее время Россия входит в число 20 стран, экспортируемых зерно риса. Посевная площадь риса в Российской Федерации на сегодняшний день составляет 190 тыс. га, в Ростовской области – 14,2 тыс. га. Сборы риса увеличиваются не за счет площадей посева, а за счет повышения урожайности, которая в 1990 г. в России составляла 32,1 ц/га, а в последние десятилетия урожайность риса в Ростовской

области составляет порядка 46–60 ц с 1 га [1]. Повысить эффективность производства риса возможно при совершенствовании технологии внесения удобрений.

Существуют следующие способы внесения минеральных удобрений: дифференцированный, локальный и всей дозой перед посевом риса. Важно отметить, что вносить удобрения необходимо в оптимальные сроки, сокращая потери. Дифференцированный способ внесения минеральных удобрений заключается в следующем: внесение азотных удобрений, как правило, 70 % мочевины от всей дозы до посева риса и 30 % в подкормку – начало кущения. Внесение азота в подкормку в более поздние сроки неэффективно. Исследованиями установлено, что в ранний период растения риса лучше всего усваивают аммиачную форму, а к выходу в трубку – нитратную. Перед подкормкой, перед началом фазы кущения, для уменьшения потерь питательных веществ необходимо уровень воды в чеке понизить до 5 см, после чего поддерживать его до окончания кущения. Основное азотное удобрение вносится за 1–2 дня до посева риса и затоплением чека на глубину 8–10 см [2].

Наряду с внесением азотных удобрений необходимо вносить и фосфорные. Для внесения фосфорных удобрений используют суперфосфат. Подкормка риса фосфором малоэффективна и поэтому его вносят всей дозой за 10–12 дней перед посевом риса с заделкой до 12 см.

Калийные удобрения рекомендуется вносить 50 % от всей дозы перед посевом с заделкой его до 12 см, другие 50 % вносятся в подкормку в начале фазы выхода в трубку, при достижении рисом 8 листьев.

Внесение подкормок осуществляется при использовании сельскохозяйственной авиации, что обеспечивает выполнение работ строго в рекомендуемые агротехнические сроки.

Локальное внесение минеральных удобрений заключается в том, что азотные и фосфорные удобрения вносят в рядки одновременно с посевом риса. При таком способе внесения доза азотного удобрения не должна превышать 0,25 т/га, а фосфорного – 0,05 т/га [3].

Внесение удобрений всей дозой перед посевом производится после проведения эксплуатационной планировки. Удобрения вносятся за 5 дней до посева риса и заделываются на глубину 10–12 см. Период между внесением удобрения и его заделкой в почву не должен быть более 1 сут. Эффективность применения минеральных удобрений за-

висит от многих факторов: гранулометрического состава, формы удобрений, состава и активности микрофлоры, сроков сева и внесения удобрений [4, 5].

Исследованиями, проведенными в АО «Южное» п. Юловский Сальского района Ростовской области с 2019 по 2021 г., было установлено, что в системе внесения удобрений всей дозой происходит их заделка перед посевом, но не раньше чем за 2–3 дня до начала сева риса. Такой способ внесения удобрений позволил получить прибавку к урожаю в 4,6 ц/га.

Полевая всхожесть семян риса, в среднем за три года, отмечена многим больше 30 % на третьем и четвертом вариантах соответственно 31,7 и 31,3 % в сравнении с контролем 36,3 %. На втором варианте 26,7 %, что характеризует как низкую полевую всхожесть семян риса.

Оценка прибавки урожая в зависимости от принятого сорта риса Боярин представлена в таблице.

**Оценка прибавки урожая в зависимости от принятого сорта риса Боярин
(в среднем за 2019–2021 гг.)**

№ варианта опыта	Дозы удобрений	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая	
			ц/га	%
1 (контроль)	N ₂₀₀	44,6	–	100
2	N ₁₀₄ P ₅₆	45,1	0,5	1,1
3	N ₁₃₀ P ₇₀	49,2	4,6	10,3
4	N ₁₅₆ P ₈₄	55,6	11,0	24,7

Из таблицы мы видим, что внесение удобрений дозой N₁₀₄P₅₆ позволило получить очень маленькую прибавку – 0,5 ц/га, что соответствует 1,1 % в сравнении с контролем. При внесении удобрения дозой N₁₃₀P₇₀ прибавка к урожайности составляет 4,6 ц/га. Самую высокую прибавку к урожайности 11,0 ц/га позволил получить четвертый вариант с дозой внесения удобрений N₁₅₆P₈₄, что составляет 24,7 %.

Густота всходов растений риса и сорняков в АО «Южное» Сальского района, представлена на рис. 1.

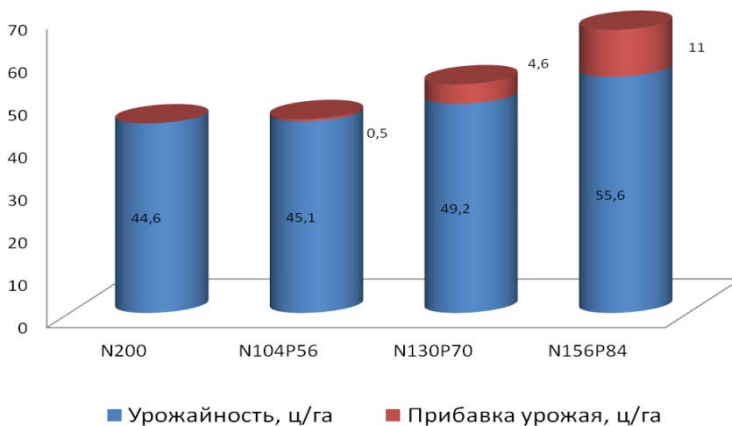


Рис. 1. Густота всходов растений риса и сорняков в АО «Южное» Сальского района, среднее за исследуемые 2019–2021 гг.

Таким образом, можно сделать выводы, что при долгом возделывании риса происходит снижение урожайности данной культуры, что характеризуется необходимостью внесения минеральных удобрений. В ранний период растения риса лучше всего усваивают аммиачную форму, азотное удобрение необходимо вносить за 1–2 дня до посева риса с затоплением чека на глубину 8–10 см. При локальном внесении минеральных удобрений азотные и фосфорные удобрения вносят в рядки одновременно с посевом риса с дозой азотного удобрения, не превышающей 0,25 т/га, а фосфорного – 0,05 т/га. Высокую прибавку к урожайности 11,0 ц/га позволяет получить вариант опыта с дозой внесения удобрений $N_{156}P_{84}$, что соответствует 24,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларина, А. А. Северные чеки [Электронный ресурс] / А. А. Ларина // Российская газета. Экономика Юга России. – 2021. – № 124 (8475). – Режим доступа: <https://rg.ru/2021/06/08/reg-ufo/v-rostovskoj-oblasti-vyrosla-sredniaia-urozhajnost-risa.html>. – Дата доступа: 03.03.2022.
2. Агротехника и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15006-na-strakh-i-ris/>. – Дата доступа: 28.02.2022.
3. Середя, М. В. Влияние внесения дифференцированных норм удобрений на Пролетарской рисовой оросительной системе / М. В. Середя, Д. Н. Дуюн // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рож-

дения академика РАСХН Б. Б. Шумакова, Новочеркасск, 25–26 сентября 2008 г. / Министерство сельского хозяйства РФ, Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, ФГОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», ФГНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации». – Новочеркасск: Оникс+, 2008. – С. 78–79.

4. Макаров, В. В. Особенности агротехники возделывания риса в Ростовской области / В. В. Макаров, М. В. Серeda // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 79. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-agrotehniki-vozdelyvaniya-risa-v-rostovskoy-oblasti>. – Дата доступа: 04.03.2022.

5. Рис и сопутствующие культуры / В. В. Макаров [и др.]. – Новочеркасск: Новочеркасская государственная мелиоративная академия, 2013. – 164 с.

УДК 626.823.914

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

В. Ф. ТАЛАЛАЕВА, мл. науч. сотрудник

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»,
Новочеркасск, Российская Федерация

Ключевые слова: оросительный канал, фильтрация, облицовка, бетонное полотно.

Аннотация. Фильтрационные потери из оросительных каналов являются одной из причин дефицита водных ресурсов в гидромелиоративной отрасли. Создание высокоэффективных противofильтрационных решений позволит сократить нехватку воды, дефицит которой на сегодняшний день во многих странах является глобальной проблемой.

Keywords: irrigation channel, filtration, lining, concrete canvas.

Summary. Filtration losses from irrigation channels are one of the reasons for the shortage of water resources in the hydro-reclamation industry. The creation of highly effective anti-filtration solutions will reduce the shortage of water, the shortage of which is a global problem in many countries today.

В результате длительной эксплуатации гидромелиоративных систем некоторые ее элементы требуют ремонта или замены. Бетонные и железобетонные облицовки оросительных каналов в течение времени подвержены деформациям, растрескиванию, оголению арматуры, вымыву подплитного пространства и другим негативным процессам.

Непрерывное воздействие водного потока на защитные и противофильтрационные покрытия приводит к разгерметизации деформационных швов и стыков, оголению арматуры железобетонных поверхностей, растрескиванию и деформации бетонных покрытий каналов, образованию пустот в подплитном пространстве, а также полному разрушению отдельных участков плит [1].

Одним из способов снижения фильтрационных потерь воды на каналах гидромелиоративного назначения является использование эффективных противофильтрационных мероприятий. Использование современных строительных материалов [1], отличающихся высокой противофильтрационной эффективностью, надежностью, долговечностью, а также простотой укладки и монтажа, позволит качественно производить восстановление защитных бетонных и железобетонных покрытий.

Вопросами применения противофильтрационных конструкций из геосинтетических и геокомпозитных материалов занимались известные российские ученые: Ю. М. Косиченко, О. А. Баев, Ф. К. Абдразиков, А. А. Рукавишников и др. Зарубежные исследования устройства покрытий каналов, строительства и реконструкции облицовок представлены в работах X. Han, X. Wang, K. Ding, J. Li и др.

Проведенный анализ российских и зарубежных исследований показал, что существующие противофильтрационные мероприятия и технологии строительства защитных покрытий водопроводящих гидротехнических сооружений экономически невыгодны и сложны. Исходя из этого, разработка новых и эффективных конструктивно-технических решений для каналов оросительных систем является актуальной [2].

Фильтрационные потери из каналов являются одной из наиболее серьезных проблем в мелиорации во всем мире. Каналы в бетонной и железобетонной облицовке подвержены фильтрации через стыки и образовавшиеся в результате эксплуатации повреждения. Такие сооружения нуждаются в регулярном осмотре и проведении реконструкции.

В 2005 г. были разработаны геосинтетические цементирующие композитные маты (бетонное полотно), они являются относительно новыми в мире геосинтетики. Материал имеет свойство затвердевать при гидратации, подходит для быстрого строительства и реконструкции, обладает высокими прочностными и противофильтрационными характеристиками и многими другими преимуществами. Бетононаполняемые геосинтетические покрытия обладают долговечностью, водонепроницаемостью, экологичностью, устойчивостью к воздействию

различных сред, простотой в укладке, применимы на крутых откосах, а также для ремонта и восстановления разрушенных конструкций [3, 4].

В течение последних лет бетонное полотно совершенствуется, повышается его производительность, качество и увеличивается сфера применения (рис. 1) [4].



Рис. 1. Области применения геосинтетических цементующих композитных материалов [4]

Для проведения ремонта повреждений бетонных облицовок (локальных крупных разрушений и деформационных швов) каналов гидромелиоративных систем и других гидротехнических сооружений, выполненных с бетонными и железобетонными облицовками и покрытиями, нами предложен способ ремонта повреждений облицовок каналов с применением бетонного полотна (рис. 2).

Способ включает подготовку дефектного участка: расчистку, удаление остатков разрушенного бетона и пыли. Далее осуществляется заполнение дефектного участка строительным материалом (засыпка из гравия мелкой фракции или песка), его разравнивание. На поверхность участка наносится связующий материал, который образует адгезионный слой. Для ремонта крупных повреждений на бетонных облицовках каналов применяется быстровозводимое бетононаполняемое покрытие, устраиваемое в виде заплаты поверх дефектного участка и крепящееся к поверхности противofильтрационной бетонной или же-

лезобетонной облицовки с помощью саморезов, анкеров или других крепежных элементов. Для обеспечения герметизации соединения быстровозводимого бетонного покрытия с бетонной облицовкой устраивается адгезионный слой из полимерного герметика. Предотвращение провисания заплаты достигается укладкой плоской георешетки на поверхность бетонной облицовки.

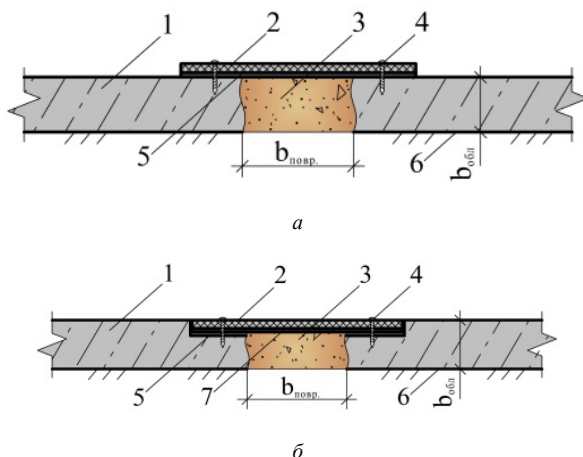


Рис. 2. Конструктивно-техническое решение для восстановления повреждений бетонной облицовки оросительного канала:

a – вариант применения на откосе; *б* – вариант применения по дну;

1 – бетонная облицовка; 2 – бетонное полотно; 3 – песчаная засыпка;

4 – саморез; 5 – слой полимерного герметика; 6 – основание; 7 – георешетка

$b_{обл}$ – толщина облицовки; $b_{повр}$ – ширина повреждения

Для предотвращения размыва соединений противофильтрационного элемента водным потоком возможно устройство защитных покрытий из габионов матрасного типа. На рис. 3 представлены предлагаемые варианты конструктивных решений применения бетонного полотна на малых водотоках, подверженных размыву [5].

Данные решения отличаются простотой монтажа, низкими временными и трудозатратами, также отсутствует необходимость в крупной специализированной технике. Помимо этого, покрытие из быстровозводимого бетононаполняемого материала обладает высокой долговечностью, эффективностью и надежностью и способствует устранению фильтрационных потерь.

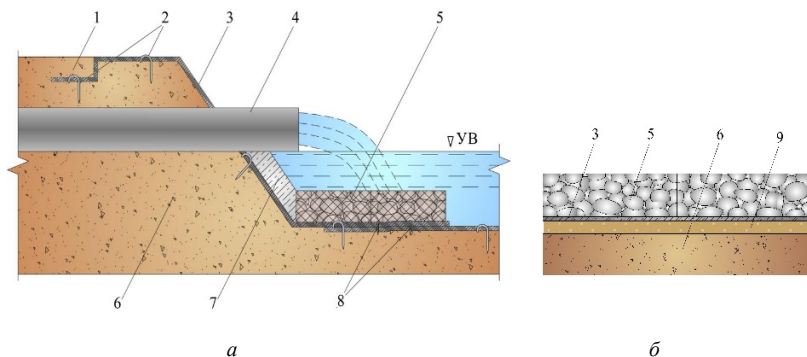


Рис. 3. Варианты защитных покрытий с применением бетонного полотна:
а – облицованный участок в месте выхода водного потока;
б – участок с защитным устройством из габионов;
 1 – борна; 2 – стальной анкер; 3 – бетонное полотно; 4 – водовыпуск;
 5 – габионы матрасного типа; 6 – естественное основание; 7 – бетон;
 8 – саморез; 9 – геокompозит

Выводы. По сравнению с традиционным бетонированием, требующим применения крупногабаритной техники, монтаж и укладка бетонного полотна значительно проще, быстрее и экономически эффективнее. Помимо этого, материал легок в транспортировке, так как поставляется в рулонах, а для его монтажа нет необходимости в использовании специального оборудования.

В результате исследования разработано конструктивно-техническое решение для ремонта повреждений облицовок оросительных каналов, применение которого позволит обеспечить водонепроницаемость противофильтрационного покрытия, повысить надежность и предотвратить образование подплитных пустот за счет исключения негативного воздействия водного потока. Преимущества решения заключаются в возможности ремонта крупных разрушений бетонных и железобетонных облицовок каналов, а также в простоте производства работ и длительной дальнейшей эксплуатации сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косиченко, Ю. М. Классификация геосинтетических материалов и их применение для противофильтрационных устройств / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев // Актуальные вопросы гидротехники и мелиорации на юге России: сб. ст. / ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия». – Новочеркасск: Лик. – 2013. – С. 108–117.

2. Баев, О. А. Противофильтрационные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов [Электронный ресурс] / О. А. Баев // Научный журнал НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 3 (11). – С. 115–124. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=681>.

3. Талалаева, В. Ф. К вопросу применения бетонного полотна в гидромелиоративном строительстве / В. Ф. Талалаева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2021. – № 2 (82). – С. 71–77.

4. Бетонное полотно (холст, ткань, рулонный бетон) Concrete Canvas [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uccr.su/material/#>. – Дата доступа: 16.03.2022.

5. Баев, О. А. Опыт применения бетононаполняемых материалов в гидромелиоративном строительстве / О. А. Баев, В. Ф. Талалаева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2021. – № 4 (84). – С. 22–28.

УДК 631.6

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Н. В. ХВАТЫШ, канд. биолог. наук, доцент
Т. А. СОКОЛОВА, канд. географ. наук, доцент

Государственный университет по землеустройству,
Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: мелиорация, негативное воздействие, орошение, осушение, адаптивно-ландшафтное земледелие, Нечерноземная зона.

Аннотация. В статье изучен и проанализирован режим эксплуатации и эффективность использования мелиорируемых земель осушительно-увлажнительной системы «Шелдяковское болото». Представлен способ рациональной организации мелиораций в целях эффективного сельскохозяйственного производства.

Keywords: land reclamation, negative impact, irrigation, drainage, adaptive landscape agriculture, Non-chernozem zone.

Annotation. The article studied and analyzed the mode of operation and the efficiency of the use of reclaimed lands of the drainage and humidification system «Sheldyakovskoe swamp». A method for the rational organization of reclamation for the purpose of efficient agricultural production is presented.

В условиях непрерывно развивающейся деятельности человека, в том числе и сельскохозяйственной, невозможно обойтись без преобразования природы, направленного на удовлетворение постоянно растущих потребностей населения в продукции сельского хозяйства.

При этом методы ведения хозяйства должны либо сводить к минимуму негативные воздействия, либо, когда это возможно, способствовать улучшению природного потенциала.

Повышение продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечение гарантированного производства сельскохозяйственной продукции напрямую связано с развитием мелиоративного земледелия.

В то же время мелиорации земель, преобразуя исторически сложившиеся условия существования растительных и животных сообществ больших земельных массивов, гидрологический режим крупных регионов, видоизменяя облик ландшафтов, нередко оказывает и негативное влияние на природную среду. Отрицательное воздействие мелиоративных мероприятий вызывает справедливую критику как ученых, так и широкой общественности.

В результате применения неправильной технологии орошения и низкой культуры земледелия мелиорируемые земли подверглись переувлажнению, а в некоторых местах и заболачиванию, осолонцеванию и ощелачиванию, уплотнению и силитизации, на фоне снижения кальция произошла дегумификация почв с изменением гумусового состояния в сторону фульватизации. Кроме этого, в почвах, особенно с недостаточной аэрацией, образуются токсичные вещества, что также в значительной степени снижает их плодородие.

Деградация мелиорируемых земель ставит проблему регулирования и воспроизводства их продуктивности в разряд актуальных и подтверждает целесообразность исследований по проблемам использования и оценки мелиорируемых земель.

Важную роль в народном хозяйстве страны играет Нечерноземная зона. В этой зоне находятся крупнейшие города и промышленные центры, проживает около 44 % всего населения Российской Федерации.

В Нечерноземной зоне России одним из основных природных факторов, сдерживающих развитие сельскохозяйственного производства, является переувлажнение и заболачивание сельскохозяйственных угодий [1]. В этих условиях осушение заболоченных и переувлажненных почв, обеспечивающее нормированное понижение уровня грунтовых вод в корнеобитаемом слое почвы и поддержание в нем необходимого водно-воздушного режима, является одним из основных видов мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, ведущим к повышению плодородия почвы и продуктивности земледелия. Таким образом, продуктивность мелиорированного гектара в 1,5–2 раза выше по сравнению с землями, нуждающимися в мелиорации и окультуривании.

В основу положений широкомасштабной мелиорации земель Черноземной зоны России в 70-80-е гг. XX столетия был положен не адаптивно-ландшафтный подход к природопользованию, а техногенез, направленный, по существу, на выравнивание посредством мелиорации условий сельскохозяйственного использования различных по природным свойствам и качеству земель [2].

В настоящее время основополагающим концептуальным принципом является освоение адаптивных систем комплексных мелиораций сельскохозяйственных угодий, предусматривающих осуществление национальных организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и других мероприятий.

Задачей наших исследований было изучить и проанализировать режим эксплуатации и эффективность использования мелиорируемых земель осушительно-увлажнительной системы «Шелдяковское болото».

Объект «Шелдяковское болото» УПХ «Ставровское» расположен на правом берегу р. Колокша в 30 км западнее г. Владимира.

В результате изучения осушительно-увлажнительной системы «Шелдяковское болото», построенной в 1971–1974 гг., было установлено, что она требует реконструкции и осуществления ежегодных текущих ремонтов разных ее звеньев. Мелиоративные режимы (нормы осушения, поливные нормы), фактически реализуемые осушительно-увлажнительной системой «Шелдяковское болото», отличаются схематичностью и недостаточным обоснованием. На ОУС «Шелдяковское болото» отсутствуют режимные наблюдения за динамикой почвенных характеристик и гидрогеологической ситуацией (уровнем грунтовых вод), данные по урожайности ведущих сельскохозяйственных культур (овощей) на мелиорируемых землях за период 2015–2020 гг. ниже потенциально возможных.

В результате изучения эффективности использования мелиорируемых земель осушительно-увлажнительной системы «Шелдяковское болото» было сделано заключение о необходимости поиска путей рационального природо- и землепользования на мелиорируемых землях системы.

При выборе направления использования и состава культур необходимо учитывать особенности водного, теплового режимов осушаемых почв, их химические и физические свойства.

На современном этапе ведущими принципами организации сельскохозяйственного производства являются принципы адаптивно-

ландшафтного земледелия и растениеводства и комплексных адаптивно-ландшафтных мелиораций. Согласно этим принципам на мелиорируемых территориях агроландшафтов рекомендуется возделывать интенсивные сельскохозяйственные культуры, в наилучшей степени адаптированные к природно-климатическим условиям конкретного региона земледелия.

Мелиоративное обустройство «диктует» при этом свои условия. В частности, при выборе способа осушения, который предопределяет конструкцию, а значит, и капитальные экономические затраты на устройство мелиоративных систем, в первую очередь учитывается проектная норма осушения. Норма осушения обусловлена биологическими особенностями развития сельскохозяйственных культур, особенностями развития их корневой системы, размещающейся в «активном» слое почвы. Задачей осушительных мелиораций является поддержание оптимального водно-воздушного режима именно в этом слое почвы. Следовательно, в целях оптимального осушения целесообразно размещать на мелиорируемых землях сельскохозяйственные культуры, требующие одинаковых норм осушения.

За нормой осушения и другими показателями режима осушения (допустимыми сроками отвода избыточных вод, критической глубиной залегания грунтовых вод) на осушительно-увлажнительных системах необходимы режимные наблюдения. Они должны проводиться для оперативного выявления осушаемых земель, имеющих невысокую продуктивность сельскохозяйственного производства; установления причин неудовлетворительного состояния земель и недостаточной эффективности действия осушительных систем; разработки агро- и гидромелиоративных мероприятий, улучшающих мелиоративное состояние осушаемых земель. Путем сравнения показателей с их табличными (нормированными) значениями делается вывод о состоянии осушаемых земель – хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное (таблица).

При проектировании мелиоративных систем следует стремиться к полному учету местных рельефных, климатических и геолого-гидрологических условий и использованию их для охраны компонентов природной среды. При мелиорации земель предусматривают природоохранные мероприятия, исключая или ослабляющие возможные отрицательные воздействия на природную среду.

**Критерии оценки мелиоративного состояния осушаемых земель
Нечерноземной зоны Российской Федерации**

Полевые севообороты		Овощные и овоще-кормовые севообороты		Луга и пастбища	
весна (посевной период)	лето, осень	весна (посевной период)	лето, осень	весна (посевной период)	лето, осень
Хорошее мелиоративное состояние земель					
0,4–0,6 и более	0,8–1,0	0,4–0,6 и более	1–1,3	0,3	0,6–1,0
	1 и менее	5–7	0,5 и менее	10–26	1,5 и ме- нее
Удовлетворительное мелиоративное состояние земель					
0,3–0,5	0,7–0,9	0,3–0,5	0,8–1,1	–	0,5–0,9
	1 и менее	7–12	0,5–1,0	15–30	2,5 и ме- нее
Неудовлетворительное мелиоративное состояние земель					
Менее 0,3–0,4	0,5–0,6	Менее 0,3–0,4	0,6–0,7	–	0,3–0,8
15–20	1–2	10–15	1 и более	20–40	2,5–3,5

К основным приемам сохранения и улучшения природной среды относятся: водооборот на осушительно-увлажнительных системах; ограничение регулирования водного режима водотоков и водоемов, служащих водоприемниками мелиоративных систем (особенно малых рек); предотвращение понижения УГВ на прилегающих к мелиоративным системам землях; создание сети лесных полос вдоль каналов и дорог; сохранение лесостаричной растительности на неудобных для сельскохозяйственного освоения территориях, в приречных экологических системах; обеспечение условий для образования зон рекреации; введение индекса мероприятий против ветровой и водной эрозии и сработки торфяной залежи; устройство польдеров различных конструкций, ограничивающих подтопление земель; создание условий для сохранения полезной и характерной для данного региона флоры и фауны [3].

Перспективным направлением совершенствования осушительно-увлажнительных систем является переход на водооборотные системы. Различают частично и полностью замкнутые водооборотные (осушительно-увлажнительные системы (ВОУС), позволяющие повторно использовать дренажные воды на увлажнение и предохраняющие водоприемники от загрязнения.

Для изучаемого объекта «Шелдяковское болото» УПХ «Ставро-

ское» разработан вариант водооборотной осушительно-увлажнительной системы с частично замкнутым водооборотом и природоохранными мероприятиями применительно к условиям действующей ОУС (рис. 1).



Рис. 1. План водооборотной осушительно-увлажнительной системы с частично замкнутым водооборотом и природоохранными мероприятиями

Осушительная часть системы представлена четырьмя дренажными системами коллекторов: К-12, К-15, К-16 и К-16'. Коллекторы отводят воду в накопитель, устройство которого предусматриваем на базе существующего карьера. В дополнение к коллекторам в наполнении пруда будет участвовать нагорно-ловчий канал НЛК-3 и осушительный канал МК-II. Для целей увлажнения предусмотрен принудительный подпор воды в дренах путем перекрытия устьев коллекторов специальными задвижками в колодцах-накопителях, т. е. организуется внутрпочвенное увлажнение земель с использованием дренажеров в качестве увлажнителей.

Вариант орошения (увлажнения) дождеванием дождевальной машиной «Фрегат» модификации ДМУ-Б-463-72 предусматривает устройство оросительного трубопровода ОТ и подачу воды передвижной насосной станцией из пруда-накопителя. Длина трубопровода в предлагаемом варианте системы – 0,5 км (при существующей линии трубопроводов 1,7 км).

В заключение можно сказать, что рациональное природопользование и землепользование мелиорируемых земель, предусматривающие экологическую безопасность и экономическую целесообразность гидромелиоративных систем, возможны только в условиях технически совершенных систем при осуществлении комплексных адаптивно-ландшафтных мелиораций и земледелия и при соответствии эксплуатационных режимов осушения и орошения проектным, т. е. научн обоснованным режимам. Эксплуатация мелиоративных систем должна осуществляться при возможности реализации комплексных природоохранных мероприятий путем внедрения в практику мелиоративного строительства замкнутых водооборотных осушительно-увлажнительных систем. Эксплуатационный режим гидромелиоративных систем должен включать необходимость осуществления мониторинга мелиорируемых земель с целью предупреждения негативных экологических процессов и периодической оценки эколого-экономической эффективности использования мелиорируемых земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кавешников, Н. Т. Управление природопользованием / Н. Т. Кавешников, В. Б. Карев, А. Н. Кавешников; под ред. Н. Т. Кавешникова. – М.: КолосС, 2006. – 360 с.
2. Ковалев, Н. Г. Итоги и перспективы развития мелиорации сельскохозяйственных угодий в Нечерноземной зоне России / Н. Г. Ковалев // Проблемы и перспективы развития мелиорации, водного и лесного хозяйства / Рос. акад. с.-х. наук. – М., 2004. – С. 24–37.
3. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение: справочник / под ред. Б. С. Маслова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 447 с.

УДК 378:53

РОЛЬ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ФИЗИКИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ

А. В. ЦВЫР, ст. преподаватель
Л. Е. КИРИЛЕНКО, канд. с.-х. наук, доцент
М. П. ПОДОБЕД, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: физика, межпредметные связи, профессиональные компетенции, прикладные задачи технического содержания.

Аннотация. В статье раскрывается роль межпредметных связей физики в формировании межпредметных компетенций у студентов, а также изложена возможность установления межпредметных связей курса физики с дисциплинами профессионального цикла путем решения прикладных задач технического содержания.

Keywords: physics, interdisciplinary connections, professional competencies, applied problems of technical content.

Summary. The article reveals the role of interdisciplinary connections of physics in the formation of interdisciplinary competencies among students, and also outlines the possibility of establishing interdisciplinary connections between a physics course and disciplines of a professional cycle by solving applied problems of technical content.

В соответствии с программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. одной из первоочередных задач является совершенствование национальной системы профессионального образования. В частности, развитие высшего образования должно быть направлено на наиболее полное обеспечение потребности экономики в квалифицированных кадрах [1].

Для выполнения прогнозных показателей государственных программ выпускник должен обладать не только запасом теоретических знаний, но и умением творчески их применять, быть готовым к профессиональному росту. Однако, как отмечают работодатели, молодые специалисты, обладая высоким уровнем предметных теоретических знаний сталкиваются с трудностями применения их в реальной практической деятельности.

Внедрение компетентного подхода к организации обучения студентов усиливает практическую направленность образования, подчеркивает необходимость приобретения опыта деятельности, умения на практике реализовывать знания. В образовательном процессе, построенном на основе данного подхода, устанавливается взаимосвязь между знаниями и умениями, подчиненность приобретаемых знаний профессиональным умениям [2].

Одним из подходов к формированию специальной компетенции будущих специалистов профиля является обеспечение профессиональной направленности их обучения естественнонаучным дисциплинам.

Среди естественнонаучных дисциплин у студентов инженерных специальностей сельскохозяйственного профиля дисциплина «Физи-

ка» занимает лидирующие позиции. Именно физика является основой изучения различных специальных дисциплин (например, таких, как «Тракторы и автомобили», «Электропривод», «Гидравлика» и др.). Без знания основных физических законов и явлений невозможно описать процессы в сельскохозяйственных машинах; невозможно объяснить принцип действия различных узлов механизмов и приборов, применяемых в сельскохозяйственном производстве.

Для формирования специальной профессиональной компетенции при обучении студентов физике учебный курс должен быть построен на усвоении физических знаний с направлением их применения для решения задач технического и производственного содержания. Ведь знания, умения и навыки, полученные при изучении физики, будут представлять ценность для будущего специалиста лишь в том случае, если они будут вписываться в систему знаний по выбранной специальности.

Повысить роль физики в развитии профессиональной компетенции можно путем методических подходов и методик, основанных на реализации межпредметных связей дисциплин естественнонаучного цикла и специальных дисциплин.

В педагогической литературе существует достаточно много определений категории «межпредметные связи». Наиболее полное, на наш взгляд, определение дал Г. В. Федорец: «Межпредметные связи есть педагогическая категория для обозначения синтезирующих, интегративных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, нашедших свое отражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющих образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их ограниченном единстве» [3].

При всем многообразии видов межнаучного взаимодействия в педагогической литературе выделяют следующие три направления:

- 1) комплексное изучение разными науками одного и того же объекта;
- 2) использование методов одной науки для изучения разных объектов в других науках;
- 3) привлечение различными науками одних и тех же теорий и законов для изучения разных объектов.

При традиционном подходе к организации изучения дисциплины, обычно в лекционном курсе, достаточно бегло перечисляются технические приложения того или иного физического явления. Например,

при чтении лекции по теме «Механика жидкостей и газов», уравнение неразрывности жидкости $vS = \text{const}$ или $v_1S_1 = v_2S_2$ студентам можно пояснить на примере реки, скорость течения которой больше там, где русло широкое и глубокое (больше площадь поперечного сечения), и меньше в местах сужения русла (площадь сечения уменьшается). Из личного опыта и анализа работы других преподавателей можно сделать вывод, что подобные включения в лекционный курс зачастую имеют эпизодический характер. При проведении практических занятий также прорабатываются типовые задачи из различных сборников. Задачи, имеющие практическое содержание и отражающие специфику будущей профессиональной деятельности студентов, практически не решаются.

Для полноценной реализации межпредметных связей необходимо выстроить дидактическую систему, направленную на повышение профессиональной направленности курса физики.

Опираясь на методику определения значимости учебных дисциплин [4], различают внешнюю значимость учебных курсов и внутреннюю. Внешняя значимость определяется методом экспертного опроса специалистов, в качестве которых выступают преподаватели, читающие курс профилирующих предметов, и преподаватели курса физики. Внутренняя значимость выражается в значении данного учебного материала дисциплины для изучения других учебных курсов. На основании анкетирования специалистов определяют наиболее значимые для данного профиля разделы и темы физики, структуру данных разделов. Наименее значимые темы и физические понятия выносят на самостоятельное изучение студентами, с последующим контролем их проработки различными методами [4].

Решение прикладных задач технического содержания, соответствующего профилю студентов, является одним из путей осуществления межпредметных связей по выбранным темам и разделам физики. Содержание данных задач должно описывать реальные процессы и явления, изучаемые в профильных дисциплинах, обеспечивать показ практической ценности полученных физических знаний.

Как отмечалось выше, существующие сборники практически не содержат данных задач, и преподавателю необходимо самостоятельно «обогащать» имеющиеся техническим содержанием.

Значения исходных данных в задачах должны соответствовать техническим параметрам и характеристикам реальных объектов. Условие

задачи должно быть сформулировано ясно и доступно для понимания студентами.

Важно, чтобы прикладные задачи технического содержания составляли единую систему, которая отражает цели обучения, этапность в усвоении физических понятий.

Применение данной системы задач в учебном процессе способствует повышению познавательного интереса у студентов к изучению физики; формированию профессионально значимых умений и навыков; формированию специальной профессиональной компетенции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nbrb.by/mp/target/-pser/-program_ek2021-2025.pdf. – Дата доступа: 15.03.2022.
2. Бодров, В. А. Психология профессиональной пригодности: учеб. пособие / В. А. Бодров. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
3. Федоровец, Г. Ф. Межпредметные связи в процессе обучения: учеб. пособие / Г. Ф. Федоревец. – Л.: ЛГПИ, 1983. – 88 с.
4. Емчик, Л. Ф. Прогностическое обоснование содержания обучения физики для медицинских вузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Л. Ф. Емчик. – Киев, 1986. – 24 с.

УДК 581.132

ОБЛИСТВЕННОСТЬ И ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

А. В. ЦУБЛЕНОК, мл. науч. сотрудник

РУП «Институт мелиорации»,
Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: люцерна изменчивая, облиственность, чистая продуктивность фотосинтеза.

Аннотация. При определении облиственности люцерны изменчивой измеряли массу листьев в процентах от сухой навески. Облиственность растений люцерны изменчивой 1-го года жизни с увеличением нормы высева не изменялась. У нее высокая чистая продуктивность фотосинтеза была на вершине склона и при более высокой норме высева (18 кг/8,5 млн. шт/га).

Keywords: lucerne changeable, refrigerant, pure photosynthesis productivity.

Summary. In determining the limpacy of alfalfa, the mass of leaves was measured as a percentage of dry hide. The limitation of alfalfa plants with a variable 1 year of life with an increase in the seeding rate did not change. Alfalfa has a variable 1st g. High pure photosynthesis productivity was on top of the slope and at a higher seeding rate (18 kg/8.5 million. pcs/ha).

В последние годы для покрытия дефицита протеина в Республике Беларусь за валюту закупается 380–420 тыс. т белкового сырья (соевый или подсолнечниковый шроты) [1]. Расширение площадей бобовых трав позволит повысить качество кормов, сбалансировав их по сырому протеину. Для этого используются высокобелковые культуры, в том числе люцерна.

Почвенный покров Витебщины отличается большим разнообразием. В составе пахотных земель преобладают дерново-подзолистые глинистые и суглинистые почвы. На их долю приходится 53,3 % площади. Это почти вдвое больше, чем в среднем по республике. По данным почвенных обследований 38,8 % пахотных земель региона избыточно увлажнены. В целом избыточное увлажнение и связанные с ним явления лишают порядка 1,0–1,5 млн. кормовых единиц. Общая обеспеченность сенокосами и пастбищами в регионе почти в 1,5 раза ниже, чем в других областях республики. По отношению к среднемноголетним условиям других областей Республики Беларусь в Витебской трудоемкость полевых работ из-за худших технологических характеристик пашни в среднем выше в 1,24 раза.

На снижение урожайности сельскохозяйственных культур заметное влияние оказывают такие характерные для северной части республики факторы, как пестрота (неоднородность) почвенного покрова в пределах полей и отдельно обрабатываемых земельных участков, сложная конфигурация полей, их завалуненность. По Беларуси завалуненность почв составляет 9,4 %, а в Витебской области она достигает 12,4 %. В результате лишь 20–25 % заготовленных кормов соответствуют качеству 1-го класса.

Люцерна – основная бобовая кормовая культура в системе кормового конвейера Беларуси и одна из самых ценных трав для полевого травосеяния. Химический состав сенажа из люцерны с влажностью 48 % в абсолютно сухом веществе содержит 15,9 % белка, 23,5 %

клетчатки, 3,2 % жира, 8,2 % зольных веществ, 49,2 % БЭВ, 2,2 % кальция, 0,3 % фосфора [2].

Согласно данным многих исследователей, в 1 кг сена люцерны содержится до 85 г переваримого белка, что соответствует примерно 170 г на 1 кормовую единицу [2].

Облиственность определяют в процентах: массу листьев умножают на 100 и делят на общую массу листьев и стеблей [3].

Высокая облиственность растений люцерны обуславливает ее высокие кормовые качества. Так, листья люцерны содержат до 25 % белка на сухое вещество.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – это отношение суточного прироста массы урожая всего растения (г) к площади листьев, «работавших» в течение суток [4].

Определить ЧПФ важно для того, чтобы понять, какое изменение сухой массы растений может объективно отражать ассимиляционную активность растений. Около 95 % сухой биомассы растительного организма приходится на долю органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза. Показатель ЧПФ представляет собой результат образования органических веществ в процессе фотосинтеза и усвоения из почвы минеральных веществ за вычетом потерь веществ на дыхание и отмирание органов [5].

Целью исследования – определить облиственность и ЧПФ люцерны изменчивой 1-го года жизни в условиях Белорусского Поозерья.

Полевые исследования проводили на посевах люцерны изменчивой 1-го года жизни на участке с крутизной склона 3,0–3,5° (РУП «Институт мелиорации», Сенненский район, ф-л ВОМС). Почва опытного участка представлена следующими разновидностями:

1. Слабосмытая дерново-подзолистая супесчаная (вершина склона).
2. Осушенная слабосмытая дерново-подзолистая глееватая, легко-суглинистая (середина склона).
3. Дерново-подзолистая глеевая связносупесчаная (низ склона).

Облиственность люцерны 1-го года жизни 2-го укоса измеряли в процентах, т. е. брали массу листьев от сухой навески. Ее определяют путем разбора снопа в 1 кг на листья и стебли с последующим высушиванием до постоянного веса и массы. Для того чтобы определить ЧПФ, нужно знать площадь листьев, которую измеряли в программе APFill Ink Toner Coverage Meter.

ЧПФ люцерны 1-го года жизни во 2-м и 3-м укосе рассчитывали по формуле

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_1 - B_2}{0,5 \cdot (L_1 + L_2) \cdot n} \text{ г/м}^2\text{сут,}$$

где B_1 и B_2 – сухая биомасса растений в начале и в конце учетного периода, г;

$B_2 - B_1$ – прирост сухой массы за n дней, г;

L_1 и L_2 – площадь листьев в начале и в конце периода, м²;

n – число дней в учетном периоде.

Результаты определения облиственности растений люцерны изменчивой 1-го года жизни в период формирования 2-го укоса (01.07–07.07) приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Определение облиственности люцерны изменчивой 1-го года жизни на разных элементах рельефа в зависимости от нормы высева, %**

Норма высева, кг/млн. шт/га	Элемент склона			Среднее по элементам склона
	вершина	середина	низ	
9/4,5	48,7	46,6	49,0	48,1
13/6,5	53,9	54,5	49,7	52,7
18/8,5	45,9	45,4	44,3	45,2
Среднее	49,5	48,8	47,7	–

Анализ структуры стеблестоя люцерны изменчивой 1-го года жизни показал, что облиственность растений с увеличением нормы высева не изменялась и в среднем находилась в пределах 47,7–49,5 %. Она, вероятно, в большей степени зависела от освещенности посева, так как более высокой была на середине склона (52,7 %).

Результаты определения ЧПФ люцерны в период 01.07–07.07 и за период с 03.08 по 10.08 приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Определение ЧПФ люцерны изменчивой 1-го года жизни на дерново-подзолистой супесчаной почве, г/м²сут**

Элемент склона	Норма высева, кг/млн. шт/га	Укос	
		2-й	3-й
Вершина	9/4,5	14	27
	13/6,5	9	10
	18/8,5	19	16
Середина	9/4,5	6	–
	13/6,5	2	–
	18/8,5	8	–
Низина	9/4,5	3	–
	13/6,5	11	–
	18/8,5	10	–

Результаты определения ЧПФ люцерны изменчивой 1-го года жизни показал, что она более высокая была на вершине склона при норме высева (18 кг/8,5 млн. шт/га).

Таким образом, облиственность люцерны изменчивой Вега 87 не зависела от нормы ее высева и ее величина была ниже на середине склона на 4,6 п. п., а на низине склона выше на 7,5 п. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов, Ф. Многолетние травы – основной источник белка / Ф. Привалов, П. Васько // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 12–15.
2. Сельское хозяйство. Растениеводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://universityagro.ru>. – Дата доступа: 05.04.2020.
3. Определение облиственности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vniikormov.ru/pub/0009/metodicheskie-ukazaniia-po-selekcii-mnogoletnikh-zlakovykh-trav-53.php>. – Дата доступа: 12.05.2018.
4. Комплекс агрометеорологических факторов, определяющих продуктивность культуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://po-teme.com.ua/rasteniye-vosstvo/lektsij-po-programmirovaniyu-urozhaev/1371-kompleks-agrometeorologicheskikh-faktorov-opredelyayushchikh-produktivnost-kultury.html>. – Дата доступа: 05.11.2013.
5. Определение чистой продуктивности фотосинтеза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611319/page:24/>. – Дата доступа: 29.02.2016.

УДК 332.32:631.6.02

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ УЧАСТКОВ ЭРОЗИИ, ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ, ЗАБОЛАЧИВАНИЯ И ИНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Ю. С. ЦЫРКУНОВА, ст. преподаватель

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

Ключевые слова: мониторинг, деградация земель, охрана земель, данные ДЗЗ, дешифрирование, ГИС.

Аннотация. Рассмотрен вопрос использования ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли при проведении космического мониторинга для выделения участков различных проявлений деградации земель. Определена степень эродированности почв по мультиспектральному снимку сверхвысокого разрешения.

Key words: monitoring, land degradation, land protection, remote sensing data, interpretation, GIS.

Summary. The issue of using GIS technologies and Earth remote sensing data during space monitoring to identify areas of various manifestations of land degradation is considered. The degree of soil erosion was determined from a multispectral image of ultra-high resolution.

Основой рационального природопользования является охрана почвенного покрова от всех видов деградации. Среди ведущих условий, определяющих качество данной среды, выступает ее экологическое состояние, которое в последнее время в силу проявления и усиления техногенных процессов становится все более уязвимым.

Деградация почв – результат негативных (с точки зрения охраны природы или конкретной хозяйственной задачи) изменений строения, состава и элементов функционирования почв, вызванных антропогенными процессами.

Наличие объективной информации о состоянии земель и почв является основой их рационального, экологически безопасного и эффективного использования [1].

Мониторинг земель – система постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов в целях сбора, передачи и обработки полученной информации для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий.

Целью мониторинга земель является получение объективной информации о современном состоянии земель и почв для выявления, оценки и прогнозирования происходящих в них изменений с целью выработки управленческих решений по сохранению, восстановлению, защите и рациональному использованию земель [2].

Все системы дистанционного мониторинга природных объектов можно разделить на 3 большие группы:

1. Системы телесигнализации;
2. Дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая спутниковые системы и системы на базе пилотируемых и беспилотных ЛА;
3. Дистанционного мониторинга параметров состояния окружающей среды, включая состав атмосферы, уровня воды, радиации и пр. [3].

Указанная цель достигается за счет решения трех основных взаимосвязанных задач: информационной, прогнозной и управленческой.

Информационная задача заключается в проведении мониторинговых наблюдений, сборе, систематизации и анализе данных, полученных в результате наблюдений. Она представляется в виде баз данных и картографического материала, который подлежит периодическому обновлению.

Прогнозная задача предполагает возможности ближайшего и отдаленного прогнозирования состояния земель и тенденций их изменения. Пробел отсутствия длительных рядов периодических наблюдений на первых этапах внедрения мониторинга можно нивелировать с использованием моделирующих возможностей ГИС-технологий.

Управленческая задача заключается в разработке мероприятий по устранению и предупреждению негативных воздействий природных и антропогенных факторов, в результате которых происходит деградация земель и ухудшение экологической обстановки [1].

Сбор, обработка и хранение экологической информации выполняются в соответствии с Положением об информационно-аналитическом центре мониторинга земель Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, утвержденным постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 10 мая 2007 г. № 27 [2].

Дистанционное зондирование позволяет получить характеристики состояния земель на глобальном и региональном уровнях.

Задачи при проведении космического мониторинга для выделения участков различных проявлений деградации земель объединяют преимущественное использование для их эффективного решения космических снимков сверхвысокого разрешения (не меньше 1 м на местности).

Данные ДЗЗ из космоса позволяют оценивать техническое состояние сооружений, проектировать новые объекты. Особенно перспективно использование таких данных для протяженных объектов как при строительстве, так и при эксплуатации, например, водохранилищных дамб, гидротехнических сооружений в труднодоступных районах и т. д.

Немаловажное значение имеет постоянный оперативный мониторинг состояния дамб и плотин с целью своевременного выявления начинающихся процессов их эрозионного размыва, ветрового разрушения, образования каверн в результате развития карстовых, термокарстовых процессов, физического и химического выветривания.

Наконец, по космическим снимкам сверхвысокого разрешения можно наиболее уверенно выявить самые незначительные источники загрязнения в водоохранных зонах и непосредственной близости от них. Применение данных с космических аппаратов WorldView-1, GeoEye-1, QuickBird и IKONOS позволит, например, не просто обнаружить молочно-товарную ферму в зоне водосбора (это можно сделать и по снимкам с разрешением в 5–15 м), но и даст возможность оценить интенсивность ее функционирования, обнаружить места складирования отходов и тальвеги, по которым фекальные воды устремляются в водоем.

В совокупности с информацией о площадных антропогенных воздействиях (распашка, выпас скота, мелиорация, рекреация, вырубка лесов и т. п.) обеспечивается получение объективной интегрированной картины состояния водосбора и водоохраной зоны, а также появляется возможность осуществлять прогнозы и планировать природоохранные мероприятия [4].

Для решения задачи выявления и оценки динамики развития эрозионных процессов сельскохозяйственных территорий мониторинга и охраны эродированных земель используются следующие методы:

- автоматизированного цифрового картографирования эрозионных процессов по материалам архивных и оперативных данных дистанционного зондирования;

- фототриангуляция для построения цифровой трехмерной модели рельефа по данным дистанционного зондирования; расчета вегетационного индекса растительности;

- прогноза и оценки увеличения длины эрозионной сети;

- геонформационных технологий для создания тематического картографического материала по результатам проведенных исследований [5].

В качестве объекта исследований выбран снимок на земельный участок с явно выраженными признаками эродированности почвенного покрова (рис. 1). На данном снимке очень хорошо дешифрируются сильно эродированная почва и участки поверхностной эрозии благодаря более низким значениям яркости за счет избыточного увлажнения. Для автоматизации выделения и оценки эрозии почв по космическим фотоизображениям применялось специализированное программное обеспечение по обработке аэрокосмической информации ENVI 4.3.

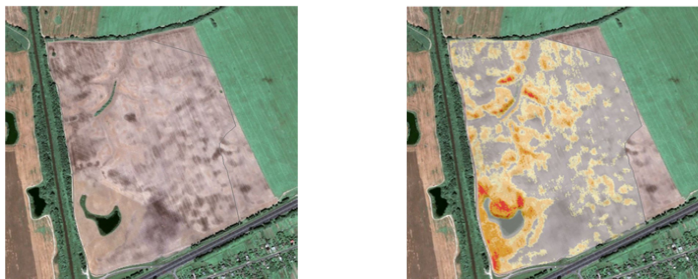







Рис. 1. Определение степени эродированности почв по мультиспектральному снимку сверхвысокого разрешения

Градации почв по степени эродированности представлена в таблице.

Градации почв по степени эродированности

Почвы	Степени эродированности почв
	Неэродированные
	Слабоэродированные
	Среднеэродированные
	Сильноэродированные
	Очень сильноэродированные

Для оперативного принятия мер по недопущению экстренных ситуаций необходим комплексный анализ эрозионных процессов и составление карт эрозионной опасности территории. Дистанционные наблюдения по выявлению эрозионной динамики позволят уверенно и заблаговременно выявлять проблемные участки.

Собранные путем мониторинга земель сельскохозяйственного назначения материалы служат основанием для принятия необходимых управленческих решений в части использования и охраны плодородия, а также обеспечения экологической безопасности населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Желязко, В. И. Основы природообустройства: учеб. пособие / В. И. Желязко. – Горки: БГСХА, 2020. – 228 с.
2. Об утверждении Инструкции об организации работ по проведению мониторинга земель: постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 22.12.2009 № 68.
3. Сенько, А. В. Применение современных технологий IoT для построения систем мониторинга территориально распределенных природных объектов. / А. В. Сенько //

Мониторинг техногенных и природных объектов – 2019: сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2020. – С. 15–22.

4. Космический мониторинг в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/industry-solutions/agro/>. – Дата доступа: 12.03.2022.

5. Байкалова, Т. В. Мониторинг и оценка динамики развития эрозионных процессов на землях сельскохозяйственного назначения / Т. В. Байкалова // Вестник Алтайско-го государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 61–67.

УДК 502.504

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ МАЗУТОМ ПОЧВ В ПРИСУТСТВИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

А. С. ЧЕРДАКОВА, канд. биолог. наук, доцент

С. В. ГАЛЬЧЕНКО, канд. биолог. наук, доцент

Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина,
Рязань, Российская Федерация

Ключевые слова: биоремедиация почв, загрязнение почв, мазут, гуминовые препараты.

Аннотация. В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по оценке влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации почв, загрязненных мазутом. Установлено, что внесение гуминовых препаратов в загрязненную мазутом серую лесную почву способствует стимулированию процессов ее восстановления. При этом степень деградации нефтепродукта возрастает на 10–40 % в зависимости от уровня загрязнения.

Keywords: soil bioremediation, soil pollution with fuel oil, humic preparations.

Summary. The article presents the results of experimental studies to assess the effect of humic preparations on the processes of microbiological remediation of soils contaminated with fuel oil. It has been established that the introduction of humic preparations into gray forest soil contaminated with fuel oil contributes to the stimulation of its microbioremediation processes. At the same time, the degree of degradation of the oil product increases by 10–40 % depending on the level of pollution.

Растущие объемы производства и использования нефтепродуктов в различных отраслях хозяйственной деятельности человека являются одними из основных характеристик современного этапа развития об-

щества, что приводит к загрязнению нефтяными углеводородами всех компонентов окружающей среды, в том числе и почв.

Загрязнение тяжелыми фракциями нефтепродуктов, среди которых одними из наиболее распространенных являются мазуты, представляет особую опасность для ландшафтов. Обладая высокой вязкостью и плотностью, мазуты оказывают резко негативное влияние на все свойства почвы, а процессы их естественной деструкции протекают крайне медленно. Данным обстоятельством обусловлена необходимость поиска эффективных и безопасных технологий очистки почв, загрязненных мазутом. В настоящее время для этих целей применяются различные способы: механические, физико-химические, химические и др. Все они имеют как преимущества, так и недостатки, связанные в основном с их высокой стоимостью и рисками вторичного загрязнения почвы.

Среди способов восстановления нефтезагрязненных почв наиболее эффективными, экологически безопасными и экономически выгодными являются биологические методы, а именно использование биодеструкторов – микробиологических ремедиаторов, для которых нефтеуглеводороды служат питательной средой [1, 2]. Но в случае загрязнения почвы мазутом процесс биодеструкции осложняется и замедляется. Основная сложность обусловлена химической спецификой тяжелых фракций нефтяных углеводородов и их устойчивостью к биодеструкции, а также формированием при загрязнении почвы мазутом крайне неблагоприятных условий для работы ремедиаторов (нарушение воздушного и водного режимов и др.). В этой связи возникает необходимость научного поиска способов стимуляции деятельности нефтеокисляющей микрофлоры при биоремедиации загрязненных мазутом почв. По нашему мнению, в данном аспекте весьма перспективны гуминовые вещества и препараты на их основе. Поскольку, во-первых, гуминовые вещества обладают выраженными поверхностно-активными свойствами, т. е. способны увеличивать площадь активного взаимодействия ремедиаторов с питательным субстратом. Во-вторых, они могут выступать источником элементов минерального питания микроорганизмов. И, наконец, гуминовые вещества положительно влияют на все физико-химические свойства очищаемых почв, создавая благоприятные условия для работы микроорганизмов [3, 4].

Целью наших исследований являлась экспериментальная оценка влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации почв, загрязненных мазутом.

Объектом исследования служили промышленные гуминовые препараты, полученные из различного сырья и по различным технологиям, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики экспериментальных гуминовых препаратов*

Показатели	Название препарата	
	Экорост	Гуми
Агрегатное состояние	Жидкое (раствор)	Твердое (порошок для приготовления суспензии)
Сырье	Торф	Бурый уголь
Технология получения	Гидродинамическая кавитация	Щелочная экстракция
pH, ед. pH	7,0	8,5
Гуминовые и фульвокилоты, г/л	70,0	60,0
Азот общий, г/л	2,8	5,0
Фосфор общий, г/л	0,01	5,0
Калий общий, г/л	5,8	10,0

*По данным производителя.

Основой исследования выступали вегетационные эксперименты, суть которых заключалась в искусственном моделировании процессов биоремедиации загрязненных мазутом почв при совместном использовании микробиодеструкторов и гуминовых препаратов. В эксперименте использовались образцы серой лесной почвы, отобранные в экологически чистом районе, с участка, не подверженного прямому техногенному воздействию, с глубины гумусового горизонта по общепринятой методике в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-2017 [5]. Моделирование загрязнения осуществлялось путем внесения в серую лесную почву мазута в количестве 50 г/кг и 100 г/кг. В качестве источника нефтеокисляющей микрофлоры применяли микробиодеструктор Дестройл, представляющий собой культуру штамма *Acinetobacter species JN-2* – неспоровые, неподвижные, грамотрицательные бактерии, обладающие высокой способностью к биодеструкции нефтяных углеводов. Биопрепарат Дестройл применяли на всех вариантах опыта в виде суспензии, приготовленной согласно инструкции производителя. Далее в экспериментальные почвенные образцы вносились гуминовые препараты в виде 0,01%-ного водного раствора. Контролем служили загрязненные мазутом и обработанные микробиопрепаратом

почвенные образцы без внесения гуминовых препаратов. Повторность в эксперименте – четырехкратная. Схема эксперимента представлена в табл. 2.

Таблица 2. Схема эксперимента

1. Серая лесная почва + мазут 50 г/кг + Дестройл (контроль)	КМ50
2. Серая лесная почва + мазут 100 г/кг + Дестройл (контроль)	КМ100
3. Серая лесная почва + мазут 50 г/кг + 0,01%-ный р-р Экорост + Дестройл	ЭМ50
4. Серая лесная почва + мазут 100 г/кг + 0,01%-ный р-р Экорост + Дестройл	ЭМ100
5. Серая лесная почва + мазут 50 г/кг + 0,01%-ный р-р Гуми + Дестройл	ГМ50
6. Серая лесная почва + мазут 100 г/кг + 0,01%-ный р-р Гуми + Дестройл	ГМ100

Экспозиция экспериментальных образцов осуществлялась в течение четырех месяцев. Критерий оценки – изменение концентрации мазута в почве, которая определялась методом ИК-спектрометрии.

Полученные результаты позволили установить, что интенсивность процессов биодеструкции мазута в почве при совместном внесении гуминовых и микробиологических препаратов во многом определяется свойствами вносимых гуминовых препаратов. Выявлено, что процессы биодеструкции мазута в загрязненной почве наиболее активно протекали под влиянием препарата Гуми (рис. 1).

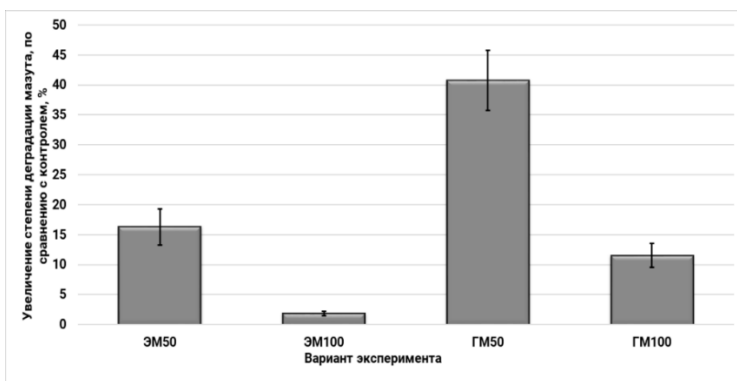


Рис. 1. Среднее увеличение степени деградации мазута на экспериментальных вариантах по сравнению с контролем, %

Стимулирующее действие данного препарата по отношению к микроорганизмам-нефтедеструкторам отчетливо проявлялось для обоих вариантов, смоделированных в эксперименте уровнями загрязнения. Однако при концентрации загрязнителя 50 г/кг стимулирующий эффект был значительно выше. При более высоком уровне загрязнения указанный эффект снижается. Так, на данных вариантах опыта под воздействием препарата Гуми интенсивность процессов биоутилизации мазута возросла по сравнению с контролем почти на 40 %, а при уровне загрязнения 100 г/кг – всего на 11 %.

Стимулирующее действие препарата Экорост на нефтеокисляющую микрофлору отчетливо проявилось лишь на вариантах с загрязнением почвы мазутом в концентрации 50 г/кг.

Более выраженное стимулирование биодеструкции мазута под влиянием Гуми по сравнению с Экоростом вероятно связано со следующими причинами.

Во-первых, данное обстоятельство обусловлено молекулярной структурой гуминовых веществ в составе препаратов. Гуминовые препараты, получаемые из угля, имеют наиболее высокую ароматичность по сравнению с препаратами, выделенными из других сырьевых источников. Ввиду высокой ароматичности, такие препараты характеризуются и высоким сродством к ароматическим компонентам нефтепродуктов, что подтверждается последними исследованиями в данной области [3]. Обладая высоким сродством к ароматическим компонентам нефтепродуктов, такие гуминовые вещества, проявляя свойства поверхностно-активных веществ, способствуют их интенсивной диспергации и солубилизации, повышая доступность для нефтеокисляющей микрофлоры. Именно высокоароматичные компоненты составляют основу тяжелых нефтепродуктов, в том числе и мазута. Таким образом, препарат Гуми, полученный из угля, по причине значительной ароматичности и, следовательно, высокого сродства к углеводородам мазута оказывает более выраженный стимулирующий эффект на процессы его биоутилизации по сравнению с Экоростом.

Во-вторых, препарат Гуми по сравнению с Экоростом содержит большее количество минеральных элементов (азота, фосфора и калия). Тяжелые фракции нефтепродуктов труднодоступны для биохимического окисления микроорганизмами-нефтедеструкторами и для их эффективной «работы» в таких условиях требуются дополнительные источники минерального питания. По этой причине при внесении Гуми в

почву микробиоремедиаторы, получая большую «подкормку» по сравнению с Экоростом, интенсивнее осуществляют трансформацию мазута.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты указывают на перспективность совместного использования нефтеокисляющей микрофлоры и гуминовых препаратов в целях биоремедиации загрязненных мазутом почв. Гуминовые препараты из бурого угля более эффективны по сравнению с препаратами на основе торфа. Их применение позволяет стимулировать процессы биодеструкции мазута на 10–40 % процентов в зависимости от уровня загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bioremediation of Oil Spills on Land / L. D. Brown [et al.] // In book: Oil Spill Science and Technology. – New York: Wiley, 2017. – P. 699–729.
2. Гречищева, Н. Ю. Разработка научных основ применения гуминовых веществ для ликвидации последствий нефтезагрязнения почвенных и водных сред: дис. ... д-ра хим. наук: 03.02.08 / Н. Ю. Гречищева. – Москва, 2016. – 326 л.
3. Гальченко, С. В. Результаты экспериментальной оценки влияния гуминовых препаратов на процессы диспергирования нефтепродуктов / С. В. Гальченко, Д. В. Спиридович, А. С. Чердакова // Научное обозрение. – 2015. – № 1. – С. 126–130.
4. Степанов, А. А. Применение гуминового препарата Питер-Пит для детоксикации и рекультивации нефтезагрязненной почвы / А. А. Степанов, Д. Д. Госсе, М. А. Панина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 1. – С. 55–57.
5. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (дата введения 2019-01-01). – М.: Стандартинформ, 2019. – 5 с.

УДК 631.9

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. Г. ЧЕПИК, д-р экон. наук, профессор
Филиал Московского университета им. С. Ю. Витте,
Рязань, Российская Федерация

С. Г. СЕВОДНЕВА, аспирант
ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства»,
Рыбное, Российская Федерация

Ключевые слова: экология, загрязнения, сельское хозяйство, мелиорация.

Аннотация. В статье отражены проблемы экологической безопасности аграрного производства.

Keywords: ecology, pollution, agriculture, melioration.

Summary. The article reflects the problems of environmental safety of argar production.

Настоящее и будущее аграрного производства непосредственно связано с состоянием экологической среды. Ее полноценное воспроизводство является важнейшим условием получения высококачественного продовольствия. Объектами изучения и первостепенного мониторинга в сфере экологической безопасности являются: земельный и водные ресурсы, воздушный бассейн (атмосфера), околоземное пространство, а также готовая продукция, аккумулирующая в своем составе опасные для человека вещества.

Сегодня более половины человечества проживает в городах, в условиях сложных социально-экономических систем. Глобальные процессы урбанизации, усиливающие последствия потепления климата, ставят перед обществом сложные задачи по сохранению экологически чистой среды обитания и ее потенциальному развитию по пути интенсификации.

Само сельское хозяйство и связанные с ним отрасли нередко являются источниками загрязнения.

Воспроизводственный подход к агропромышленной сфере хозяйствования диктуется целым рядом причин, так как с ростом численности населения в возрастающих объемах требуются продовольственные товары и продукция, вырабатываемая из сельскохозяйственного сырья.

В отличие от большинства отраслей и сфер хозяйствования аграрное производство имеет свои специфические особенности, главными из которых являются следующие:

- земля является не только пространственным базисом, но и предметом и средством труда. От состояния земельных ресурсов непосредственно зависит результативность хозяйственной деятельности;

- сельскохозяйственное производство имеет дело с живыми организмами: растениями и животными. Здесь особенно ярко переплетаются экономические процессы с процессами естественно-биологическими, с достижениями генной инженерии, с использованием и воспроизводством плодородия почвы и многими другими факторами;

- сельские жители, составляющие основу ведения сельского хозяйства, живут в условиях социально-территориальной общности, существенно отличающейся от городской среды. Профессиональные навыки

ки сельского населения приобретаются за длительный период времени, передаются по наследству и существенно определяют воспроизводственные процессы в отрасли. В современных условиях массового оттока сельского населения в города многие территории испытывают дефицит работников ввиду сравнительно худших условий жизни на селе, аграрные профессии являются не престижными, что влияет на подготовку и переподготовку кадров. Развивающееся явление урбанизации, трансформации земельных сельскохозяйственных ресурсов повышает технологическую и экологическую нагрузку на землю, что сопровождается повышенным загрязнением сельскохозяйственных угодий;

- сезонность производства в сельском хозяйстве сопровождается не совпадением рабочего периода с периодом производства. Сырье и готовая продукция получают неравномерно, циклично и зависят от многих природных факторов. В этой связи рабочая сила, техника и другие средства производства используются также неравномерно;

- необходимость современной переработки сельскохозяйственной продукции и сырья определяет структуру перерабатывающей промышленности, потребности в хранилищах и складском хозяйстве, логистику работы всего агропромышленного комплекса;

- ограниченность поля производства, его сокращение влияет на ускорение поиска альтернативных технологий получения продовольствия и сырья, использования искусственных заменителей, добавок, концентратов и т. д., соответствующих экологическим требованиям и нормам.

Таким образом, изучение воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве связано с их анализом в разрезе определенных составляющих социально-экономических систем: производственно-технологической, экономической, социальной и экологической. В последствии эти составляющие стали рассматриваться в виде самостоятельных подсистем [1, с. 8–11].

Это объясняется тем, что идеальные и реальные цели субъектов хозяйствования в аграрном производстве весьма разнообразны и сводить их только к экономической результативности в новейшей истории не соответствует потребностям общества.

Проблемы экологической безопасности возникли не сразу, а по мере увеличивающейся техногенной нагрузки на окружающую среду. Впервые термин «экология» (греч. *oikos* – дом, *logos* – наука) был введен в биологическую науку немецким ученым Э. Геккелем в 1866 г.

Тогда главным объектом изучения стали экологические системы (экосистемы). Их исследование получило большое многообразие:

- биосферная экология;
- сельскохозяйственная экология;
- промышленная экология;
- медицинская экология;
- математическая экология;
- экономическая экология;
- юридическая экология и некоторые другие.

Оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний произошло в начале XX в. и связано с Ч. Адомсом (1913). Позднее в 1930–40-е гг. А. Тенсли (1935) ввел понятие «экосистема». [9]

Экономическая экология как важнейшая составляющая национального организационно-экономического механизма хозяйствования призвана решать целый ряд теоретических и прикладных задач, к числу которых относятся следующие:

– прогнозирование, планирование и оценка возможных отрицательных последствий, возникающих в экологических системах под влиянием деятельности человека, возрастающей технологической нагрузки на окружающую среду;

– поддержание и улучшение качественных показателей, характеризующих приемлемое состояние окружающей среды для полноценной жизни и деятельности человека;

– повышение уровня экологической безопасности окружающей среды за счет проведения системы мер по инженерному, экономическому, правовому, технологическому и иному обслуживанию субъектов хозяйствования;

– организация оптимального взаимодействия природы и общества.

В сельском хозяйстве проблемы возобновления и исчерпания природных ресурсов стоят наиболее остро. В современной России земельный фонд составляет 17,1 млн. км² или 0,9 га пашни на 1 человека, что в 3 раза выше среднемирового уровня. В сельском хозяйстве используется 193,6 млн. га, из которых 60,4 % (117,0 млн. га) пашня, 36,8 % кормовые угодья (71,2 млн. га), а посевная площадь в 2020 г. составляла 79,9 млн. га [11, с. 8]. Однако за последние десятилетия (1991–2022) более одной трети земель претерпела трансформацию или выбыла из сельскохозяйственного оборота. Значительная часть земельного фонда подвержена отрицательным воздействиям природного и экономического происхождения: ветровая и водная эрозия, потеря плодородия, особенно от снижения содержания гумуса; подтопление и вторичное

засоление; химическое и радиационное загрязнение; различные виды деградации, в том числе машинная, и т. д. Россия теряет ежегодно 1,5 млрд. т плодородного слоя почвы, 30 % приходится на деградированные почвы.

Аналогичная, прогрессирующая тенденция прослеживается в деградации водных ресурсов, значительная часть которых используется в сельском хозяйстве. Общий объем водных ресурсов России составляет 28 тыс. м³, или 22 %, от объема всех пресных вод мира. Антропогенное загрязнение водных ресурсов связано с увеличивающимся объемом сточных вод промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, с поверхностными стоками сельскохозяйственных объектов, с атмосферными загрязнениями и т. д.

Загрязнение воздушного бассейна объектами сельского хозяйства весьма значительны, особенно углеродными отходами (СО₂) промышленного животноводства. Необходимо отметить, что для полного восстановления климата на Земле необходимо довести выбросы углекислого газа до «чистого нуля», что в принципе невозможно [12, с. 52].

Отдельной, но чрезвычайно важной проблемой является воздействие на экосистемы деятельности военно-промышленного комплекса и ядерной инфраструктуры на земле и в космосе. Они как в мировом, так и внутрироссийском масштабе имеют тенденции глобального влияния на уровень радиационного загрязнения, ионизации атмосферы, возникновения «озоновых дыр» и многих других опасных последствий.

Возрастающая техногенная нагрузка на окружающую среду требует более бережного и более эффективного использования земель, вод, воздушного пространства, растительного и животного мира, всего многообразия природных ресурсов. Этому призвана служить, формируемая в России, система мониторинга и эколого-экономической оценки состояния природных ландшафтов, а также территорий, на которых осуществляется хозяйственная деятельность человека. Эта чрезвычайно важная работа направлена на регулирование воспроизводственных процессов в экосистемах в целях их сохранения в пределах научно обоснованных норм, что во многом приближает их к естественным условиям существования.

В научной литературе различают четыре известных формы природопользования: жизнеобеспечивающая; хозяйственно-экономическая; оздоровительная; культурная. Сложилась так называемые общие и специальные режимы их реализации. По мнению отраслевых ученых, экономика, в том числе аграрная, главным образом изучает вопросы экономической оценки природных ресурсов и оценки ущербов от за-

грязнения окружающей среды [9]. Однако в случаях нарушения природных условий сохранения экосистем возникает необходимость эколого-экономической оценки последствий хозяйственной деятельности человека и определения экологической эффективности субъектов хозяйствования. Как и другие известные виды эффективности: производственно-технологическая, экономическая и социальная, экологическая эффективность характеризуется своими критериями и соответствующими им системами показателей.

Таким образом, проблемы определения экологической эффективности в современных условиях приобретают первостепенное значение. В соответствии с методическими рекомендациями ВНИИЭСХ для определения экологической эффективности предусмотрены показатели экологической оценки, которые объединены в следующие группы:

1. Уровень содержания опасных и вредных веществ в выбросах в атмосферу, почву и водоемы, а также в стоках животноводческих комплексов и ферм.

2. Размеры процессов и явлений, обуславливающих эрозию почвы и разрушение почвенной структуры.

3. Объемы и структура природовосстановительных работ [1, с. 33].

Совершенно очевидно, что применительно к каждой группе показателей должны быть сформулированы временные критерии. Это позволит изучать тенденции изменения экологической среды во времени и в ее качественном состоянии, что послужит информацией для принятия и реализации управленческих решений.

Одним из главных критериев экологической эффективности является уровень сохранности окружающей среды (экосистем), гарантирующий полноценное воспроизводство их параметров преимущественно за счет природных факторов. Такой подход позволяет на длительный период сохранять и поддерживать полноценную жизнеспособность природных ландшафтов, на которых осуществляется та или иная деятельность человека.

Однако в современных условиях возникает множество случаев, когда природа не в состоянии сама восстанавливать свои веками сложившиеся экологические равновесия, и человеку необходимо проводить многообразную природоохранную деятельность, различные рекультивационные работы, осуществлять систему предупредительных мероприятий, обеспечивающих устойчивость природных ландшафтов, вовлеченных в сферу жизненных интересов человеческого сообщества.

В последние десятилетия разработаны и совершенствуются критерии и системы показателей, позволяющие осуществлять количественную и качественную оценку экологической эффективности (таблица).

Рассмотрим две наиболее распространенных группы показателей:

- первая группа – нормы и нормативы, регулирующие предельные дозы концентрации (ПДК) опасных и вредных для человека и окружающей среды веществ, содержащихся в различных средах (в почве, воде, воздухе, в сырье для производства, в готовой продукции и т. д.);

- вторая группа – это показатели удельных расходов материально-денежных средств, информационных и интеллектуальных издержек, которые необходимо осуществить для поддержания, улучшения, полного восстановления экологических систем, нарушенных в результате действия тех или иных факторов, спровоцированных деятельностью человека. Индикаторами результативности такой деятельности могут служить устойчиво сохраняющаяся фауна и флора в изучаемых экосистемах. Например, наличие и продуктивно развивающееся пчеловодство в зонах интенсивного земледелия и т. д.

Использование обоснованных критериев и систем показателей экологической эффективности позволяет использовать достижения научно-технического прогресса с учетом сохранения и улучшения окружающей среды.

Повышение экологической эффективности в многоукладной экономике страны является комплексной проблемой, которую целесообразно решать на макро-, мезо- и микроуровне хозяйствования, используя единые подходы и принципы.

На макроуровне это связано с разработкой научной парадигмы и государственной экологической политики, с формированием и пополнением государственной нормативно-правовой базы, которая является основой для регулирования отношений в сфере экологии, приведение ее в соответствие с документами международного экологического права. Приоритетом государства является система стандартизации, гарантирующая единые требования при подготовке и реализации управленческих решений. На макроуровне разрабатываются экологические разделы национальных проектов, целевых комплексных программ, программ регионального развития, обосновываются основные направления сохранения, восстановления, улучшения экологических систем, задействованных в планах стратегического развития национальных территорий. С помощью целевых критериев и систем показателей даются рекомендации по определению экологической эффективности в различных сферах хозяйствования и на их объектах, в том числе масштабы проводимых работ, обеспеченность их ресурсами, ожидаемые сроки выполнения, возможная окупаемость инвестиций. Осуществляется научное и институциональное обеспечение экологических проектов, образовательная деятельность.

Критерии и система показателей экологической эффективности сельскохозяйственного производства

Критерии	Основные показатели	Информационное обеспечение
<p>1. Уровень сохранности окружающей среды</p> <p>2. Повышение экологичности производства</p> <p>3. Уровень выхода сырья и сельскохозяйственной продукции при поддержании экологического равновесия</p> <p>4. Экологическая технологичность производства</p>	<p>1. Земельные ресурсы: - земельный кадастр; - удельные инвестиции на поддержание и улучшение плодородия почв; - защита от загрязнения гербицидами, пестицидами, радиоактивным излучением и др.;</p> <p>- мелиорация (осушительная, оросительная, химическая); - культуртехнические работы.</p> <p>2. Водные ресурсы: - удельные инвестиции на охрану и рациональное использование поверхностных и подземных вод; - соблюдение требований к качеству воды в водотоках и водосточниках (нормы и нормативы); - баланс водообеспечения сельскохозяйственного предприятия и его объектов хозяйствования; - удельные затраты на охрану, очистку, поддержание экологичности.</p> <p>3. Воздушный бассейн: - уровень загрязнения атмосферы токсичными газами, предельные дозы концентрации (ПДК) газов, шума, электромагнитных колебаний, радиации, теплового загрязнения, химических и физических загрязнителей (нормы и нормативы); - удельные затраты на охрану и восстановительную деятельность.</p> <p>4. Растительный и животный мир: - удельные затраты на сохранение, развитие и улучшение территории и их биологического состояния; - использование насаждений для специальных агротехнологических и инженерных целей; - сохранение и обеспечение полноценного воспроизводства растений и животных в естественных условиях и в условиях интенсивного использования; - охрана и использование природно-заповедного фонда</p>	<p>1. Нормативно-правовые акты Федерального и регионального уровня</p> <p>2. Система стандартизации РФ. Действующие нормы и нормативы</p> <p>3. Официальные результаты мониторинга состояния окружающей среды</p> <p>4. Методическая и учебно-справочная литература</p> <p>5. Официальные издания Федеральной службы государственной статистики</p> <p>6. Официальные издания территориальных органов государственной статистики</p>

На мезоуровне в кластерах, отраслях хозяйствования, в крупных объединениях на уровне страны, отдельных регионов и т. д. находят применение укрупненные показатели экологической эффективности, которые детализируются и дополняются на микроуровне.

На микроуровне проводятся основные работы по мониторингу окружающей среды, создаются базы данных из числа взятых проб на ПДК, других параметров. Организуются первичные трудовые коллективы в виде лабораторий, экологических патрулей, постов.

Повышение экологической эффективности в значительной мере связано с проведением предупредительных мероприятий природоохранного порядка. Работа с персоналом организаций, с населением сельских территорий и т. д. позволяет формировать общие тенденции бережного отношения к природе. Безусловно, что государственные органы надзора за соблюдением экологических норм и нормативов имеют решающее значение в выполнении основных принципов рационального хозяйствования. Вместе с тем проблема экологического благополучия общества должна решаться не только через систему государственной власти. Необходимо, чтобы в организациях неукоснительно соблюдались экологические требования. Это касается всего комплекса отношений, предметом которых является нивелирование отрицательных воздействий на природу, исключение физического, химического, биологического, урбанизационного и других видов загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации): коллективная монография. – М., 2005. – 156 с.
2. Справочник по экологической экспертизе проектов / под ред. М. А. Пустовойта. – Киев: Изд-во «Радянська Україна», 1986. – 192 с.
3. Эффективность сельскохозяйственного землепользования / П. Ф. Веденичев [и др.]. – К.: Наук. думка, 1982. – 228 с.
4. Руководство по комплексному и функциональному зонированию территории в районной планировке. – М.: Стройиздат, 1982. – 105 с.
5. Хицков, Н. Ф. Эколого-экономическая эффективность использования сельскохозяйственных земель [Электронный ресурс] / Н. Ф. Хицков, Г. Н. Чочут. – Орел: ГАУ, 2007. – Режим доступа: cyberleninka.ru>-article>ecologo.
6. Оценка экологической эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: docs.cntd.ru>document>1200142.
7. Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности [Электронный ресурс]: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 декабря 2016 г. № 1941-ст. – Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost>.

8. О стандартизации в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ. – Режим доступа: <https://rg.ru/2015/07/03/standart-dok.html>.
9. Бурова, Т. Е. Экологические основы природопользования: учеб. пособие / Т. Е. Бурова. – СПб.: Троцкий мост, 2020 – 360 с.
10. Зайцева, И. Дороже золота и самоцветов / И. Зайцева // Новое сельское хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 44.
11. Колончин, К. В. Инновационный вектор и социальная направленность развития пищевого комплекса России – ключевой фактор государственной политики / К. В. Колончин, С. Н. Серегин, Г. В. Сысоев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2022. – № 2. – С. 8.
12. Гололобова, А. Г. Техногенное загрязнение почв в зоне влияния Нюрбинского горно-обогатительного комбината (западная Якутия) / А. Г. Гололобова // Проблемы региональной экологии. – 2021. – № 5. – С. 52.
13. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие / В. К. Донченко [и др.] / под ред. проф. В. М. Питулько. – 2 изд. – М.: Гатаулин ЭММ и ЭВМ ТСХА «Академия», 2016. – 400 с.
14. Анисимов, А. В. Экономический менеджмент / А. В. Анисимов. – М.: КНО-РУС, 2013. – 352 с.
15. Питулько, В. М. Экологическое проектирование и экспертиза / В. М. Питулько. – Ростов н/Д: ФЕНИКС, 2016. – 470 с.
16. Булохов, В. А. Экономический справочник сельского специалиста / В. А. Булохов, П. И. Пеннер. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 192 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Желязко В. И. Б. И. Яковлев – первый послевоенный декан	3
Алехина Ю. В. Эффективность создания орошаемых культурных пастбищ с бобово-злаковыми травостоями.....	6
Астахова О. М., Дубина Н. А. Роль деятельностного подхода в формировании креативных качеств студентов.....	10
Бубер А. А., Меньшикова С. А., Раткович Е. Л., Каракулов Ф. А. Исследование эколого-мелиоративного состояния рисовых чеков ООО «Калининское» Краснодарского края	13
Васильев В. В. Экологические последствия сельскохозяйственного использования осушенных торфяных почв	18
Васильева Н. В. Анализ эмпирических зависимостей компрессионной кривой для биогенных грунтов.....	22
Васильева Н. В. Расчет осадки оснований, сложенных биогенными грунтами на объекте «Гало-Ковалевское».....	27
Волчек А. А. Оценка нормы стока малых рек Беларуси при отсутствии данных наблюдений.....	32
Воронкова Т. Б., Василькова С. Л. Информационные технологии при обучении математике студентов заочной формы.....	39
Вчерашний Е. А. Обоснование возможности возделывания сои в Могилевской области.....	43
Глушко К. А., Глушко К. К. Закрытые лизиметры ненарушенной структуры пленочной конструкции	47
Демитриченко Е. Л. Роль и место самообразования в жизни человека.....	51
Дрозд Д. А. Создание сырьевого конвейера из сортов клевера лугового различных групп спелости	55
Дубина А. В. Преимущества капельного орошения садовой земляники	58
Дубина Н. А., Астахова О. М., Кириленко Л. Е. Актуальность темы изучения влияния магнитоупругого эффекта и магнитострикции на физико-механические свойства металлов для студентов инженерного профиля.....	60
Дуброва Ю. Н., Мыслыва Т. Н., Кукреш А. С. Оценка состояния мелиорированных сельскохозяйственных угодий на основании данных дистанционного зондирования.....	64
Ергина Е. И. Геоэкологические аспекты рекультивации нарушенных земель в Крыму	71
Заичкина М. А., Бочарников В. С., Денисова М. А. Способ детоксикации на основе этилендиаминтетрауксусной кислоты для очистки почв, содержащих тяжелые металлы.....	75
Заманова Р. М. Роль физиологически активных ростовых веществ в жизни растений и применение вещества Нано-Гро для кормовой свеклы	80
Зубрицкая Т. Е., Волчек А. А. Общая характеристика методов определения водопотребления на территории Беларуси	87
Исламзаде Т. А. Влияние сроков посадки рассады, нормы рассады на гектар и условий питания на усвоение питательных веществ из почвы зерновым и соломенным урожаем риса сорта «Хашими»	92
Кириленко Л. Е., Цвыр А. В., Дубина Н. А. Некоторые вопросы прикладного характера при изучении физики студентами агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов.....	97

Кирпичникова Н. В., Черненко Ю. Д. Разработка структуры многолетней базы данных к идентификации диффузных источников загрязнения сельскохозяйственных территорий	101
Краснощекоев В. Н., Ольгаренко Д. Г. Экономическая эффективность использования мелиорируемых земель в Российской Федерации: состояние, проблемы, пути решения	111
Кузовкова М. В., Баранов Ю. В. Сохранение и экологическая реабилитация промышленных ландшафтов с гидросистемой. На примере объекта культурного наследия «Комплекс Нижнетагильского металлургического завода» (1720–2022 гг.) ..	122
Курвантаев Р., Хакимова Н. Изменение химического состава почв нижнего и среднего течения реки Зарафшан	128
Курзенков С. В. Математика как инструмент познания и развития студентов вузов.....	135
Лукашевич В. М., Желязко В. И., Ракицкий О. Б. Гидрометеорологическое обоснование необходимости орошения сельскохозяйственных угодий в условиях Могилевской области	143
Lukashevich V. M., Zhelyazko V. I., Konstantinov A. A. Irrigation in the Republic of Belarus.....	148
Максименко Д. А., Романов И. А. Осушительно-увлажнительные системы в Республике Беларусь	151
Мельникова Л. И. Башенный водосброс автоматического действия с поплавковым затвором	155
Мельникова Л. И. Башенные (шахтные) водосбросные сооружения для водоохраных объектов.....	160
Мерзлова О. А., Шкуратов И. М. Современное состояние мелиоративного хозяйства Могилевской области	165
Мешик О. П., Морозова В. А., Борушко М. В. Факторы, оказывающие влияние на сход снежного покрова	168
Мешик О. П., Борушко М. В., Протасевич А. С. Ветровая эрозия на мелиорированных почвах: факторы и причины	173
Мирсалахова Л. М. Эффективность инъекционного орошения.....	178
Мустафаев М. Г., Гурбанова З. Р., Гурбанов Э. А. Трансформация минералогического состава илистой части почв при орошении и химической мелиорации почв Кура-Аразской низменности.....	185
Набздорев С. В. Динамика роста сахарной свеклы при орошении и удобрении....	189
Нагиев С. К. Использование водных ресурсов в Азербайджане и их региональные проблемы	194
Павлов А. А., Мажайский Ю. А. Способ восстановления плодородия деградированных мелиорируемых земель	198
Романов И. А. Метод водобалансового расчета как основа управления режимом орошения	203
Романова А. С., Бандурин М. А. Возрастание угрозы катастрофических паводков на юге России в связи с изменением климатических и природных условий ..	206
Середа М. В., Дуюн Д. Н. Способы внесения удобрений и их влияние на урожайность риса.....	210
Талалаева В. Ф. Восстановление защитных покрытий оросительных каналов	214
Хватыш Н. В., Соколова Т. А. Рациональное природопользование на мелиорируемых землях Нечерноземной зоны.....	219

Цвыр А. В., Кириленко Л. Е., Подобед М. П. Роль межпредметных связей физики в формировании профессиональных компетенций у студентов	225
Цубленок А. В. Облиственность и чистая продуктивность фотосинтеза люцерны изменчивой в условиях Белорусского Поозерья	229
Цыркунова Ю. С. Космический мониторинг для выделения участков эрозии, переувлажнения, заболачивания и иных проявлений деградации земель	233
Чердакова А. С., Гальченко С. В. Восстановление загрязненных мазутом почв в присутствии гуминовых препаратов	238
Чепик А. Г., Севоднева С. Г. Экологическая эффективность в теории и практике аграрного производства	243

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Материалы IV Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти Б. И. Яковлева

Горки, 21–22 апреля 2022 г.

Редактор *С. Н. Кириленко*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Компьютерная верстка *И. А. Романова*

Формат 60×84¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 13,76.

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