

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Мелиоративно-строительный факультет

# **МЕЛИОРАЦИЯ И СЕЛЬСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. ПОИСК МОЛОДЕЖИ**

*Сборник научных трудов по материалам III Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей, посвященной 100-летию мелиоративно-строительного факультета*

Горки  
БГСХА  
2019

УДК 631.6:69(1-22)(063)

ББК 40.6:38

М47

*Рекомендовано методической комиссией  
мелиоративно-строительного факультета  
Протокол №4 от 23 декабря 2019 г.*

Редакционная коллегия:

кандидат архитектуры, доцент *Р.А. Другомилов (отв. ред.)*;  
старший преподаватель *А.Н. Медведников (отв. секр.)*

Рецензенты:

кандидат архитектуры, доцент *Д.В. Кольчевский*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю.Н. Дуброва*

Сборник научных трудов сверстан и отпечатан с материалов, представленных на электронных носителях. За достоверность информации, представленной в статьях, ответственность несут авторы.

М47

**Мелиорация и сельское строительство. Поиск молодежи:**

Сборник научных трудов по материалам III Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей, посвященной 100-летию мелиоративно-строительного факультета / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия: под ред. Р. А. Другомилова. – Горки: УО БГСХА, 2019. – 170 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей по проблемам мелиорации, водного хозяйства, сельского строительства и обустройства территорий. Содержатся собственные исследования авторов, а также представлена поисковая тематика.

УДК 631.6:69(1-22)(063)

ББК40.6:38

©Коллектив авторов, 2019

УДК 628.394

## **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФОСФАТ-ИОНОВ, НИТРИТ-ИОНОВ, ФОСФОРА ОБЩЕГО И ЦИНКА В ВОДЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДА**

**О. В. Андрейцева, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**О. П. Мешик**

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

Правовую основу управления водными ресурсами составляет Водный кодекс Республики Беларусь, который охватывает широкий круг вопросов, направленных на рациональное использование и охрану водных ресурсов. Государственный водный кадастр создается для систематизации данных государственного учета вод и определения имеющихся для использования водных ресурсов [1].

Загрязнители поверхностных вод в пунктах гидрохимических наблюдений делятся на две группы. Все эти вредные вещества, загрязняющие поверхностные воды, поступают с атмосферными и тальми водами с сельскохозяйственных угодий, промышленных предприятий, с городскими сточными водами. Предметом исследований в работе являются фосфат-ионы, нитрит-ионы, фосфор общий, цинк, которые находятся во многих минеральных и органических удобрениях.

Объектом исследования является река Ясельда, представляющая собой среду жизни для многих представителей флоры и фауны, а вода данной реки используется для различных нужд экономики. Река Ясельда имеет достаточно высокую антропогенную нагрузку, связанную с функционированием промышленных предприятий в городе Берёза, агрогородке Мотоль, а также многочисленных сельхозпредприятий. Река является приёмником очищенных сточных вод как коммунальных, бытовых и промышленных предприятий, так и стока с сельскохозяйственных мелиорируемых угодий по каналам мелиоративной сети. В качестве створа гидрохимических наблюдений принят створ ниже города Берёза, в связи с тем, что здесь на гидрохимических показателях сказывается функционирование опытного рыбхоза «Селец».

В настоящее время известно значительное число источников непосредственного загрязнения водоемов фосфат-ионами, нитрит-ионами, фосфором общим, железом общим, цинком и марганцем. Многими исследователями на первое место ставится загрязнение водных объектов стоком с сельскохозяйственных полей, а мелиорация

косвенно выступает в качестве средства загрязнения водных объектов. Повышение концентраций фосфат-ионов, нитрит-ионов, фосфора общего в поверхностных водах и, соответственно, в донных отложениях является следствием современного сельскохозяйственного производства.

По данным веществам нормируется ПДК для поверхностных вод [2]. В табл. 1 видно, что ПДК намного меньше реальных максимально допускаемых в отдельные годы концентраций загрязняющих веществ поверхностных вод реки Ясельда. Исходя из табл. 1 заметим, что концентрации загрязняющих веществ достигали максимальных цифр в 2015-2016 гг. К 2018 году концентрации загрязняющих веществ стали снижаться. Для анализа факторов и причин изменения содержания загрязнителей в водных объектах требуется детальный анализ функционирования промышленных предприятий города Берёзы и опытного рыбхоза «Селец». Однако уже сейчас можно делать выводы о том, что участок реки Ясельда от города Берёза до Споровского озера является самым проблемным с экологической точки зрения. Озеро Споровское фактически сейчас служит отстойником загрязнённых вод реки Ясельда и как следствие здесь интенсифицировались процессы эвтрофикации.

Таблица 1. – Концентрации загрязняющих веществ ниже города Берёза, мг/л

Параметры	ПДК поверхностных вод	Максимальные концентрация веществ в воде реки Ясельда					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Фосфат-ионы	0,066	0,35	0,27	0,42	0,58	0,29	0,39
Нитрит-ионы	0,024	0,183	0,074	0,138	0,144	0,13	0,13
Фосфор общий	0,2	0,52	0,40	0,79	0,75	0,52	0,58
Цинк	0,015	0,017	0,027	0,04	0,035	0,031	0,03

Рассмотрим экологическую роль и проблемы, связанные с избыточным содержанием в водных объектах исследуемых загрязняющих веществ.

Фосфаты представляют большую угрозу для окружающей среды. Попадая в водоёмы, фосфаты способствуют размножению сине-зеленых водорослей. Сине-зеленые водоросли покрывают поверхность водоёмов пленкой, препятствующей поступлению в воду кислорода и

солнечного света. Разлагаясь, водоросли выделяют в воду в больших количествах метан, аммиак, сероводород, убивающие всё живое в водоёмах. Один грамм триполифосфатов способствует росту от пяти до десяти килограммов сине-зеленых водорослей.

Также фосфаты находятся в чистящих и моющих порошках. При использовании таких средств нарушается кислотно-щелочной баланс защитного слоя клеток, что может привести к появлению дерматологических заболеваний. Проникая через поры кожи, фосфаты попадают в кровь, изменяя в ней процентное содержание гемоглобина и плотность сыворотки крови, из-за этого нарушаются функции почек, печени, что приводит к тяжелым отравлениям и обострению хронических заболеваний. Соединения фосфора взаимодействуют с липидными мембранами клеток, проникая внутрь клеток, вызывая глубокие изменения в биохимических и биофизических процессах [3].

Нитриты мгновенного токсического воздействия не производят, однако имеют свойство накапливаться в организме. Вследствие накопления, в организме происходит образование нитрат-иона, называемое первичной токсичностью, затем образовывается нитрит-ион (вторичная токсичность) и уже потом, взаимодействуя, амины и нитриты образуют канцерогены нитрозамины (третичная токсичность). Безопасным потреблением нитратов, считается до 5 миллиграмм на 1 килограмм веса. Содержание нитратов в организме более 8 грамм, не совместимо с жизнью. Т.е. очистка воды от азотных солей имеет довольно веские причины. К основным последствиям повышенного содержания нитратов в воде также можно причислить следующие проблемы: кариес; флюороз; увеличение щитовидной железы; метгемоглобинемия (токсический цианоз) [4].

Инттоксикация соединениями фосфора сопровождается нарушениями функции печени и почек, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, расстройствами деятельности других органов и систем; развиваются гипохромная анемия, появляются многочисленные геморрагии. У животных, получавших длительно рацион, содержащий более чем 2:1 соотношение фосфора к кальцию, наблюдались гипокальциемия и вторичный гиперпаратиреозидизм с чрезмерной резорбцией и потерей кости. У младенцев при искусственном вскармливании молоком с высоким содержанием фосфора может возникать гипокальциемия и тетания. Гиперфосфатемия обычно наблюдается при хронической почечной недостаточности. Она может также развиваться при тяжелом гемолизе, распаде опухоли, синдроме рабдомиолиза и

различных эндокринных дисфункциях, (гипопаратиреозидизм, акроме-  
галия, выраженный тиреотоксикоз) [5].

Высокое содержание цинка в организме человека оказывает кан-  
церогенное влияние и токсичное действие на сердце, кровь и другие  
органы. А при недостатке цинка происходит медленное заживление  
ран, выпадение волос, ухудшение памяти, замедление роста и многие  
другие нарушения здоровья. Цинк проявляет токсические свойства при  
дозе 150-600 мг, летальная доза – 6 г [6].

В итоге необходимо отметить, что избыточное содержание в по-  
верхностных водах исследуемых веществ, не только сказывается на  
здоровье человека, но и влияет на состояние окружающей среды, в  
частности, ихтиофауны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 30 апр. 2014 г., № 149-З : принят Палатой представителей 2 апр. 2014 г. : одобр. Советом Респ. 11 апр. 2014 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2017 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
2. Технический кодекс установившейся практики – ТКП 17.06-08-2012 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод. – Введ. 01.01.2013. Минск. – Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2013. – 69 с.
3. Фосфаты и их влияние на человека и окружающую среду [Электронный ре-  
сурс]. – Режим доступа: <http://gostvoda.ru/fosfaty-i-ih-vliyanie-na-cheloveka>. – Дата досту-  
па: 10.11.2019.
4. Повышенное содержание нитратов в воде [Электронный ресурс]. – Режим до-  
ступа: <https://www.bwt.ru/useful-info/povyshennoe-soderzhanie-nitratov-v-vode/>. – Дата  
доступа: 10.11.2019.
5. Фосфор [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://www.smed.ru/guides/192/>. – Дата доступа: 10.11.2019.
6. Микроэлементозы человека / А. П. Авцин [и др.]. – Москва: Медицина, 1991. –  
496 с.

УДК 556.388 (476)

## МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. Н. Болбунов, студент

Научный руководитель: старший преподаватель Т. Н. Ткачева

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

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод. Объектами наблюдения при проведении мониторинга подземных вод в Беларуси являются грунтовые и артезианские подземные воды. Наблюдения проводятся подразделениями Государственного предприятия «НПЦ по геологии».

Наблюдательная сеть разделена на три ранга: национальный, фондовый и трансграничный. Каждый пункт наблюдения характеризует режим подземных вод определенного типа территории, что позволяет обоснованно экстраполировать результаты наблюдений по площади (рис.1).



Рисунок 1. – Результаты наблюдений с 2006 по 2018 год



Да, чем глубже воды находятся, тем вероятность, что в них присутствуют вирусы и бактерии, меньше. Но на этом – все. Какие примеси чаще всего находятся в подземных водах нашей страны? Это, прежде всего: железо (более чем из 70% артезианских скважин страны получают воду, содержание железа в которой выше нормы); нитраты (следствие сельскохозяйственных и коммунально-бытовых выбросов, способны мигрировать на значительные расстояния); сульфаты (также следствие с/х и коммунально-бытовой деятельности, способствуют накоплению в воде сероводорода, дающего неприятный запах); соли жесткости (это соли магния и кальция, как раз те, благодаря которым образуется налет) [2].

Все вышеперечисленные примеси, содержащиеся в подземных водах, способны нанести человеку серьезный вред. Так, железо имеет свойство накапливаться в организме, способствуют развитию самых различных заболеваний. Нитраты вызывают кислородное голодание практически всех человеческих органов, приводят к авитаминозу, нарушают работу щитовидной железы. Пить, использовать в пищевых целях такую воду недопустимо! А ведь содержание нитратов в нашей жидкости может быть достаточно велико! Сероводород также не улучшает качество жидкости, делает ее применение малоприятным. И при всем при этом, в белорусской подземной воде содержится совсем мало фтора и йода. Чему есть определенные природные причины.

Загрязняются подземные воды различными путями. Конечно же, сказывается и экологическая обстановка в целом, и наличие/отсутствие вблизи скважин поселений людей, производств, сельскохозяйственных угодий и хозяйств. Понятно, то все вышеперечисленное негативно сказывается на качестве жидкости. Нередко скважины, работающие долгие годы, приходится закрывать, запрещать их использование из-за большого количества примесей в них [3].

Как очистить воду? Конечно, подземные воды, прежде чем они поступят в наш дом, проходят очистку на станциях водоочистки. Там понижается уровень железа, снижается концентрация солей жесткости, убираются и другие примеси. Да, вода после такой обработки становится пригодной для питья, но не идеальной. Как же улучшить ее качество в бытовых условиях? Тут помогут фильтры для воды.

Прежде всего, для качественного устранения из жидкости железа, нитратов, солей жесткости, нейтрализации неприятных привкусов и запахов, используются: системы обратного осмоса; проточные фильтры. Именно данные устройства помогают сделать воду, которая при-

ходит к нам из-под земли, действительно безупречно чистой. Какие марки популярны сегодня в Беларуси? Прежде всего, Гейзер, Atoll, Аквафор. Также неплохую репутацию заработали фильтры Новая Вода. Выбор большой.

Подземные воды Беларуси – это наше богатство, но и оно несовершенно

Регулярные наблюдения за состоянием подземных вод на режимных пунктах в комплексе с гидрометеорологическими наблюдениями служат для: изучения процессов формирования и изменения качества подземных вод в естественных и измененных деятельностью человека условиях; оценки ресурсов (запасов) подземных вод; анализа текущей ситуации с целью установления негативных изменений в подземных водах; районирования территории для экстраполяции оценок и прогнозов, полученных на пунктах наблюдений; оптимизации методики режимных исследований и т.д.

В бассейне рек Западный Буг и Неман в настоящее время плотность сети наблюдательных скважин больше, чем в других речных бассейнах за счет концентрации наблюдательных скважин на заповедных и природоохранных территориях (Беловежская Пуща, Налибокская Пуща, курортная зона Нарочь и др.). Самая низкая плотность сети в бассейне р. Западная Двина. В 2014 г. условия формирования ресурсов подземных вод и оценка антропогенных изменений при региональном переносе загрязняющих веществ в естественных и слабонарушенных условиях изучались на 97 гидрогеологических постах (далее – г/г пост) по 347 режимным наблюдательным скважинам (рис. 1).

Объектами наблюдения при проведении мониторинга подземных вод в Беларуси являются грунтовые и артезианские подземные воды. По речным бассейнам распределение гидрогеологических постов следующее: р. Западная Двина – 9 г/г постов, р. Неман – 30, р. Западный Буг – 10, р. Днепр – 24 и р. Припять – 24 г/г поста. По областям режимная наблюдательная сеть распределяется следующим образом: Брестская обл.– 21 г/г поста, Витебская обл. – 14 г/г постов, Гомельская обл.– 21 г/г постов, Гродненская обл. – 10 г/г постов, Минская обл. – 26 г/г постов, Могилевская обл. – 5 г/г постов [4].

Отбор проб воды из наблюдательных скважин осуществлялся филиалом Центральной гидрогеологической партии Государственного предприятия «НПЦ по геологии». Химический анализ воды проводился аккредитованной и поставленной на учет Минприроды Центральной лабораторией. Для проведения мониторинга подземных вод велась

наблюдения на скважинах, которые включали замеры глубин залегания уровней и температуры подземных вод с частотой 3 раза в месяц и отбор проб воды на физико-химический анализ с частотой 1 раз в год.

Исследованиями установлено, что среднее содержание основных макрокомпонентов в подземных водах в 2014 г., по сравнению с 2013 годом, практически не изменилось и находится в пределах от 0,04 до 0,26 ПДК, что свидетельствует об удовлетворительном качестве подземных вод. Среднее содержание микрокомпонентов как в грунтовых, так и в артезианских водах определено в небольших количествах и в основном соответствует установленным требованиям, за исключением повышенного содержания марганца и пониженных показателей фтора, что обусловлено природными гидрогеологическими условиями.

На основе анализа сезонных изменений уровней подземных вод за 2014 г. по сравнению со среднемноголетними сезонными значениями выявлено, что во всех бассейнах рек Припять, Днепр, Неман, Западный Буг и Западная Двина уровни подземных вод понизились в среднем на 0,2 м.

Таким образом, подземные воды основных водоносных горизонтов и комплексов, в пределах каждого речного бассейна, имеют годовой ход уровней, идентичный с годовыми изменениями здесь уровней грунтовых вод. Отличительной особенностью являются величины амплитуд и интенсивность их формирования, обусловленные глубиной залегания исследуемых подземных вод, удаленностью от водотоков и водоемов [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by>. – Дата доступа: 12.09.2019.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/150.html>. – Дата доступа: 12.09.2019.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.belstu.by>. – Дата доступа: 11.09.2019.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.unece.org>. – Дата доступа: 13.09.2019.
5. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://iso14000.by>. – Дата доступа: 11.09.2019.

УДК 551.506

**ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ДАННЫМИ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ  
ПРОЕКТНОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ ПРАКТИКИ**

**М. В. Борушко, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**О. П. Мешик**

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

Начало метеорологических наблюдений в границах современной Беларуси относится к первой половине 19 века, когда первые инструментальные наблюдения были организованы в Могилеве (1808 г.), Витебске (1810 г.), Бресте (1834 г.), Гродно (1836 г.) и Минске (1846 г.).

Одной из первых наблюдаемых метеорологических характеристик была температура воздуха, измеряемая термометром Реомюра. Первые наблюдения проводились только в дневное время – утром, в полдень и вечером. Первые метеонаблюдения были бессистемными, организовывались в учебных заведениях – училищах и гимназиях, медицинских и культовых учреждениях. Часто наблюдения прерывались и впоследствии возобновлялись спустя многие годы. С середины 19 века наблюдателями в журнал вносились результаты отсчетов по барометру и психрометру за три срока (10, 16 и 22 часа), по срочному и минимальному термометрам также за три срока (10, 14 и 22 часа), а также количество осадков по дождемеру, направление ветров и состояние атмосферы (ясно, пасмурно, тихо, сухо, гром, блиставица и т.д.). Средние величины выводились вначале не за сутки, а за каждый срок.

В первую половину 20 века в метеорологических наблюдениях возникли существенные трудности, связанные с войнами, изменением границ государств и административно-территориального деления, сменой субъектов хозяйствования в ведении которых находились станции наблюдений, следствием чего явились пропуски в рядах наблюдений и значительная пространственно-временная неоднородность метеорологических характеристик. Лишь после Великой отечественной войны на территории Республики Беларусь берет начало отчет современный этап метеорологических наблюдений.

В настоящее время одной из основных задач гидрометслужбы Республики Беларусь является осуществление гидрометеорологической безопасности страны – состояния защищенности личности, обще-

ства и государства от воздействия опасных гидрометеорологических и/или гелиогеофизических явлений, глобальных изменений погодноклиматических условий. Одной из основных задач в области обеспечения гидрометеорологической безопасности является современное получение надежной и исчерпывающей информации, прогноз и предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях, позволяющих обеспечивать своевременную организацию работ по обеспечению безопасности жизни, защиты имущества населения и предотвращения возможного ущерба для экономики.

Источником получения гидрометеорологической информации является государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, представляющая собой систему взаимосвязанных стационарных пунктов наблюдений, обеспечивающих получение первичных гидрометеорологических данных, получаемых с использованием поверенных и работоспособных приборов и оборудования, соблюдением требований методик наблюдений, репрезентативностью условий расположения стационарных пунктов наблюдений.

Приземные метеорологические наблюдения производятся с целью получения метеорологических данных в приземном слое атмосферы, которые представляют собой определение характеристик состояния и развития физических процессов в атмосфере при взаимодействии ее с подстилающей поверхностью и включают инструментальные измерения в установленные сроки метеорологических параметров, характеризующих эти процессы, и визуальное определение основных характеристик наиболее важных атмосферных явлений.

В настоящее время приземные метеорологические наблюдения осуществляются на 119 стационарных пунктах наблюдений (54 станции и 65 посты).

На 38 станциях наблюдения проводятся круглосуточно по полной программе наблюдений более чем за 40 метеорологическими параметрами (температура воздуха, влажность, параметры ветра, давление и другие). Проводятся круглосуточные наблюдения за неблагоприятными и опасными явлениями погоды (сильный ветер, обильные осадки, низкая облачность, плохая видимость, гололедно-изморозевые отложения и т.д.) и передаются в Белгидромет. На 13 станциях и 65 постах приземные метеорологические наблюдения производятся по сокращенной программе (без ночных дежурств). На 3 (трех) пунктах наблюдений (автономных) данные приземных метеорологических наблюде-

ний формируются в автоматическом режиме без участия персонала (г. Минск (обсерватория), г. Солигорск, г. Гродно) [1].

Актинометрические наблюдения предназначены для изучения радиационного режима на территории Республики Беларусь. Радиационный режим земной поверхности создается лучистой энергией солнца, которая, проходя через атмосферу и отражаясь от земной поверхности, преобразуется в различные потоки радиации. Актинометрические наблюдения включают в себя наблюдения за прямой, рассеянной, суммарной, отраженной радиацией и радиационным балансом.

Первые актинометрические наблюдения проводились в Минске в 1936-1937 годы, регулярные – начали проводить с 1952 года. На сегодняшний день на территории Беларуси актинометрические наблюдения производятся на 11 метеорологических станциях.

Аэрологические наблюдения (радиозондирование атмосферы) производятся для исследования высоких слоев атмосферы. С помощью радиозондирования специалисты получают информацию о вертикальном распределении значений метеорологических параметров, таких как давление, температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра на разных уровнях атмосферы. Радиозондирование атмосферы производится с помощью аэрологических приборов – радиозондов.

Гидрологические наблюдения на постах проводятся за элементами гидрологического режима: уровнем воды, расходом воды соответственно ходу уровня, термическим режимом, ледовыми явлениями, взвешенными и донными наносами на отдельных постах. Первые исследования рек Беларуси были проведены в начале XVIII века в связи с освоением водных путей и строительством судоходных каналов. Во второй половине XVIII века начали проводиться гидрографические обследования на судоходных реках Днепр, Березина, Припять, Западная Двина, Неман, Буг. Современные наблюдения за гидрологическим режимом рек и водоемов проводятся на 114 постах (104 речных и 10 озерных) и 2 болотных створах. Посты располагаются по всей территории Беларуси на больших, средних и малых реках, на наиболее значительных озерах и водохранилищах, имеющих научное и рекреационное значение [1].

Гидрометеорологическая информация как важный экономический фактор помогает субъектам хозяйствования выбрать правильную стратегию развития, своевременно принять защитные меры для предот-

вращения ущерба от неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений.

Согласно Правилам организации государственной сети гидрометеорологических наблюдений и сети наблюдений для целей мониторинга окружающей среды организации гидрометеорологии в соответствии с возложенными на них задачами среди прочего:

- обеспечивают проведение регулярных гидрометеорологических наблюдений;

- осуществляют предоставление информации потребителям [2].

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.01.2017 № 75 утверждает Положение о порядке предоставления государственной гидрометеорологической службой гидрометеорологической информации потребителям такой информации. Данное Положение определяет порядок предоставления Белгидрометом информации государственным органам, иным организациям и физическим лицам «без взимания платы за услуги, связанные с подбором, тиражированием, пересылкой и (или) передачей по каналам связи такой информации» [3].

К сожалению, высшие учебные заведения Республики Беларусь не входят в список организаций, которым данная информация предоставляется безвозмездно. Как известно, в целях проведения научных исследований учеными, студентами, магистрантами, аспирантами вузов, а также разработки для проектной мелиоративной практики необходим анализ данных наблюдений организаций Белгидромета, а платить за возможность доступа к ним есть далеко не у всех, поэтому возникает проблема обеспеченности данными гидрометеорологических наблюдений.

Другой сложностью при обеспечении данными гидрометеорологических наблюдений проектной мелиоративной практики является репрезентативность расположения станций метеорологических наблюдений.

Судить о репрезентативности станции можно, если результаты ее наблюдений показательны для окружающего более или менее значительного (порядка нескольких десятков километров) района. Очевидно, что чем равномернее располагаются метеостанции, регистрирующие определенное метеорологическое явление, тем надежнее будет точность научно-исследовательского анализа. Требование к репрезентативному расположению точек с информацией – важное условие, необходимое при выполнении многих видов анализов.

На рис. 1 показано расположение пунктов метеорологических наблюдений на территории Республики Беларусь.

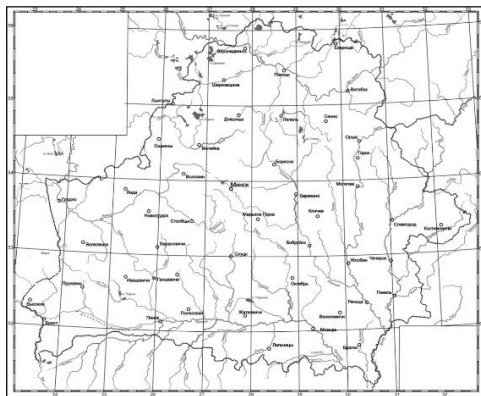


Рисунок 1. – Карта расположения на территории Республики Беларусь пунктов метеорологических наблюдений

Однако анализ фактической ситуации показывает, что не все метеорологические явления наблюдаются на территории Республики Беларусь равномерно. Например, актинометрические данные, данные о солнечном сиянии (продолжительность солнечного сияния) регистрируются на 11 метеорологических станциях, что представляется не вполне достаточным. В то же время расположены эти станции преимущественно в северо-западной, центральной и юго-восточной части республики. При этом северо-восток и практически вся Брестская область не охвачены наблюдениями. По ряду характеристик, таких как радиационный баланс, турбулентный теплообмен и др. имеется лишь несколько точек наблюдений на всей территории Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрометеорологическая деятельность [Электронный ресурс] / Белгидромет. – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/gidro-meteo-ru>. – Дата доступа: 08.10.2019.
2. Правила организации государственной сети гидрометеорологических наблюдений и сети наблюдений для целей мониторинга окружающей среды ТКП 17.10-23-2010 (02120) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ecoinv.by/images/pdf/tkp\\_fond/\\_17.10-23-2010.PDF](http://ecoinv.by/images/pdf/tkp_fond/_17.10-23-2010.PDF). – Дата доступа: 08.10.2019.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 января 2007 г. № 75 «О реализации Закона Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности».

УДК 556.047

**СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Д. А. Буйнич, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой гидротехнических сооружений и водоснабжения, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Ю. Н. Дуброва**

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

Базовым документом отражающим основные направления использования водных источников и сооружений на них является «Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года». В этом документе отражены фундаментальные принципы государства в области использования и охраны водных ресурсов, сохранения экосистем, определяющие основные направления деятельности по охране и использованию водных ресурсов. Республики Беларусь, обеспечивающие: охрану водных объектов и подземных вод от загрязнения; устойчивое рациональное водопользование в промышленности и сельском хозяйстве, в том числе путем использования геотермального потенциала подземных вод; гарантированное снабжение населения качественной питьевой водой; защиту населения и территорий от негативного воздействия вод; снижение удельного водопотребления и повышение эффективности использования водноресурсного потенциала, в том числе за счет расширения использования водных объектов для отдыха и экотуризма на международном и национальном уровнях [1].

Территория Республика Беларусь составляет 207,6 тыс. кв. километров. Сельскохозяйственные земли занимают 44 процента территории страны, леса – 38 %, под водными объектами находится 2 % территории, прочие земли составляют 16 %. В результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции пятая часть территории республики серьезно пострадала: в зоне радиоактивного загрязнения оказались 15 % сельскохозяйственных угодий и 22 % лесов.

На территории республики находится около 10,8 тыс. озер, 88 процентов из которых имеют площадь зеркала до 10 га. Озер площадью более 100 га всего 2,2 %. В озерах республики сосредоточено около 9 куб. километров воды.

В данный момент в Республике Беларусь создано 153 водохранилища. Полезный объем водохранилищ – 1,2 куб. километра. Полный объем водохранилищ составляет 2,95 куб. километра, их суммарная площадь – 797 кв. километров, или 0,5 процента площади республики. По месту расположения преобладают водохранилища руслового типа (50 % от общего числа водохранилищ республики). На севере широко представлены водохранилища,

В тоже время, для регулирования почвенной влажности мелиорированных сельскохозяйственных земель и поверхностного стока (обеспечения проектных норм осушения) на площади 2,9 млн. гектаров мелиорированных сельскохозяйственных земель построен сложный комплекс гидротехнических сооружений, который включает 161,2 тыс. километров каналов и водоприемников, 956,7 тыс. километров закрытых дренажных коллекторов, 480 насосных станций, 3,3 тыс. мостов, 2,2 тыс. шлюзов-регуляторов, 24,4 тыс. труб-регуляторов, 52,4 тыс. труб-переездов и другое.

Брестчина - самый мелиорированный регион Беларуси. Здесь находится 758 тыс. га осушенных земель, из них 700 тыс. га – сельскохозяйственные угодья. Это более половины всех сельхозугодий области. Для их обслуживания построено 300 насосных станций, проложено 41 тыс. км открытых каналов. Мелиоративное хозяйство региона насчитывает 23 тыс. сооружений, где особую заботу вызывают дамбы, общая длина которых составляет 2 тыс. 870 км.

Ввод в эксплуатацию большинства гидротехнических сооружений водохранилищного фонда Республики Беларусь приходится на середину прошлого века. Нормативный срок эксплуатации большей части из них закончился, либо подходит к концу. Период проведения текущих или капитальных ремонтов уменьшается (в случаях поломки ГТС) либо возникает необходимость в реконструкции этих объектов. Срок эксплуатации большинства гидротехнических в соответствии с классом капитальности сооружений не должен превышать пятидесяти лет, оценка состояния объектов потенциальной опасности требует наличия объективной информации о техническом состоянии упомянутых сооружений и инженерных систем гидротехнического назначения [2].

Производство работ, очередность и сроки **возведения сооружений** при строительстве **гидротехнических сооружений** имеет ряд существенных особенностей по сравнению со строительством других промышленных сооружений. Зависимость типа и конструкции приме-

няемых гидротехнических сооружений от местных природных условий (топографических, геологических, гидрологических, климатических) является характерной при строительстве ГТС. Различия в инженерно-геологических и топографических условиях влечет изменения в компоновке сооружений, диктует разнообразие типов сооружений и их конструкций, определяет оптимальное сочетание применения местных материалов, бетона, железобетона и т. д. Такое различие вызывает необходимость проведения разных видов основных работ (бетонных, земляных) с применением соответствующей по видам и мощностям строительной техники.

Поддержание или полное восстановления основных технических параметров и увеличения срока службы возможно при проведении ремонтных работ. Эти работы включают очистку каналов от заиления, восстановления разрушенных или поврежденных дренажных устьев, заделки промоин плотин и дамб, трещин и раковин в сетевых железобетонных сооружениях и т. п. Важными направлениями в ремонте являются усиление основных и вспомогательных конструкций сооружений и их оснований при повышении риска аварии, обеспечение (повышение) водопропускной способности основных гидротехнических сооружений, замена оборудования в связи с его износом для повышения водообеспечения оросительных систем, увеличения грузо- и судопропускной способности судоходных сооружений, улучшения экологических условий зоны влияния гидроузла.

Изменении нормативных требований, в случае изменения условий эксплуатации (изменение расчетного сбросного расхода, подпорного уровня, работа сооружения в комплексе с вновь построенными объектами и т. п.) требует проведения реконструкции гидротехнических сооружений. Реконструкцию и в большинстве случаев ремонт основных сооружений следует производиться без прекращения выполнения ими основных эксплуатационных функций, что влечет за собой трудности в проведении этих работ.

Основные направления реконструкции указаны в техническом кодексе установившейся практики ТКП 45-3.04-169-2009 (далее — технический кодекс) и распространяется на проектирование вновь строящихся, реконструируемых и ремонтируемых гидротехнических сооружений всех видов и классов. Требования настоящего технического кодекса являются обязательными для всех физических и юридических лиц, осуществляющих разработку проектной документации на строительство новых, реконструкцию и ремонт существующих гидро-

технических сооружений независимо от их отраслевой принадлежности и форм собственности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.minpriroda.gov.by](http://www.minpriroda.gov.by). – Дата доступа: 25.05.2019.
2. Калинин, М. Ю. Водохранилища Беларуси / М. Ю. Калинин. – Минск: Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 205 с.
3. ТКП 45-3.04-169-2009 – Гидротехнические сооружения. Строительные нормы проектирования.

УДК 556.047

### ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

**Д. А. Буйнич., студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой гидротехнических сооружений и водоснабжения, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Ю. Н. Дуброва**

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

В Республике Беларусь суммарный объем воды в эксплуатируемых водохранилищах составляет около  $3,0 \text{ км}^3$ , площадь водного зеркала – более  $800 \text{ км}^2$ , протяженность береговой линии водохранилищ составляет более  $1200 \text{ км}$  [1]. Водоемы с объемом менее  $1 \text{ млн. м}^3$  относятся к категории прудов. У большинства водохранилищ Беларуси есть ограждающие или подпорные сооружения: земляные дамбы и плотины. Имеющиеся водохранилища используются в регулировании стока, гидроэнергетике, водоснабжении населенных пунктов и предприятий, мелиорации, технологических нуждах, рыборазведении, рекреации [1]. Многие водохранилища используются для нескольких хозяйственных функций или изменили свое хозяйственное назначение в процессе эксплуатации.

Низкая пропускная способность водосбросов и размыв грунта нижнего бьефа, являются следствием неэффективного гашения энергии сбросного потока. Особенностью сопряжения бьефов является то, что гидроузел имеет свои особенности, и наблюдаются различные параметры потока воды и рельефа местности. Существующие ГТС, находящиеся под высоким давлением, имеют значительные размеры. Меры по рассеиванию энергии высокоскоростного потока предназна-

чены для предупреждения размыва русла реки, снижения эрозии и предотвращения разрушения отводящего туннеля и самой плотины. Используемые для этого водосбросы и гасители требуют дальнейшего усовершенствования в целях увеличения пропускной способности и эффективного гашения кинетической энергии воды. Повреждения вызваны действием таких факторов как природные стихийные явления: ураганы, катастрофические ливни (паводки), оползни, землетрясения и т. п. Аварии в этом случае являются следствием недостаточной изученности и учета климатических, гидрологических, геологических и топографических условий в створах плотин, дамб и чашах водохранилищ, возможности их неблагоприятных сочетаний [2].

Ошибки в проектировании, низкое качество используемых строительных материалов и строительных работ, нарушение технических норм при их проведении, неправильная эксплуатация сооружений являются важными причинами неудовлетворительного состояния ГТС. Аварии в данном случае – следствие недостаточного учета или неверной интерпретации результатов изысканий и исследований, отступление от проектных решений и требований, «гонки» за объемами работ в ущерб их качеству, отсутствие надежных оперативных методов контроля, устанавливающих качество текущих работ на ГТС.

Существующая на сегодняшний момент система контроля за состоянием ГТС имеет ряд недостатков, заключающихся в отсутствии надежных и объективных критериев, характеризующих безопасность эксплуатируемых сооружений. В практике гидротехнического строительства оперативная оценка состояния сооружений производится на основе сравнения установленных проектом предельно допустимых показателей с результатами измерения их контрольно-измерительной аппаратурой, размещенной на объектах. В последнее время, при оценке степени безопасности плотин все чаще применяется показатель фактора риска, для оценки которого, как правило, используются качественные характеристики. Анализ риска аварий гидросооружений пока не нашел широкого распространения, что объясняется прежде всего отсутствием единого методического подхода к решению таких задач.

Текущее состояние объекта, при соответствующей организации работ, это достаточно большой объем информации, который должен быть зафиксирован, проанализирован и сохранен таким образом, чтобы указанная информация была легкодоступна для обработки и оперативного использования. Имея базу данных по объектам с похожими конструкциями сооружений, геологическими характеристиками и т. п.,

можно предположить, что и характеристики работы этих сооружений будут похожи. При этом, имея информацию о сроке службы, авариях, отказах и пр. для одних сооружений, можно с определенной степенью предсказывать поведение других, аналогичных [3]

Оценка технического состояния гидротехнического сооружения заключается в определении соответствия состояния сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам, обеспечивающим безопасность гидротехнических сооружений.

Большинство существующих водохранилищ на территории Беларуси построено с 1950 по 1980 г. За период эксплуатации гидротехнические сооружения водохранилищ подверглись старению и износу, а капитальный ремонт был проведен только на небольшой части объектов. В рамках государственной программы научных исследований проводились систематическое обследование технического состояния гидротехнических сооружений (ГТС) водохранилищ Беларуси. Всего обследованы 105 водохранилищ, а также несколько десятков прудов различного назначения. Для обследования значительного количества водных объектов при ограничениях по финансовым затратам и времени был предложен подход, условно названный экспресс обследованием [4].

Все повреждения и деформации, выявляемые при обследованиях, классифицированы следующим образом: повреждения сооружений напорного фронта (дамб и плотин); водосбросных и водорегулирующих сооружений; берегов и берегозащитных сооружений.

Повреждения водосбросных и водорегулирующих сооружений – это либо повреждения бетонных (железобетонных) конструкций, либо повреждения и деформации затворов. Часто наблюдаются сколы, трещины и выбоины бетонных конструкций, выход наружу и коррозия металлической арматуры. Эти повреждения носят, как правило, локальный характер. Их основная опасность заключается в возможном заклинивании затворов в тот момент, когда необходимо срочно произвести сброс определенного объема воды из водохранилища во время паводка. Последствием может быть недопустимый подъем уровня воды и перелив через гребень плотины.

Проведенные обследования большей части водохранилищ Беларуси показали, что Большинство ГТС имеют повреждения и нуждаются в профилактических ремонтных работах, однако состояние ГТС не является критическим. Однако требуется проведение более детальных обследований с определением несущей способности конструкций ГТС,

оценкой технического состояния водосбросных и водоспускных сооружений всех водохранилищ и крупных прудов для выявления опасных повреждений ГТС, что позволит повысить эффективность мер по профилактике гидродинамических аварий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кобяк, В. В. Прогноз абразионных процессов на водохранилищах с трансформированным уровнем режимом: дис. канд. техн. наук: 05.23.07 / В. В. Кобяк. – Минск, 2013. – 142 с.
2. Калинин, М. Ю. Водоохранилища Беларуси / М. Ю. Калинин. – Минск: Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 205 с.
3. Левкевич, В. Е. Динамика берегов водохранилищ Беларуси руслового, озерного и наливного типов / В. Е. Левкевич. – Минск: Право и экономика, 2015. – 216 с.
4. Касперов, Г.И. Повреждения подпорных гидротехнических сооружений на искусственных водоемах Беларуси как фактор риска гидродинамических аварий / Г.И. Касперов // Труды БГТУ. – 2016. – № 2. – с. 315–319.

УДК 626.816

### **КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД – ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

**Буян-Усух Батцэцэг, студентка**

**Научный руководитель: старший преподаватель А.Н. Медведников**

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

В совершенных системах управления водным режимом почв важнейшими условиями являются надежность работы системы и ее экономичность. Выполнение этих условий невозможно без применения эффективных противофильтрационных мероприятий. Это относится ко всему водохозяйственному комплексу современных гидромелиоративных систем. Так, надежность земляной плотины в большой мере зависит от фильтрации воды через ее тело, которая приводит к потерям воды, а также может привести сооружение в аварийное состояние.

На мелиоративных системах непосредственно к условию экономии воды примыкают условия управляемости мелиоративных объектов и качества управления водным режимом почв. Этого невозможно достичь без взаимной автономии мелиоративных объектов управления, которая, в свою очередь, достигается путем устройства противофильтрационных завес. Противофильтрационные преграды на мелиоративных системах необходимы у подпорных сооружений, на грани-

цах соседних участков, а часто и в подпочвенных горизонтах. Из приведенного видно, что противofильтрационные завесы должны быть временными — на период с посевного по уборочный, а остальное время водообмен между соседними земляными массивами должен происходить в соответствии с требованиями минимального вмешательства в естественную среду

### **Управляемая завеса**

Завеса устраивается путем погружения инъекторов и нагнетания через них воды, аэрированной под давлением, большим гидростатического давления в грунтовых водах на глубине инъекции. Вес столба воды в инъекторе уравнивает гидростатическое давление в грунтовой воде, поэтому при закачке воды в грунт давление нагнетания требуется незначительное. В процессе закачки аэрированная вода попадает в область инъекции с гидростатическим давлением, меньшим, чем давление при аэрации. В результате растворенный в воде воздух выделяется в виде пузырьков и коагулирует поры грунта.

Области грунта с порами, многие из которых закупорены пузырьками, образующимися около каждого инъектора, объединяются в одну общую область — в водоносном пласте образуется противofильтрационная завеса. Погружая инъекторы ступенями в грунт в вертикальной плоскости на границе соседних мелиорированных участков и производя инъекции, получают вертикальную завесу. При необходимости выполнения горизонтальной завесы на мелиорированном участке инъекторы погружают только до заданной горизонтальной плоскости, определяющей положение завесы.

Для создания временных завес воду аэрируют под давлением, незначительно большим гидростатического давления на глубине предстоящей инъекции. Нагнетают ее в грунт при пониженном УГВ, например, большем или равном максимальной норме осушения для данной сельскохозяйственной культуры в период вегетации. Образуется завеса. Для ее ликвидации УГВ поднимают управленческими средствами. Создается гидростатическое давление, большее, чем давление, при котором вода аэрировалась, — воздушные пузырьки растворяются в грунтовой воде — завеса ликвидируется. Таким образом, завеса управляема.

### *Средства против перелива воды через верх завесы.*

Как для земляной плотины, так и на мелиорированных участках большое значение имеет борьба с так называемым капиллярным перетоком через верх противofильтрационных преград. Эта значимость

обусловлена большим фронтом перетока и связанными с ним большими потерями воды, а для мелиорированных земель еще и ухудшением управляемости водного режима на значительной площади, примыкающей к зоне перетока.

Установлено, что переток воды через верх завесы происходит в соответствии с явлением «Капиллярно-сифонный эффект» и что методы предотвращения этого перетока должны базироваться на закономерностях существования движения воды в грунтовом сифоне. В условиях мелиорированных земель указанный переток происходит на границе между регулирующими и транспортирующими каналами при различных в них уровнях (рис. 1) и водопроницаемых стенках транспортирующих каналов.

При устройстве водонепроницаемых стенок транспортирующих каналов переток существует на границе соседних мелиорированных участков (рис. 2).

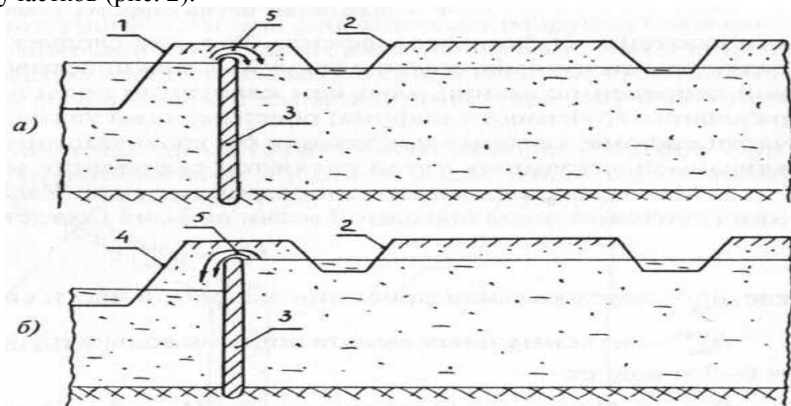


Рисунок 1. – Схемы перетока через верх завесы на мелиорированных землях: *а* — переток на участок; *б* — переток с участка; 1 — подающий канал; 2 — канал регулирующей сети; 3 - противофильтрационная преграда; 4 — сбросной канал; 5 — область перетока

В земляной плотине переток через верх завесы происходит по аналогичной схеме (рис. 3).

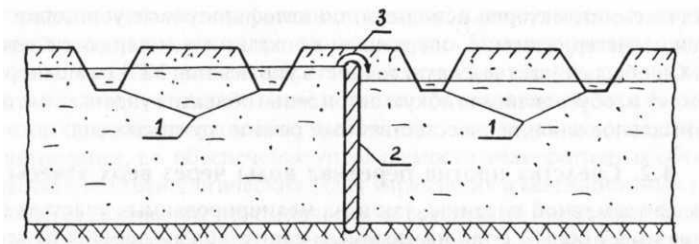


Рисунок 2. – Схема перетока через верх завесы на границе двух участков с разными уровнями фунтовых вод: 1 - регулирующие каналы; 2 - завеса; 3 — область

Для эффективного предотвращения перелива воды через верхнюю часть завесы в указанных условиях необходимо не устройство прерывающих дренажей внизу откоса и не повышение высоты ядра, как рекомендуют авторы в [1] (что опасно из-за возможности морозного пучения глинистой завесы под дорожным полотном или требует значительного дополнительного увеличения высоты плотины), а исключение сифонного эффекта.

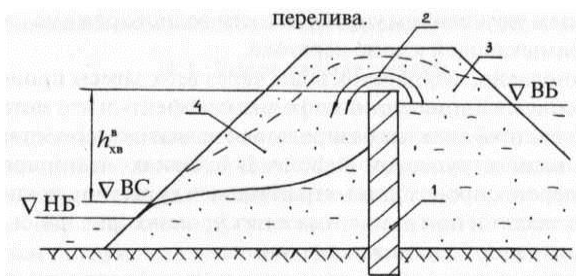


Рисунок 3. – Переток воды через противодиффузионную завесу в земляной плотине: 1 - завеса; 2 - область перелива; 3 - входная ветвь сифона («рыло»); 4 — выходная ветвь сифона («хвост»)

Это обеспечивается различными путями: срывом вакуума в межпластовом пространстве выше кривой депрессии с использованием кавитации воды в грунте; недопущением образования грунтового сифона; обеспечением таких условий выхода из нижней части сифона, которые исключили бы гравитационную тягу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков, В.Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов / В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. – М.: Высшая школа, 1976. – 327 с.
2. Костяков, А.Н. Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. А.Н. Костяков, Н.Н. Фаворин, С.Ф. Аверьянов. — М.: АН СССР, 1956. — 446 с.
3. Способ создания противифльтрационной завесы в грунте: а. с. 1247448 СССР, МКИ Е 02 В 3/16 / В.И. Кумачев. – С. 2.
4. Устройство для измерения уровня грунтовых вод: а. с. 1283366 СССР, МКИ Е 21 В 47/04 / Л.И. Кумачев, В.И. Кумачев. – С. 4.
5. Устройство для измерения уровня грунтовых вод: а. с. 1262293 СССР, МКИ G 01 F 23/28 / В.И. Кумачев. – С. 2.

УДК 631.9

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ БРАСЛАВСКОГО РАЙОНА** **А. В. Ваштаенок, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой гидротехнических сооружений и водоснабжения, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Ю. Н. Дуброва**

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

Земля - основной природный ресурс Беларуси, который служит главным средством производства в сельском хозяйстве и производственным базисом для размещения всех других отраслей народного хозяйства. Наша республика является регионом с интенсивным использованием почвенно-земельных ресурсов [1].

Браславский район расположен на северо-западе Витебской области. С белорусской стороны он граничит с Шарковщинским, Миорским и Поставским районами. На севере и западе — с Латвией и Литвой.

Площадь Браславского района превышает две тысячи квадратных километров и составляет 2270 км<sup>2</sup>. Основная часть его территории лежит на Браславской гряде, южные части расположены на Дисненской низменности. 10% всей площади Браславского района занимают несколько сотен озер, самые значимые из которых Дривяты, Снуды, Струсто, Волосо. Многие озера соединены между собой реками Дисна и Друйка. По территории района протекает Западная Двина.

Браславский район является типичным районом Белорусского Поозерья. Его отличает исключительное разнообразие и сложность

природных условий землепользования: около 50% территории района расположено в пределах высот 130–150 м, 45% – более 150 м. Земли сельскохозяйственного назначения составляют 42% площади района. На обрабатываемых землях преобладают склоны с уклоном более 5 %, что обуславливает широкое распространение водноэрозионных процессов. Удельный вес эродированных почв на пахотных землях – 18,5%, в том числе слабозеродированные – 9,2%, среднеэродированные – 7,6% и сильноэродированные – 3,2% [2]. Молодой сложный сильно расчленённый рельеф, активное формирование эродированных и намывных почв обусловили выбор территории Браславского района для автоматизированной обработки данных агрофизических свойств почв для формирования почвозащитных систем земледелия.

Проводимые исследования на территории Браславского района позволили сформировать функциональные зоны использования земель. Сельскохозяйственное использование земель возможно в 4-х почвенно-экологических микрорайонах, приуроченных в Браславской конечно-моренной возвышенности, и в 3-х, относящихся к Дисненской озерно-ледниковой низине. При этом микрорайоны Браславской возвышенности характеризуются весьма невысоким агропроизводственным потенциалом (балл кадастровой оценки пахотных земель в целом составляет 18-22), что, вероятно, во многом обусловлено действием эрозионных процессов (20,4-24% эродированных почв на пашне). Поэтому здесь должно осуществляться экологически безопасное использование земель, базирующееся на комплексе организационно-территориальных, агротехнических, фитомелиоративных и других приемов, обеспечивающих регулирование поверхностного стока, предотвращение смыва почв и биогенных элементов. Подавляющая часть компонентов почвенного покрова микрорайонов Дисненской низины переувлажнена и поэтому нуждается в осушительной мелиорации или реконструкции мелиоративной сети, а на тяжелых почвах – и агротехнической. Их агропроизводственный потенциал более высокий – кадастровый балл пахотных земель 23-27. Выделенный здесь также микрорайон Дегтяры-Бобыли практически не освоен в сельскохозяйственном отношении. Он отличается почвенным покровом, который образован сочетанием песчаных почв разной степени переувлажненности и болотных разного типа почв. Особо выделяется микрорайон Дривяты-Снуды, представляющий по сути Браславскую группу озер с обрамлением их камами, озами и дюнами, разбросанными на участках водно-ледниковых плоских равнин, сложенных песками. Ес-

ли в первом микрорайоне в силу исторически сложившихся обстоятельств и крайне низкой землепригодности его почв к сельскохозяйственному использованию должна соблюдаться в максимальной степени и в дальнейшем природоохранная направленность использования (здесь находится заповедная зона национального парка «Браславские озера»), а выборочно может осуществляться лесохозяйственная деятельность, то для микрорайона Браславских озер в виду его ярко выраженного рекреационного потенциала очевидно использование его только в этом качестве при сохранении, естественно, принципов экологической безопасности.

На примере Браславского района Витебской области белорусскими учеными проведены работы по разработке пространственных слоев в базе данных геоинформационной программной среды, отражающих распространение показателей основных агрофизических свойств почв на всех землях сельскохозяйственного назначения. Апробирована технология геостатистической обработки информации локальной земельно-информационной системы, классов данных геосистемной оценки структуры почвенного покрова, банка данных агрофизических свойств почв и вспомогательных цифровых планово-картографических материалов.

По полученным экспериментальным данным прослеживается повсеместное ухудшение водно-воздушного режима в пахотном горизонте обрабатываемых почв (на площади не менее 20% земель имеют место критические значения плотности). На землях, подверженных водной эрозии, проведение почвозащитных мероприятий начинается с противоэрозионной организации территории. Такая организация предусматривает, прежде всего оценку всех почв сельскохозяйственных предприятий по степени эрозионной опасности. Одни группы вообще непригодны для сельскохозяйственного использования, другие могут быть отведены только под луговые естественные (пастбища) или улучшенные земли, в границах третьих возможно возделывание культур с применением определенных почвозащитных мероприятий, на территории четвертых – специальные меры защиты почв не требуются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса 2016 - 2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by>. – Дата доступа 11.02.2019.
2. Создание банка данных агрофизических свойств наиболее распространенных почв Беларуси, установление их оптимальных параметров, обеспечивающих максималь-

ную производительную способность почв. Оценка современного состояния агрофизических свойств почв при различном использовании сельскохозяйственных земель Белорусского Поозерья. Разработка приемов и способов управления агрофизическим состоянием почв, адаптированных к условиям Белорусского Поозерья: отчет о НИР по программе ГПНИ / Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2013. – 58 с.

3. Червань А.Н. Данные агрофизических свойств почв в формировании почвозащитных систем земледелия с применением гис технологий на примере Браславского района Витебской области / А.Н. Червань, В.Б. Цырилко, А.М. Устинова // Научный журнал «Почвоведение и агрохимия», РУП «Институт почвоведения и агрохимии», № 1(56). – Минск, 2016.

УДК 556.535.8 (476)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**А. Г. Вышегородцев, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель Т. Н. Ткачёва**

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

Защита водных экосистем от различных источников загрязнения в последние годы стала во главу водоохранной деятельности в большинстве стран мира. Важное значение придается координированию усилий между органами землепользования и управления водными ресурсами. Все больше внимания уделяется многоцелевому использованию водных объектов для целей водоснабжения, гидроэнергетики, транспорта, промышленности, сельского хозяйства, рыболовства, рекреационных целей.

Принято считать, что дефицит в воде становится ощутимо заметным, если забор воды на душу населения составляет менее 1700 м<sup>3</sup> в год. К настоящему времени в 22 странах мира годовое водопотребление не превышает 1000 м<sup>3</sup> в год. По оценкам Мирового банка, в 2025 году уже 32 страны мира с населением свыше трех миллиардов человек будут испытывать хронический дефицит в воде.

Беларусь располагает достаточными ресурсами возобновляемых пресных поверхностных и подземных вод для удовлетворения как текущих, так и ожидаемых в перспективе потребностей в воде. В среднем по водности год ресурсы речных вод в Республике Беларусь составляют 57,9 км<sup>3</sup>, а естественные ресурсы пресных подземных вод - 15,9 км<sup>3</sup>, в то время как отбор вод на бытовые и хозяйственные нужды не превышает 5-7% от ежегодно возобновляемых водных ресурсов.

Кроме того, более половины от объема забираемой воды после очистки повторно сбрасывается в водные объекты.

К настоящему времени интенсивная хозяйственная деятельность на территории республики уже привела к серьезной деградации ее водного фонда. Почти повсеместно сохраняется тенденция ухудшения качества поверхностных и грунтовых вод, учащаются случаи техногенного загрязнения глубоких водоносных горизонтов. В результате крупномасштабных осушительных работ резко изменился водный режим многих малых рек.

В ряде регионов ощущается реальная нехватка пресной воды питьевого качества. Имеет место расточительное использование воды в коммунальном хозяйстве городов, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях. Ввиду общих недостатков в природоохранной деятельности существенен вклад сбросов в водные объекты различных загрязняющих веществ с поверхностным стоком (частично организованным в городах и неупорядоченным в сельской местности). Вследствие неравномерного распределения водных ресурсов на территории республики в пределах многих промышленных районов имеет место высокая степень использования эксплуатационных запасов подземных вод. Практически полностью используются запасы подземных вод (75-125%) в Минском, Узденском, Несвижском, Пружанском, Каменецком, Поставском и Кричевском районах, а в Чашницком, Кормянском, Любанском и Климовичском районах превышение эксплуатационных запасов составляет 130-150%.

Наряду с количественными показателями, которые для нашей республики в целом достаточно благополучны, при оценке водных ресурсов необходимо учитывать и их качественные характеристики.

Подземные воды более чем в 70% разведанных месторождений Республики Беларусь не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству природных вод, обладают высокой коррозионной активностью и поэтому без предварительной очистки и стабилизационной обработки не могут быть использованы для целей питьевого водоснабжения.

На многих водозаборах, расположенных вблизи промышленных предприятий и в зоне застройки городских территорий, в последние годы все чаще имеют место факты локального загрязнения подземных вод. Ухудшение качества подземных вод наблюдается на 36 водозаборах республики, а на 13 - содержание загрязняющих веществ по одно-

му или нескольким ингредиентам превышает предельно-допустимые концентрации.

Отличительной особенностью водных ресурсов Республики Беларусь является их принадлежность к бассейнам Черного и Балтийского морей, обуславливающая тесные территориальные и хозяйственные связи с сопредельными странами (Россией, Украиной, Польшей, Литвой и Латвией), и необходимость выполнения определенных международных обязательств, поскольку до 80% стока рек формируется на территории Беларуси.

Несмотря на то, что в настоящее время на территории республики очистке подвергается значительная часть бытовых и производственных стоков, не все города, не говоря уже о сельских населенных пунктах, имеют очистные сооружения и далеко не везде обеспечивается должный эффект очистки.

Водные объекты на территории республики поступило 1172 млн м<sup>3</sup> очищенных стоков. Со сточными водами городов и промышленных предприятий в реки было сброшено 12,1 тыс. тонн органических веществ, 0,3 тыс. тонн нефтепродуктов, 6,4 тыс. тонн азота аммонийного, 474 тонны металлов.

Несмотря на то, что сброс сточных вод в водные объекты снизился на 38%. В том числе загрязненных и недостаточно очищенных на 75% (с 111 до 27 млн м<sup>3</sup> в год), а использование свежей воды на производственные нужды уменьшилось на 32% (с 801 до 541 млн м<sup>3</sup> в год), забор свежей воды на питьевые нужды существенно не изменился (возрос на 13,6% с 712 млн м<sup>3</sup> до 785 млн м<sup>3</sup> в год). Заметного улучшения качества поверхностных и подземных вод в республике не произошло. По некоторым загрязнителям в последние годы даже имеет место тенденция к их росту (азот аммонийный, металлы, взвешенные и органические вещества).

На основе оценок по объему воды (который требуется для разбавления стоков) сбрасываемых в реки до уровня предельно-допустимых концентраций, к числу наиболее загрязненных на территории Республики Беларусь по материалам отнесены: Днепр (13,0), Березина (10,0), Свислочь (7,9), Неман (2,1), Сож (1,2).

В ряде бассейнов рек уже не имеется резервов для разбавления сточных вод до нормативов рыбохозяйственного и культурно-бытового использования (р. Свислочь ниже г. Минска, р. Березина ниже г. Бобруйска, р. Западная Двина ниже г. Новополоцка, р. Случь ниже г. Солигорска и др.).

Выполненные в последние годы расчеты по оценке баланса качества поверхностных вод показали, что определяющее влияние на качество речных вод оказывают рассредоточенные (неточечные) источники загрязнения, обусловленные преимущественно сельскохозяйственной деятельностью. Животноводческие стоки. Смывы с не канализованных территорий и с сельскохозяйственных угодий избытков органических и минеральных удобрений и пестицидов. Сухие и мокрые выпадения из атмосферы и др.) [1].

В бассейнах большинства рек нашей республики объем загрязнений, поступивших в реки и водоемы, обусловленных действием неточечных источников (азот аммонийный, нитратный, фосфаты, органические вещества), превышает 50% от их общего объема.

Тем не менее учета неточечных источников загрязнения в рамках системы государственного контроля в республике не ведется. Искаженная и неполная картина об источниках загрязнения рек и водоемов затрудняет объективную оценку проводимых и планируемых водоохраных мероприятий, не стимулирует сельхозпроизводителей к осуществлению природоохранной деятельности.

Существенное влияние на качество подземных и поверхностных вод в республике оказывают крупные животноводческие комплексы по выращиванию крупного рогатого скота и откорму свиней.

На крупных комплексах неизбежно накапливается избыток отходов животноводства и свиноводства, которые в силу целого ряда причин не могут быть полностью утилизированы или использованы в виде органических удобрений. Отсутствие герметичных хранилищ длительного хранения жидких отходов, невысокая удобрительная ценность навозной жижи, высокие транспортные расходы по доставке навоза на поля и др.).

Большинство из них не оборудовано очистными сооружениями и, по оценкам института геохимии и геофизики АН РБ, ежегодно около 92 млн м<sup>3</sup> жидких стоков сбрасывается в реки и водоемы, поступает на поля орошения и просачивается до уровня грунтовых вод.

По своему воздействию на природные объекты неочищенные стоки животноводческих комплексов эквивалентны отходам высшей категории вредности. В составе которых преобладают органические вещества, аммонийный азот, фосфаты, тяжелые металлы, оказывающие негативное влияние на воду, ухудшающие ее гигиенические и санитарно-химические показатели.

Животноводческие стоки характеризуются также исключительно высокой микробиологической загрязненностью. В частности, по данным Жлобинской и Речицкой СЭС, микробиологическое загрязнение в одиночных скважинах, расположенных вблизи животноводческих комплексов, в 10-15 раз выше, чем на скважинах групповых водозаборов.

На территориях, прилегающих к крупным комплексам, отмечается повреждение деревьев, закисление почв. Повышение кислотности почв увеличивает миграционную способность тяжелых металлов и способствует загрязнению ими подземных вод.

Интенсивная хозяйственная деятельность в бассейнах рек неизбежно приводит к загрязнению подземных вод, о чем свидетельствуют результаты обобщения данных режимных наблюдений и геолого-гидрологических съемок. Среднее содержание нитратов в водах колодцев и мелких скважин (до 10 м), по данным съемочных работ, составляло 43 мг/л, то по результатам гидрохимического опробования средняя концентрация увеличилась и составила 58 мг/л. Около 50% проб вод из шахтных колодцев не соответствовали нормам по санитарно-химическим показателям. И на 22,1% не отвечали гигиеническому нормативу по микробиологическому составу [2].

Вполне очевидно, что хозяйственное освоение новых водных объектов должно тесно интегрироваться с охраной экосистем, координироваться на местном, государственном и межгосударственных уровнях.

Принятие правительством Республики Беларусь в качестве программного документа модели устойчивого развития вызывает необходимость решения проблем восстановления благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала страны для удовлетворения потребностей ее жителей.

Водное хозяйство является одной из базовых отраслей, успешное функционирование которой обеспечивает основу стабильного и устойчивого развития хозяйственного комплекса страны.

К сожалению, сложившаяся в настоящее время в республике система государственного управления использованием и охраной водных ресурсов и водным хозяйством не имеет четких очертаний, практически никто не несет прямой ответственности за нерациональное и неэффективное использование водных ресурсов. В Беларуси нет государственного органа, который отвечал бы за осуществление водохозяйственных функций по обеспечению населения, промышленности и

сельского хозяйства водными ресурсами, выполнение мероприятий по улучшению состояния водных объектов и сохранение водного фонда, составлял, планировал и увязывал водохозяйственные балансы, определял и контролировал достижение целевых показателей качества вод.

Причины неблагополучия в водном хозяйстве, разумеется, не сводятся только к организационным проблемам. Сказывается и негативный опыт финансирования природоохранной деятельности по остаточному принципу, ощущается нехватка средств у общества и т.п., что не просто изменить в нынешних экономических условиях.

В большинстве развитых стран мира широко и эффективно используется бассейновый принцип управления водными ресурсами, о котором в водном кодексе Беларуси нет даже упоминания.

Применение бассейнового принципа позволяет более полно учитывать и использовать природно-ресурсный потенциал республики, замкнуть качество воды в речном бассейне на целевые показатели качества воды в водных объектах, а не на выходе из очистных сооружений, составлять и оптимизировать схемы комплексного использования водных ресурсов на основе разработки и применения экономико-экологических моделей развития территорий с учетом изменяющейся демографической ситуации и размещения производства.

Поскольку государственное управление в нашей стране строится по административно-территориальному принципу, при организации системы управления водопользованием необходимо обеспечить рациональное сочетание бассейнового и территориального принципов. В качестве основного принципа реформирования может быть рекомендован принцип самофинансирования.

При реформировании отрасли могут быть использованы следующие положения, эффективность применения которых в области управления и охраны вод доказана опытом многих стран мира.

- Вода является общенародным достоянием, она уязвима, и ее нужно охранять. Любому обустройству в бассейне реки должно предшествовать изучение вредных воздействий и последствий планируемых мероприятий. Стоки перед сбросом в водные объекты должны обязательно очищаться.

- Управление водными ресурсами должно осуществляться комплексно на всей водосборной площади больших речных бассейнов.

- Все ответственные лица и все водопользователи являются партнерами при принятии коллективных решений.

- Затраты на функционирование различных управленческих служб должны быть полностью компенсированы водопользователями бассейна реки с учетом количества и качества потребляемых вод и фактического вклада в ее загрязнение.

Система управления водными ресурсами должна обеспечивать: возможность учета реальных географических характеристик крупных водных бассейнов; удовлетворение запросов всех водопользователей и сохранение водных экосистем; координацию в действиях государственных властей и органов управления водным хозяйством; привлечение финансовых средств, достаточных для компенсации затрат на обустройство водозаборных сооружений. Водопроводов и очистных сооружений; долгосрочное планирование, обеспечивающее возможность эффективного финансирования крупных водохозяйственных комплексов [3].

Бассейновый принцип управления водными ресурсами используется практически всеми государствами, граничащими с Республикой Беларусь, поэтому гармонизация экологического законодательства и методов управления водными объектами (в том числе и трансграничными) на его основе следует считать одними из наиболее актуальных задач в области гидроэкологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2001-2015 годы). Мн., Минприроды Республики Беларусь, Минздрав Республики Беларусь, 2016.
2. Водохранилища Беларуси (справочник). Мн.: ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Колоса», 2017.
3. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 г. № 13 «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов».

УДК 502.175 (476)

### ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А. Г. Вышегородцев, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель Т. Н. Ткачёва**

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

Сельскохозяйственное производство является наиболее длительным по времени и значительным по масштабности проявления факто-

ром воздействия на окружающую среду. Сельскохозяйственные ландшафты, или агроэкосистемы, занимают менее 30 % от площади суши планеты.

В настоящее время сельскохозяйственные земли занимают 43 % общей площади Беларуси, из них 62 % приходится на пашню, 38 % – на кормовые угодья. Основной пахотный фонд Беларуси (52 % пашни) составляют дерново-подзолистые почвы, для повышения плодородия которых необходимо проводить известкование, вносить достаточное количество органических и минеральных удобрений.

Приблизительно с середины прошлого века сельское хозяйство стало на путь интенсификации, основными составляющими которой являются комплексная механизация, химизация, мелиорация и интенсивное животноводство. Такая концепция позволила в течение нескольких десятилетий в три раза увеличить производство продуктов питания. Современное интенсивное сельское хозяйство достигло высоких как средних, так и максимальных показателей продуктивности. Так получена рекордная урожайность зерновых культур – около 20 т с га, картофеля – 100 т с га, надоев молока – 22 т на корову в год и т. д. Средние уровни для раз витых в с/х отношении стран приблизительно в 3 раза меньше.

Достижение таких показателей в свою очередь потребовало активной эксплуатации земель, резкого роста использования различного рода материальных и энергетических ресурсов. К негативным последствиям интенсификации в первую очередь относится усиление экологического воздействия аграрных экосистем на окружающую среду.

Деградация – это постепенное снижение плодородных свойств почвы под влиянием естественных (нарушение условий почвообразования) или искусственных причин (хозяйственная деятельность человека). Деградация сопровождается снижением плодородия, изменением почвенной флоры и фауны, формированием пустошей.

На территории Беларуси основными причинами деградации земель являются водная и ветровая эрозия, радиоактивное и химическое загрязнение, минерализация осушенных торфяных почв, трансформация земель в результате добычи полезных ископаемых и строительства, подтопление и заболачивание, выгорание осушенных торфяников, нерациональное использование земель.

В свою очередь земли, подвергнутые деградации, влияют на местные и региональные климатические условия. Это обстоятельство достаточно ярко проявилось в последние десятилетия в южной части

республики (Белорусское Полесье). Вследствие того, что здесь мелиоративное преобразование земель затронуло обширные пространства и изменило геофизический и водный режимы природных экосистем, это внесло заметные изменения в климат приземного слоя воздуха и почв всего региона.

Одним из наиболее опасных факторов деградации является загрязнение почв, под которым понимается поступление в почву химических, биологических, радиоактивных и механических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почв к их разрушению, утилизации, включению в биологический круговорот веществ [1].

Различают несколько видов загрязнения почв.

Химическое. Основные источники – сельскохозяйственное производство, промышленность, автотранспорт, коммунально-бытовое хозяйство.

К потенциальным загрязнителям почв можно отнести любые химические соединения, поступающие в почву в чрезмерных концентрациях.

Из них к наиболее опасным относятся тяжелые металлы, остатки пестицидов, нефтепродукты, стойкие органические загрязнители (СОЗ) и др.

Из источников загрязнения, связанных с сельскохозяйственным производством, к категории наиболее масштабных относятся с/х химизация и интенсивное животноводство.

Возросшие объемы химизации способствовали росту урожайности с/х культур, но в то же время обусловили усиление воздействия на окружающую среду. Наблюдения за химическим загрязнением почв на фоновых территориях являются одним из направлений мониторинга земель, проводимого в рамках национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС). Мониторинг фонового загрязнения почв осуществляется на сети пунктов наблюдений, включающих около 100 объектов, размещенных по всей территории страны. Пункты наблюдений представлены пробными площадками, где поочередно с периодичностью один раз в 3 года производится отбор и исследование почв на содержание приоритетных для территории Беларуси загрязняющих веществ.

Результаты химико-аналитических исследований отобранных проб почв показали, что содержание загрязняющих веществ в почвах

изучаемых территорий практически не изменилось относительно результатов прошлых лет.

Тем не менее, в ряде мест, прилегающих к крупным животноводческим комплексам и вблизи городов, имеет место загрязнение почв тяжелыми металлами. Всего превышение ПДК, например, по цинку было отмечено на 180 тыс. га, по меди – на 260 тыс. га, по свинцу и кадмию соответственно на 100 тыс. и 45 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Дополнительным источником тяжелых металлов является их содержание в виде примесей минеральных, органических удобрений, а также в продуктах переработки мусора и сточных водах, используемых для поднятия плодородия почв. Проблема усугубляется отсутствием должного контроля по данному вопросу. Вместе с тем, например, минеральные фосфорные удобрения в среднем имеют примеси кадмия 4 мг/кг, свинца 39 мг/кг, цинка 48 мг/кг и т. д.

Следует отметить, что проводить мониторинг почв на содержание нитратов сложно вследствие их высокой подвижности и быстрого вымывания из почвенных экосистем. В результате нитраты, так же как и другие соединения, попадают не только в продукты питания, но и в грунтовые воды. Как следствие, повышенное содержание нитратов отмечено на ряде водозаборов, расположенных в зоне влияния сельскохозяйственных объектов. Очевидно, что оптимизировать качество вод можно только при соответствующем рациональном управлении сельскохозяйственными экосистемами.

К химическому загрязнению относится также засоление почв, под которым понимается процесс накопления солей натрия, кальция, магния в верхних слоях почвы в концентрациях, недопустимых для нормального роста и развития растений.

В Республике Беларусь проблема засоления почв связана, прежде всего, с Солигорским районом, где происходит добыча, переработка и складирование отходов производства калийных удобрений. В отходах содержится довольно высокая концентрация солей, которые распространяются под воздействием осадков. Засоление земель вокруг солигорского комбината наблюдается в радиусе десятков километров.

Имеет место также локальное засоление почв, прежде всего вблизи автомобильных дорог, что связано с интенсивным использованием со держащих соль отходов для борьбы с обледенением в зимний период.

Биологическое загрязнение обуславливается главным образом воздействием интенсивного сельскохозяйственного животноводства и коммунального хозяйства. К потенциальным источникам биологического загрязнения можно отнести животноводческие стоки, сбросные воды, свалки бытового мусора, скотомогильники. Основные загрязнители – это патогенные микроорганизмы, гельминты.

Механическое загрязнение. Основные источники – промышленность, коммунальное хозяйство, бытовой сектор. К потенциальным загрязнителям почв относятся отходы промышленного производства, размещаемые на так называемых полигонах, строительный и бытовой мусор.

Некоторая часть отходов производства (3–4 классов опасности и неопасных) захоранивается на полигонах коммунальных отходов. Это характерно для областных и районных центров, в которых не хватает мощностей или отсутствуют специализированные объекты размещения отходов производства.

Большинство объектов размещения производственных отходов (75,5 %) эксплуатируется уже более 25 лет.

Радиоактивное загрязнение. Основные потенциальные источники – это месторождения радиоактивных руд, аварии на АЭС, ядерные испытания, захоронения ядерных отходов. В Беларуси радиоактивное загрязнение связано, прежде всего, с аварией на Чернобыльской АЭС.

В результате катастрофы было загрязнено около 23 % территории, основными загрязнителями являются  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Большая часть радионуклидов, выпавших на почву, остается в ее верхних слоях и в настоящее время. Глубина и скорость их вертикального перемещения зависит от типа почвы. В дерново-подзолистых почвах они накапливаются в верхних горизонтах, в торфяно-болотных проникают на глубину до 40–45 см. Своеобразным барьером, связывающим от до 98 % цезия и до 45 % стронция, является гумусовый слой.

Наряду с вертикальной миграцией имеет место горизонтальная миграция под воздействием водной и ветровой эрозии, с поверхностным стоком, дождевыми потоками и т. д.

За послеаварийный период радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях значительно улучшилась. Произошел распад короткоживущих радионуклидов. Концентрация долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве уменьшилась более чем на 1/3 только

по причине естественного распада. Наблюдается постепенное уменьшение площади используемых загрязненных земель.

Основные массивы сельскохозяйственных угодий, загрязненных Cs, сосредоточены в Гомельской (47,0 % общей площади) и Могилевской (23,8 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель невелика и составляет соответственно 6,5 %, 2,6 и 3,6 %.

Загрязнение территории  $^{90}\text{Sr}$  имеет более локальный характер. Загрязнение почвы стронцием-90 с плотностью более 6 кБк/м<sup>2</sup> обнаружено на 10 % от общей площади страны. Максимальные уровни содержания Sr в почве выявлены в границах 30-километровой зоны ЧАЭС, достигали величины 1798 кБк/м<sup>2</sup> в Хойникском районе Гомельской области.

Земли, загрязненные  $^{90}\text{Sr}$ , находятся в пределах зон, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$ , что весьма затрудняет сельскохозяйственное производство.

Из общей площади земель, загрязненных  $^{90}\text{Sr}$  (347,1 тыс. га), 329,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий, включая 188,7 тыс. га пашни и многолетних насаждений, сосредоточены в Гомельской области. Здесь доля загрязненных пахотных и луговых почв составляет 26,8 % от общей площади используемых сельскохозяйственных земель. В Могилевской области доля загрязненных  $^{90}\text{Sr}$  пахотных и луговых почв значительно ниже – соответственно 1,2 и 1,7 % [2].

Рекультивация нарушенных земель в соответствии с государственным стандартом, к категории нарушенных относятся земли, утратившие свои жизнеобеспечивающие свойства и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.

Нарушают земли при выполнении открытых и подземных горных работ, складировании промышленных, строительных и коммунально-бытовых отходов, строительстве линейных сооружений, а также при проведении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ. При этом, как правило, нарушается почвенный покров, изменяются гидрогеологический и гидрологический режимы, образуется техногенный рельеф, а также происходят другие качественные изменения, ухудшающие экологическую обстановку в целом.

Нарушенные территории в результате хозяйственной деятельности разделяют на две группы:

– земли, поврежденные насыпным грунтом, – отвалы, терриконы, кавальеры и свалки;

– территории, поврежденные выемкой грунта, – карьеры открытых горных разработок, добычи местных строительных материалов и торфа, провалы и прогибы на месте подземных горных работ, резервы и траншеи при строительстве линейных сооружений.

Преобразование нарушенных в результате производственной деятельности земель в состояние, пригодное для использования их в народном хозяйстве, предотвращение их отрицательного воздействия на прилегающие ландшафтные комплексы, охрана этих комплексов, оптимизация сочетания техногенных и природных ландшафтов достигается рекультивацией нарушенных земель. Рекультивация относится к мероприятиям восстановительного характера, направленным на устранение последствий воздействия промышленного производства на окружающую среду, в первую очередь на земли, и рассматривается, как основное средство их воспроизводства.

Загрязнение природной среды продуктами разложения минеральных удобрений оказывает негативное влияние практически на все звенья биосферы, в том числе отрицательно сказывается на живых организмах.

Процессы аммонификации, нитрификации приводят к попаданию соединений азота (аммиака, оксидов, двуокиси азота) в атмосферу. Это является одной из причин разрушения озонового экрана, выпадения кислотных дождей и т. д.

Динамика использования минеральных удобрений в сельском хозяйстве в расчете на один га сельскохозяйственных земель, кг всего нитраты в результате вымывания из пахотного горизонта накапливаются в подземных водах, что значительно снижает их пригодность для питья. Тяжелые металлы, присутствующие в минеральных удобрениях, попадая через растениеводческую продукцию в организм животных и человека, вызывают различные заболевания. Избыток хлора и фтора нарушает окислительно-восстановительные процессы, приводит к флюорозам и др.

Нерациональное использование удобрений приводит к ухудшению агрохимических свойств, плодородия и экологического состояния почвы.

Минеральные удобрения (особенно азотные) интенсифицируют кислотность почвенного раствора. Подкисление почв в свою очередь

приводит к снижению количества доступных элементов питания, увеличению концентрации аммония в почве, к потерям гумуса.

Интенсивное внесение удобрений нарушает баланс почвенных экосистем, оказывая отрицательное влияние на структуру ее микробного сообщества, биологическую активность и биологические процессы. Загрязнение тяжелыми металлами снижает жизнеспособность полезных организмов, приводит к падению численности в почве насекомых и дождевых червей, в то же время количество грибов, подавляющих активность почвенных ферментов, возрастает.

Изменение биологического режима – главная причина снижения содержания гумуса, после разложения которого большая часть азота вымывается и становится источником загрязнения вод нитратами.

Нарушение технологии применения удобрений приводит к снижению качества сельскохозяйственной продукции. Ухудшаются хлебопекарные качества пшеницы, пригодность картофеля к промышленной переработке, содержание в нем крахмала и т. д.

Превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов, нитратов и других загрязнителей в продуктах питания негативно сказывается на здоровье людей и животных.

Попадание биогенных элементов, в первую очередь фосфора и азота, в окружающую среду приводит к эвтрофикации поверхностных водоемов и загрязнению подземных водных источников. Эвтрофикация приводит к появлению в воде опасных возбудителей болезней и интенсивному заболачиванию водоемов.

Наряду с косвенным воздействием, минеральные удобрения могут быть причиной прямого отравления и гибели водных организмов, в частности, нарушения процессов жизнедеятельности амфибий, головастиков, рыб и т. д.

Нарушение оптимального баланса питания при непропорциональном внесении отдельных видов удобрений, например, азота, приводит к снижению сопротивляемости растений к болезням, что негативно сказывается на фитосанитарном состоянии посевов.

Экологические проблемы применения пестицидов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства не представляется возможным полностью отказаться от применения пестицидов. По оценкам экспертов ФАО, в этом случае урожайность сельскохозяйственных культур сократится на 25–30 %.

В последние годы в Беларуси отмечается неуклонная тенденция к увеличению количества используемых пестицидов.

Применение пестицидов возросло с 4,3 до 10,5 тыс. т, или в 2,4 раза. При этом применение гербицидов увеличилось в 2,8 раза, инсектицидов – в 1,4, фунгицидов – в 1,8, регуляторов роста – в 7, десикантов и дефолиантов – в 3 раза. Использование биопрепаратов сократилось почти в 15 раз.

Использование средств химической защиты растений является одной из наиболее тревожных проблем, связанных с загрязнением окружающей среды. Масштабное использование пестицидов, обеспечивая получение более высоких урожаев, приводит к деградации ландшафтов [3].

Пестициды обладают токсическими свойствами, поэтому исключительно важно изучить пути их миграции, особенности накопления, скорости и условий разложения, влияние на компоненты биосфер и здоровье человека. Наибольшую опасность для живых организмов представляют инсектициды, или химические средства борьбы с вредными насекомыми.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин, М.В. Общая экология / М.В. Гальперин. - М.: Форум, 2016. – 336 с.
2. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2010. – 64 с.
3. Логинов, В.Ф. Природная среда Беларуси / В.Ф. Логинов. – Мн.: Бипс, 2008. – 246 с.

УДК 628.394

### **ПРИНЦИПЫ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ**

**И. А. Гец, А. А. Ходор, студенты**

**Научный руководитель: старший преподаватель Н. П. Хруцкая**

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

Расположение (компоновка) помещений заданных размеров и формы в едином комплексе, подчиненное функциональным, техническим, архитектурно-художественным и экономическим требованиям, называется объемно-планировочным решением здания (ОПР). Весь внутренний объем здания разделяется горизонтальными (междуэтажными перекрытиями) и вертикальными (стенами и перегородками) конструкциями на отдельные помещения.

Помещения по способу их связи между собой могут быть непроходными(изолированными) и проходными (неизолированными). Непроходные помещения сообщаются между собой с помощью третьего помещения, обычно одного из коммуникационных (коридора, лестничной клетки и др.). По признакам расположения и взаимосвязи помещений различают несколько объемно-планировочных систем зданий: анфиладная; система с горизонтальными коммуникационными помещениями; зальная; атриумная; секционная; смешанная (комбинированная).

Если помещения соединяются друг с другом непосредственно через проемы в стенах или перегородках, то такой прием называется анфиладной системой планировки. Эта система позволяет создать здание очень компактной и экономичной структуры в связи с отсутствием (или минимальным объемом) коммуникационных помещений. Все основные помещения в здании при анфиладной системе являются проходными, поэтому она применима лишь в зданиях преимущественно экспозиционного характера (музеях, картинных галереях, выставочных павильонах), либо частично в отдельных элементах здания, например, между помещениями одной воспитательной группы в детском дошкольном помещении.

Система с горизонтальными коммуникационными помещениями предусматривает связь между основными помещениями здания через коммуникационные помещения (коридоры, открытые галереи). Это позволяет основные помещения проектировать непроходными. При этом помещения могут быть расположены по одну или по обе стороны коридора.

Зальная система планировки предусматривает одно большое (главное) помещение здания, как правило, определяющее его функциональное назначение (кинозал, спортивный зал и т.п.), вокруг которого группируются остальные необходимые помещения. Наиболее распространена эта система при проектировании зрелищных, спортивных и торговых зданий. Зальную систему применяют для зданий с одним или несколькими залами.

Атриумная система – с открытым или крытым двором (атриумом), вокруг которого размещены основные помещения, связанные с ним непосредственно через открытые (галереи) или закрытые (боковые коридоры) коммуникационные помещения.

Секционная система заключается в компоновке здания из одного или нескольких однохарактерных фрагментов (секций) с повторяю-

щимися поэтажными планами, причем помещения всех этажей каждой секции связаны общими вертикальными коммуникациями – лестницей или лестницей и лифтами. Секционная система – основная в проектировании многоквартирных жилых домов средней и повышенной этажности, отдельные фрагменты этой системы включаются в объемно-планировочную структуру зданий общежитий, больниц, некоторых административных помещений и др.

Некоторые многофункциональные здания имеют смешанную систему планировки, поскольку в здании объединяются помещения для различных функциональных процессов (главных и подсобных). Так, например, в здании крупного физкультурно-оздоровительного комплекса зальная система спортивных залов сочетается с коридорной планировкой помещений для занятий в спортивных секциях и кружках.

В заключении можно сказать что, как правило, требованиям удобства отвечает наиболее компактное размещение помещений с кратчайшими путями движения людей и средств транспорта, без взаимных их пересечений и встречного движения. Чем короче пути движения и, следовательно, меньше по площади коммуникационные помещения, тем меньше объем здания и ниже его стоимость.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net>. – Дата доступа: 15.10.2019.
- 2.Контент – платформа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/002/10166.php>. –Дата доступа: 11.10.2019.
- 3.Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru>. – Дата доступа: 14.10.2019.
- 4.Учебные материалы для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studme.org>. – Дата доступа: 15.10.2019.

УДК 631.6

## **НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**П. В. Диваков, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель Е. Л. Демитри-  
ченко**

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

Устойчивое и конкурентоспособное функционирование агропромышленного комплекса в Беларуси требует комплексного развития агробизнеса и сельских территорий. В этой связи следует отметить, что в приоритетных направлениях государственной программы устойчивого развития села на 2015-2020 годы было определено преимущественное развитие человеческого капитала: 1) рост человеческого потенциала; 2) предпринимательство; 3) увеличение экспорта товаров и услуг, сбалансированность и эффективность внешней торговли; 4) качественное и доступное жилье; 5) устойчивое развитие регионов; 6) обеспечение эффективного агропромышленного комплекса. Установлено, что этот процесс создания привлекательной экономической среды для стабильности развития сельских территорий необходимо рассматривать как путь устойчивого функционирования агробизнеса.

В современных условиях в Республике Беларусь выкристаллизовались направления комплексного регионального развития. Значительное место в структуре развития региона занимает сельская социальная инфраструктура, которая включает такие направления, как объекты жилищно-коммунального хозяйства; учреждения бытового обслуживания; учебно-воспитательные учреждения; лечебно-профилактические и спортивные учреждения; культурно-просветительные и культовые учреждения; организации торговли и питания; административно-общественные, коммунальные и информационные службы. Сельская социальная инфраструктура ориентирована на жителей агрогородков, сел, деревень, иными словами на определенные социально-территориальные общности людей. В удовлетворении интересов и потребностей сельских жителей определенную роль может занять предпринимательская деятельность, которую надо планировать и рассматривать в стратегии устойчивого развития сельских территорий. На наш взгляд стратегия устойчивого развития сельских территорий – это целенаправленный долгосрочный процесс учитыва-

ющий прогнозирование возможных изменений и будущих тенденций развития, определение целей, использование необходимых ресурсов и выстраивания отношений с бизнес средой.

Принципы устойчивого развития планирования и прогнозирования сельских территорий.

- Сохранение и поддержание традиционного и исторически сформированного комплекса сельских территорий.

- Развитие сельских территорий как единого социально-экономического, территориального, природного и культурного комплекса.

- Интегрирование сельского хозяйства в единую общеэкономическую систему страны путем агропромышленной интеграции, создания современных поселений с совмещенными функциями (аглогородков), развитие коммуникационных систем, формирование единых систем обслуживания населения и другие.

Огромное значение в решении вопросов развития сельских территорий имеет строительство производственных и жилых зданий. Для нахождения возможностей и путей решения развития в сельских местностях на данный момент проводится программа экспериментального сельского строительства. Основными задачами является проведение архитектурно градостроительного и конструктивно технического анализа видов застройки, строительства жилых сооружений, соответствующие современным требованиям. Также рассматриваются варианты государственной финансовой помощи застройщикам.

Программа разделена на несколько этапов. Для начала проверяется подготовленность строительной базы, производство строительных материалов и конструкций по строительству современных сельских сооружений. Проводится работа по уменьшению стоимости строительства при росте или полном сохранении высокого уровня эксплуатационных и конструктивно-строительных качеств зданий.

В случае удачного решения данных вопросов ставилась задача в распространении опыта сельского строительства на всю территорию страны. В ходе данного этапа находят способы добавления новых форм существующих жилых домов в данные застройки при максимальном использовании имеющейся строительной, инженерной и транспортной базы сельского населенного пункта. Рассматриваются архитектурно-художественные варианты обликов, как отдельно стоящих домов, так и сельской территории в целом. Изучаются вариации развития объемно-планировочных, функциональных и конструктив-

ных решений жилья для сельских поселков с обращением огромного внимания на социально-экономические условия и возможности местной базы производства строительных материалов и конструкций.

Следующим этапом становится продолжение сельского строительства с учетом полученных данных, появившихся в прошлых этапах, и огромным ростом строительства сельских жилых сооружений. Основной задачей строительного комплекса, поднять планку нововведений в сельские регионы до 30% и выше от общей жилой площади. В соответствии с программой в каждом регионе впоследствии будут выбраны сельские регионы, где запланировано возведение, закреплённых и отобранных подходящих проектов.

Программа экспериментального строительства велика, но все же уступает по сравнению с объёмами строительства зданий в малых населённых пунктах. В преобладающей части новые постройки, преобразованы в малые комплексы, находящиеся в пределах 9-10 домов. Объекты в последующем вносятся в планировочную структуру данных населённых пунктов. Если сравнивать с предыдущей практикой планировочного подчинения имеющейся формы заселения нововозведённой застройки большое количество домов, построенных по программе эксперимента, или же завершает сформированные композиции, вписываясь в структуру населённого пункта, или же создает архитектурно-композиционный комплекс усадебных домов на некотором удалении от существующих построек. Варианты расположения домов зависят от масштабов как отдельно стоящих построек, так и полностью от населённого пункта.

Например, в одном из сел Гомельского района, находящимся возле автомобильной трассы Гомель–Минск, 6 многоквартирных жилых домов объединены в проектную группу и формируют красочную панораму. Так как они расположены у въезда в город, они преображают его облик. С помощью нововведённой архитектуры и цветовой гаммы значительно преображается композиционно-художественное восприятие среднестатистического поселения.

Сельские жилые сооружения, построенные в разных областях Беларуси, объединяют решения генеральных плановых участков. Они нацелены на потребности нескольких семей и возможность содержания домашнего хозяйства. На участке, соединяющим улицу и основной вход, расположен жилой объект, а уходя вглубь участка находятся сооружения для скота и птицы, погреба, как отдельно стоящие, так и совмещённые с сараями или же с отдельно стоящими гаражами. Набор

вспомогательных и хозяйственных построек в индивидуальных случаях определяется наличием инженерных сетей в существующем населенном пункте, потребностями местного населения и способами ведения хозяйства, на отведенных территориях под строительство жилых конструкций. Пешеходные дорожки и въезды для автомобилей разделены. Для свободного доступа жильцов и проезда транспортных средств со стороны входа в дом отведено уличное пространство, главный подъезд, используется для подвоза строительных материалов, кормов, прогона скота. В основном, участки сельских сооружений граничат с прилежащими земельными насаждениями средней площади, отведены для выращивания садово-огородных культур. К этому всему за границей населенного пункта отведена дополнительный участок для сельскохозяйственного производства.

В планировочных решениях сельских районов и генеральных планов отдельных домов, строительство которых окончено или продолжается, за основу взят опыт застройки белорусских сельских пунктов, приобретенный строителями за прошлые годы, а также сохраненные традиции в формировании населенных пунктов.

На наш взгляд с целью совершенствования жилищного строительства на селе следует практиковать строительство жилья, заказчиком которого является сельскохозяйственная организация, с учетом индивидуальных пожеланий будущих жильцов, включая выбор конкретного проекта жилого дома, хозяйственных построек, дополненных малыми архитектурными формами за счет средств будущих жильцов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В. Г. Основные концептуальные подходы перспективной организации сельского хозяйства // Весці Нац. Акад. навук Беларусі. Сер. аграрн. навук. – 2008. – № 4. – С. 12–20.
2. Стратегия развития сельского хозяйства и сельских регионов Беларуси на 2015–2020 годы / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Ин-т сист. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 55 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск : [б. и.], 2018. – 235 с.
4. А. Кудиненко, Особенности застройки сельских населенных мест Беларуси в современных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ais.by/story/308>. – Дата доступа: 16.11.2019.

УДК 332.834(476)

## **НАЧАЛО СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**М. А. Добрушина, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель А. Н. Медведников**

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

Жилой фонд Беларуси потребляет для отопления и горячего водоснабжения около 35—40% энергоресурсов страны. В этой связи актуальны работы по снижению их использования. Страны Западной Европы также ведут интенсивный поиск путей экономии потребления энергии при эксплуатации жилья. В северных регионах Европы переходят к строительству зданий в стандарте «Пассивный дом», уровень теплопотерь которых составляет 10—20% среднестатистического показателя.

Впервые строительство энергоэффективных домов в Беларуси было начато в столице республики, на улице Притыцкого. Уже сейчас его жильцы могут по достоинству оценить все преимущества проживания в таком доме. Поскольку технологии строительства энергоэффективных домов в Беларуси пришлось разрабатывать фактически с нуля, проектным организациям пришлось поломать голову, чтобы добиться снижения потребления энергии таким домом в 3 раза. Для того, чтобы добиться таких показателей, строителям пришлось устанавливать в доме окна нового поколения, которые к нулю сводят потерю тепла, серьезнейшим образом изменить подходы к утеплению фасада (строительство энергоэффективных домов в Беларуси предусматривает утепление наиболее уязвимых мест – швов, первых этажей и так далее). Дом на улице Притыцкого уже сдан в эксплуатацию и специалисты уверяют, что их усилия увенчались успехом – экономия тепла за первый отопительный сезон составила около 70 процентов. А сегодня жильцы двухкомнатной квартиры платят за отопление по 10 тысяч рублей в месяц.

Термин "пассивный дом" появился в строительном лексиконе всего несколько лет назад. В пассивном доме расход энергии на отопление сводится к минимуму благодаря использованию внутренних источников тепла, современных энергосберегающих технологий и высокоэффективных теплоизоляционных материалов. Стоимость строи-

тельности таких домов примерно на 15% выше. Однако, за счет значительной экономии энергоресурсов, такой дом окупается за 6-10 лет.

Надо отметить, концепция здания, не нуждающегося в мощной системе отопления, уже нашла в нашей стране благодатную почву. В самом деле, низкая энергоэффективность существующих зданий и огромные расходы энергоресурсов на отопление являются для Беларуси источником множества экономических и социальных проблем. Самая очевидная тому причина - тарифы на все виды энергоресурсов растут гораздо быстрее доходов населения. В связи с этим задача сокращения расходов на отопление становится все более актуальной как для домовладельцев, так и для муниципальных властей.

С другой стороны, концепция пассивного дома привлекает еще и тем, что в ней заложена сильная природосберегающая компонента. Благодаря разумному использованию внутренних источников энергии и применению экологически чистых материалов пассивный дом не несет опасности окружающей среде и здоровью человека.

То есть идея "пассивного дома" развивается на пересечении роста экологического сознания и вполне конкретного стремления сократить расходы. А создатель этой идеи - американский исследователь Дэвид Опп, который более 20 лет назад разработал концепцию здания, отвечающего самым высоким требованиям экологичности и энергоэффективности.

Основные составляющие пассивного дома таковы:

- применение материалов и конструкций с максимальным сопротивлением теплопередаче для сокращения непродуктивных потерь тепла;

- организация приточно-вытяжной вентиляции с применением рекуператоров, использующих тепло выбрасываемого воздуха для обогрева, поступающего извне;

- использование природных источников энергии для отопления и горячего водоснабжения (энергии солнца, ветра, термальных подземных источников).

Разумеется, одним из фундаментальных принципов "пассивного дома" является использование материалов и технологий, радикально сокращающих непродуктивные потери тепла через ограждающие конструкции (стены и кровлю). И приоритет здесь отдается специально разработанным и подобранным многокомпонентным фасадным и кровельным системам, одними из важнейших компонентов которых являются высокоэффективные теплоизоляционные материалы.

Для теплоизоляции стен наиболее эффективными и долговечными признаны системы наружного утепления здания. Это вентилируемые навесные фасады и системы фасадного утепления со штукатурным слоем. На данный момент разработано немало фасадных систем на основе таких современных теплоизоляционных материалов как каменная вата. В странах СНГ-адаптация подобных систем происходит довольно успешно – достаточно лишь рассчитать необходимую толщину теплоизоляционного материала для конкретных климатических условий.

Но применение современных систем фасадного утепления не решает полностью проблему теплопотерь. Как считают эксперты, наиболее слабым в этом смысле участком стены являются окна – на них приходится около 30-40% суммарных теплопотерь дома. Поэтому в концепции пассивного дома важное место занимает использование оконных систем с высоким уровнем теплозащиты.

Но не стоит забывать и о сокращении потерь тепла через конструкции фундамента. Для этого еще на этапе котлована предусматривается создание непрерывного теплоизолирующего контура, предотвращающего контакт фундамента непосредственно с грунтом.

По разным оценкам, от 30 до 70% потерь тепла приходится на традиционную вытяжную вентиляцию. Непременным атрибутом пассивного дома является контролируемый воздухообмен, обеспечиваемый приточно-вытяжными устройствами с рекуператорами. Принудительная вентиляция позволяет возратить до 90% тепла уходящего воздуха. Достигается это посредством установки теплообменника, где и происходит нагревание поступающего свежего воздуха теплом уходящего. Современное оборудование, помимо рекуперации тепла, может улучшать гигиенические характеристики воздуха – не только выполнять обеззараживание и дезинфекцию, но и озонировать его.

Дальнейшие перспективы развития "пассивного дома", очевидно, будут связаны с более широким использованием возобновляемых источников энергии. Благодаря тому, что строительство энергоэффективных домов в Беларуси использует лучшие мировые разработки, жильцам такого дома не нужно будет открывать форточки для проветривания помещений. Достаточно отрегулировать подачу воздуха в квартиру вентиляцией. А зимой можно будет серьезно экономить на отоплении, уменьшая температуру в батареях. Согласно подсчетам специалистов, это позволит уменьшить затраты на оплату отопления в

2-3 раза, а при температуре, большей чем 5 градусов мороза, и вовсе нет необходимости включать отопление.

Программой строительства энергоэффективных домов на 2010-2013гг определено, что 60% строящихся домов должны быть энергоэффективными. Такие данные были озвучены во время проведения круглого стола в Минске. Министерства архитектуры и строительства сообщают о том, что уже в 2012 году было запланировано построить 1 млн. 200 кв.м. энергоэффективного жилья и с каждым последующим годом эта цифра будет постоянно увеличиваться. Однако, как уточняют в Министерстве, в зависимости от экономической ситуации в стране объемы строительства, заявленные в программе, могут меняться.

По мнению специалистов Министерства, строительство подобного жилья очень перспективно. Они отмечают, что европейские страны уже давно ведут строительство энергоэффективных домов. И на данный момент накопленным опытом в этом вопросе интересуются Россия и Казахстан.

Энергоэффективное строительство решает две проблемы – это существенное снижение энергопотребления жилым фондом и обеспечение комфортных условий проживания.

Советом Министров Республики Беларусь принято решение о поэтапном расширении энергоэффективного строительства в стране с выходом на 100% возведение энергоэффективных зданий в 2015 г. Одновременно решено организовать выпуск отечественных комплектующих для обеспечения необходимых объемов строительства.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доброплан. Дом без стройки. Энергоэффективные жилые дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://dpan.by/?page\\_id=1074](http://dpan.by/?page_id=1074). – Дата доступа: 02.10.2019.
2. Мегарпром. Энергоэффективные дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://megarprom.by/energo\\_effect\\_doma](http://megarprom.by/energo_effect_doma). – Дата доступа: 03.10.2019.
3. Портал-энерго. Беларусь. Энергоэффективные жилые дома – от слов к делу дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/857>. – Дата доступа: 08.10.2019.

УДК 631.62

## **БЕСТРАНШЕЙНЫЙ СПОСОБ УКЛАДКИ ДРЕНАЖА. ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**А. А. Довгун, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой гидротехнических сооружений и водоснабжения, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Ю. Н. Дуброва**

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

В статье рассмотрены вопросы применения бестраншейного способа строительства дренажа при осушении земель. Приведены характеристики дреноукладчика, рекомендуемого к применению в настоящее время. Показаны преимущества и недостатки данного способа строительства и механизмов его осуществляемого – МД-4. Рассмотрены построенные в Беларуси мелиоративные объекты с бестраншейным дренажем, проанализировано их современное состояние и некоторые результаты исследований. В частности при раскопках установлено, что траншейная засыпка из глинистого грунта в смеси с известью после 30 лет работы отличается выраженной структурой почвенных агрегатов.

Кроме того, к мероприятиям относится устройство застенного и горизонтального бестраншейного трубчатого дренажа, первый из которых предназначен для отвода грунтовых вод из-за удерживающих конструкций, второй - для осушения откосов выемок и оползневых склонов. Деятельность которых, направленная на коренное улучшение земель с целью обеспечения создания и поддержания оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений, путем проведения мелиоративных мероприятий.

Застенный дренаж из геотекстильных материалов устраивают в виде сплошной прослойки или отдельных прослоек, располагаемых за удерживающими конструкциями типа сборных или монолитных подпорных стен и стен, сооружаемых методом "стена в грунте", за облицовочными плитами в конструкциях из буронабивных свай, под покрытием из пневмонабрызга или плит в нагельных конструкциях и конструкциях анкерного крепления (рис. 1).

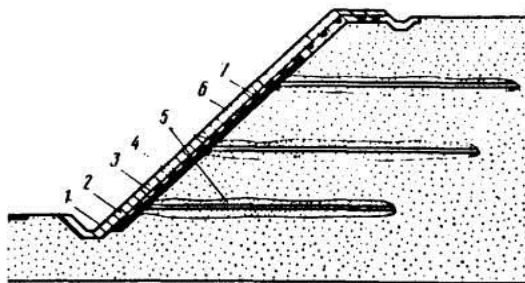


Рисунок 1. – Схема нагельной конструкции:

1 - лоток; 2 - дренажное окно; 3 - покрытие; 4 - арматурная сетка; 5 - нагели; 6 - прослойка из водонепроницаемого материала; 7 - геотекстильный материал

Бестраншейный горизонтальный трубчатый дренаж предназначен для осушения откосов мокрых выемок и оползневых склонов. Его выполняют в виде отдельных дрен, располагаемых или параллельно друг другу или веерообразно под углом  $1-4^\circ$  к горизонтали (рис. 2). Применение того или иного варианта расположения дрен принимают исходя из конкретных условий производства работ в зависимости от возможностей расположения бурового станка и удобства отвода поступающей по дренам воды за пределы выемки или оползневого массива. Дрены устраивают путем введения в предварительно пробуренные скважины пластмассовых перфорированных труб, заключенных в оболочку из нетканого геотекстильного материала.

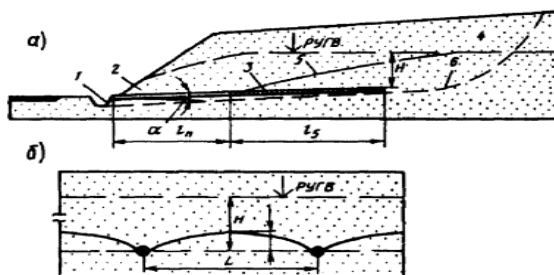


Рисунок 2. – Схема бестраншейного горизонтального дренажа:

1 - лоток; 2 - водоотводная часть дрены; 3 - водоприемная часть дрены; 4 - грунт; 5 - уровень грунтовых вод после осушения грунтового массива; 6 - поверхность скольжения

Бестраншейный мелиоративный дреноукладчик МД-4 прорезает щель глубиной до 1,8 м и одновременно укладывает пластмассовые дренажные трубы в грунтах I-III категорий при содержании каменных включений диаметром не более 0,4 м и погребенной древесины диаметром не более 0,1 м, обеспечивая качественное устройство дренажных линий на спланированной трассе. Высота (глубина) местных неровностей не должна превышать 0,2 м на длине 5 м. Поперечный уклон трассы не должен быть более 3°. Дреноукладчик МД-4 состоит из базовой части, навесного оборудования, гидросистемы и системы управления (рис. 3).

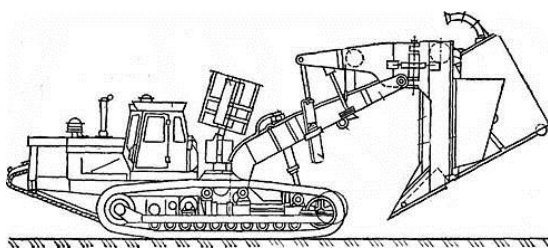


Рисунок 3. – Схема Дреноукладчика МД-4

В Гомельской области заболоченными и непригодными для земледелия были 63 процента территории, в Брестской – 60, при этом в отдельных районах она и вовсе достигала 70–80 процентов. Поэтому доля сельхозугодий была незначительной, причем во многих районах, особенно в Полесье, сухие земли были песчаными и низкоплодородными.

Несмотря на то, что в настоящее время темпы мелиоративного освоения земель существенно снизились, в республике разрабатываются и реализуются Государственные программы сохранения и использования мелиорированных земель. Брестская область является флагманом развития мелиоративной отрасли в Беларуси. В соответствии с основными направлениями развития мелиорации земель в настоящее время проводится реконструкция технически устаревших мелиоративных систем или их отдельных элементов, восстановление неработающих систем, проведение работ по обеспечению нормативной устойчивости и долговечности сооружений.

Преимущества бестраншейного способа состоят в минимальном объёме земляных работ, отсутствии потерь почвенного слоя, простоте рабочего органа, высокой производительности и низкой себестоимости строительства. Недостатки состоят в ограничении диаметра дренажной трубы, затруднённости контроля её укладки, большом тяговом сопротивлении и невозможности работы в грунтах с посторонними включениями.

1. В целом бестраншейный пластмассовый дренаж обеспечивает высокую мелиоративную эффективность. Модули дренажного стока при промывке засоленных земель достигают 0,4 л/(с·га), а в эксплуатационный период –0,25 л/(с·га). УГВ понижается со скоростью 0,1 м/сут. За периоды промывок происходит рассоление 2м почвогрунтов. Эксперименты проводились на тяжелых лесовидных суглинках в Голдодной степи.

2. Бестраншейная технология более производительна (в 10 раз) и более экономична (в 3 раза) по сравнению с траншейным способом строительства дренажа, в частности, на легких грунтах.

3. Как и всякая технология, бестраншейный метод имеет свои ограничения: – неприменим при наличии крупных фракций грунта (более 0,3м) – в тяжелых грунтах щель смыкается и нарушается связь дрены с поверхностью земли; – затирание стенок щели; – затруднение контроля; – невозможность исправления; – осенью БДУ работает только до –100 С.

4. Однако любой метод подвержен также и совершенствованию. Можно предвидеть следующие направления развития бестраншейного метода: – снижение тягового усилия; – регулирование уклона с помощью автоматов; – установление гидравлической связи с поверхностью земли; – применение физических методов для проходки щели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Строительство бестраншейного дренажа и основные выводы [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://window.edu.ru>. – Дата доступа: 11.12.2019.
2. Государственная программа развития аграрного бизнеса 2016 – 2020 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/programms> – Дата доступа: 11.12.2019.
3. База знаний – раздел «Технология и устройство горизонтального дренажа» [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.cawater-info.net>. – Дата доступа: 11.12.2019.
4. Бестраншейный дренаж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hydrotechnics.ru> раздел. – Дата доступа: 11.12.2019.

УДК 332.834(476)

## АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Д. В. Зайко, М. Г. Питкевич, студенты

**Научный руководитель:** старший преподаватель Н. П. Хруцкая

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

Классификация гражданских и промышленных зданий. По своему значению здания можно разделить на: общественные, жилые и производственные.

К жилым зданиям относятся: квартирные дома для постоянного проживания людей и общежития для проживания в течение срока работы или учебы. Общественные здания предназначены для социального обслуживания населения и размещения административных учреждений, общественных организаций. Производственные здания служат для размещения промышленных и сельскохозяйственных производств, обеспечения необходимых условий для труда людей и эксплуатации технологического оборудования. Эксклюзивность видов зданий зависит от конструкции наружных стен, расположения и размеров окон и других архитектурно-конструктивных элементов. На наружной поверхности стен различают горизонтальные и вертикальные элементы. Нижняя часть стены, называется цоколем.

Все несущие конструктивные элементов здания являются частью несущих конструкций (остов). Эти элементы обеспечивают прочность, жесткость и устойчивость здания или сооружения. К несущему остову относятся как вертикальные, так и горизонтальные конструкции. Стационарные лестницы и крыша также являются несущими конструкциями.

**Конструктивным элементом** называется отдельная самостоятельная часть здания или сооружения; фундамент, колонны, стены, перегородки, цоколь, отмостка, перекрытия, покрытие, кровля, стропила, лестничный марш, оконный и дверной блок и т. п.

Фундаменты бывают ленточными, столбчатыми, сплошными и свайными. Столбчатый и ленточный фундамент можно устроить из кирпича или блока. **Конструктивными** размерами называют проектные размеры элементов конструкции и строительных изделий.

**Номинальными** размерами называют размеры конструктивных элементов и строительных изделий, включающие в себя нормированные зазоры и толщину швов между конструктивными элементами.

**Натурными** называются фактические размеры конструктивных элементов и строительных изделий, отличающихся от конструктивных на величину допусков, установленных нормами.

Ленточный фундамент представляет собой замкнутый контур из железобетонных блоков, возводимый под всеми несущими стенами здания и передающий к грунту нагрузку от здания. Он может быть выполнен из сборного или монолитного железобетона), прочного бутобетона или кирпича. Ленточные фундаменты обычно используют в зданиях со стеновой несущей системой. В сечении (в поперечном разрезе) ленточный фундамент имеет форму прямоугольника, но при высоких нагрузках на основание его выполняют ступенчатым.

Столбы, установленные в ключевых местах (углах здания, пересечениях несущих стен) и вдоль стен с определенным максимальным интервалом и скрепленные по верху балками обвязки называют столбчатыми фундаментами. Такие фундаменты используют в зданиях с каркасного или стенового типа с небольшим весом конструкций. Столбчатый фундамент выполняют из кирпича, бутобетона или железобетона (сборного или монолитного).

Свайные и плитные фундаменты используют в зданиях с большой нагрузкой на основание или в сложных грунтовых условиях. Эти два типа фундаментов могут быть объединены в том случае когда здание опирается на сплошную плиту, установленную по забитым или залитым в грунт сваям, расположенным по всей площади основания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net>. – Дата доступа: 05.09.2019.
2. Контент – платформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-79914.html>. – Дата доступа: 05.09.2019.
3. Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru>. – Дата доступа: 04.09.2019.
4. Учебные материалы для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studme.org>. – Дата доступа: 03.09.2019.

УДК 539.3.6

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

**В. С. Зайцев, Н. М. Малеванкин, студенты**

**Научный руководитель: старший преподаватель**

**О. В. Другомилова**

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

Проявление упругих свойств у твердых тел было давно известно и давно использовано людьми. Около 12 тыс. лет до н. э. наши предки изобрели первое дальнобойное оружие – лук и стрелы, используя упругость изогнутой ветви дерева. Позднее, в IV в. до н. э. древнегреческие мастера военного дела для сооружения первых катапульт и баллист, построенных для метания больших камней, использовали энергию упругого натяжения прутьев, досок, скрученных волокон сухожилий, волос животных и человека. Возникшая в III в. до н. э. математика Архимеда (в частности его закон рычага, сформулированный в трактате «О равновесии плоских фигур») еще в большей степени помогла усовершенствовать уже давно существовавшее орудие [4].

Первые научно обоснованные эксперименты, связанные с изучением прочности и, возможно, упругости различных материалов и конструкций, были проведены итальянским ученым и живописцем Леонардо да Винчи. Поставив теоретическую задачу, Леонардо решал ее на основе рассуждений, а затем экспериментально испытывал прутья и металлические нити на растяжение, колонны на сжатие, балки на изгиб. Однако результаты его работ не дошли полностью до последующих поколений ученых и инженеров [1].

Изучением проблем упругости занимался выдающийся итальянский ученый Галилео Галилей. В своих трудах он пытался рассмотреть факторы, которые влияют на прочность веревки или бруска при растяжении, и определить зависимость прочности от длины этой веревки или бруска. Галилей создал первые приборы для испытания материалов и разработал методы испытаний на растяжение и изгиб. Элементарные эксперименты ученого показали, что сила или вес, требуемые для разрыва однородной веревки при ее статическом растяжении, не зависят от длины этой веревки [3].

Несмотря на попытки вышеназванных ученых теоретически обосновать и экспериментально исследовать проявления упругих свойств у твердых тел, понимание того, что любое твердое тело под действием даже небольших нагрузок обязательно деформируется, хотя и на очень малую величину, впервые появилось только в 1660 г. у английского ученого Роберта Гука. На протяжении почти 20 лет он проводил исследования по изучению упругих свойства различных тел, основные результаты которых изложил в своей книге «Лекции о восстановительной способности или об упругости», которая была издана в 1678 г. А в 1679 г. в его статье «Сила сопротивления, или упругость» впервые прозвучало знаменитое утверждение «*ut tensio sic vis*» – «каково растяжение, такова и сила». Вот уже более трех столетий этот принцип известен как закон Гука [5].

Свои теоретические выводы о линейной пропорциональности между силой упругости и деформацией Роберт Гук проверял проводя опыты с использованием металлических пружин и струн различной длины, которые ученый самостоятельно изготавливал из латунной или стальной проволоки. Ученый поочередно подвешивал к пружине или струне грузы одинаковой массы и наблюдал, как каждый раз пружина или струна растягивается на одну и ту же длину. При этом в опытах Гука большинство твердых тел после снятия нагрузки, вызывавшей перемещения, восстанавливало свою первоначальную форму. Проводя многократные нагружения и разгружения конструкций такого типа, он установил в пределах возможной точности своих измерений, что после снятия нагрузок остаточных изменений их формы не происходит. Такое поведение твердого тела под нагрузкой является совершенно обычным и называется упругим. Но многие из тех материалов, которые Гук считал упругими, при современных более точных методах исследования таковыми не оказываются. Но все же как широкое обобщение выводы Гука остаются справедливыми, именно они стали основой для развития теории упругости [5].

Исследования проводились Гуком, в первую очередь, для военных целей, так как при помощи его принципа легко можно было подсчитать различные силы луков, а также катапульт или баллист. В качестве гражданского применения закона предлагалось использовать закономерность при создании пружинных механизмов. Таким образом, исследования Роберта Гука привели не только к открытию фундаментального закона упругости, но и к изобретению пружинных хронометров [2, 5].

Несмотря на то, что Гук сумел в общем виде изложить принцип сопротивления материалов, его труды и дела не имели ближайших последователей. Таким образом, пользы от того, что существовали представления об упругости, для инженерных целей почти не было. В начале XIX в. возобновляется интерес к опытам с упругими материалами. Труды Анри Навье, Шарля Кулона, Томаса Юнга и других осветили многие проблемы прочности и упругости, углубили теоретические знания и заложили тот фундамент, на котором выросла стройная теория упругости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богомаз, И. В. Механика: учебное пособие / Под общ. ред. И. В. Богомаз. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 346 с.
2. Библиотека Санкт-Петербургского университета высоких технологий. All Rights Reserved [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tehlib.com>. – Дата доступа: 20.10.2019.
3. Гордон, Дж. Конструкции, или почему не ломаются вещи / Перевод к.ф.-м.н. В. Д. Эфроса под редакцией д.т.н., проф. С.Т. Милейко. – Москва: Изд-во «Мир», 1980. – 238 с.
4. Студопедия – Ваша школопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studopedia.ru>. – Дата доступа: 20.10.2019.
5. Универсальная научно-популярная энциклопедия Кругосвет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru>. – Дата доступа: 20.10.2019.

УДК 539.3/6

### **РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МЕТОДАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ**

**В. С. Зайцев, Н. М. Малеванкин, студенты**

**Научный руководитель: старший преподаватель О. В. Другомилова**

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

Формированию теории упругости предшествовали работы ученых XVII и XVIII вв. Еще в начале XVII в. выдающийся итальянский ученый Галилео Галилей сделал попытку применить расчеты к инженерно-строительным задачам и впервые обосновал необходимость применения аналитических методов расчета взамен эмпирических правил. В своих трудах он пытался найти математическое решение задачи о растяжении и изгибе бруса. Однако результаты его исследований имели ошибочные положения, были неполными и ограниченными.

Основой для развития теории упругости стала линейная зависимость между силой и деформацией, впервые представленная английским ученым Робертом Гуком в 1678 г. в его книге «Лекции о восстановительной способности или об упругости». Исследования Эдме Мариотта, Якоба Бернулли, Леонарда Эйлера, Анри Навье, Шарля Кулона, Томаса Юнга, Луи Лагранжа и других учёных в области развития представлений о прочности и жесткости также заложили основу для возникновения теории упругости. Однако главной причиной столь медленного развития теории упругости было то, что все вышеназванные ученые пытались анализировать силы и перемещения, рассматривая конструкцию целиком, вместо того чтобы перейти к силам и деформациям, которые существуют в каждой точке внутри материала [2].

Итак, теория упругости сформировалась в первой половине XIX в., что было обусловлено огромными успехами математического анализа и созданием основ математической теории упругости.

Начиная с 1821 г., после издания работ Анри Навье, в которых были сформулированы основные уравнения равновесия изотропных упругих тел, развитие теории упругости и построение на ее основе различных прикладных теорий протекало весьма интенсивно. В этом же году теория упругости привлекла внимание французского математика Огюстена Луи Коши. Коши пытается улучшить построения Навье и вводит понятия деформации и напряжения, упростив тем самым вывод общих уравнений.

Решение многих задач теории упругости стало возможным после того, как французский механик Барре Сен-Венан сформулировал знаменитый принцип Сен-Венана и предложил эффективный метод решения задач теории упругости. Строгого доказательства этого принципа для общего случая нет, однако он подтверждается экспериментом, численными методами решения задач и аналитическими решениями частных случаев [3].

Большую работу в области теории упругости провели и такие знаменитые ученые XIX в. как Франц Грасгоф, Густав Кирхгофф, Альфред Клебш, Габриель Ламе, Август Ляв и многие другие.

Однако общие решения задач и, в частности, уравнения теории упругости из-за своей сложности представляли собой во многих случаях только решения определённых научных вопросов, весьма отдаленных от практических задач, и не могли служить непосредственно рабочим инструментом инженера того времени.

Широкое использование результатов теории упругости инженерами в своих расчётах стало возможным только с созданием электронно-вычислительных машин в начале 50-х гг. XX в. и с дальнейшим развитием численных методов приближенных решений дифференциальных уравнений [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барашков, В. Н. Основы теории упругости: учебное пособие / В. Н. Барашков, И. Ю. Смолина, Л. Е. Пугеева, Д. Н. Песцов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 184 с.
2. Гордон, Дж. Конструкции, или почему не ломаются вещи / Перевод к.ф.-м.н. В. Д. Эфроса под редакцией д.т.н., проф. С.Т. Милейко. – Москва: Изд-во «Мир», 1980. – 238 с.
3. Самуль, В. И. Основы теории упругости и пластичности: учебное пособие для студентов вузов / В. И. Самуль. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1982. – 264 с.

УДК 631.6(476.2)

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В СВЕТЛОГОРСКОМ РАЙОНЕ

**А. С. Лавриненко, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и  
водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Мелиорация земель является одним из основных средств вовлечения в сельскохозяйственное использование новых земель, повышения плодородия уже существующих и остается важной составляющей развития сельского хозяйства нашей страны. В настоящее время в Республике Беларусь реализуется Государственная программа развития аграрного бизнеса на 2016 - 2020 годы, которая наряду с мероприятиями по развитию сельскохозяйственного производства, рыбоводства, переработке сельскохозяйственной продукции предусматривает мероприятия по сохранению и использованию мелиорированных земель. Основная цель мелиорации земель на современном этапе согласно Государственной программе сохранения и использования мелиорируемых земель – достижение высокой продуктивности угодий путем улучшения неблагоприятных для хозяйственной деятельности природных условий, устранение негативных явлений, провоцируемых в процессе хозяйственной

деятельности. Эта цель достигается посредством сочетания и дифференцирования различных методов и способов реконструкции, и модернизации мелиоративных систем, применением ресурсосберегающих и природоохранных технологий, их эксплуатации, позволяющих обеспечить эффективное использование сельскохозяйственных угодий и получение экологически чистой продукции на мелиорированных землях. Но для того чтобы получить сведения о состоянии систем Светлогорского района нужно проводить их инвентаризацию и учёт.

Инвентаризация - это определенная последовательность практических действий по документальному подтверждению наличия, состояния и оценки имущества и обязательств организации с целью обеспечения достоверности данных учета и отчетности, которая проводится не реже одного раза в пять лет.

В данной статье приводится состояние мелиоративных систем Светлогорского района их анализ и подведение соответствующих выводов.

Проведение оценки состояния мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений в Светлогорском районе позволит получить данные для разработки проектов государственных программ и региональных комплексов мероприятий в области мелиорации земель, а также принятия решений о дальнейшем их использовании. Эта статья позволит дополнить сведения о состоянии мелиоративных систем в Республике Беларусь.

Инвентаризация была проведена на планах земельно-информационных систем (ЗИС) масштаба 1:10000 с использованием материалов инвентаризации предыдущих лет, паспортов мелиоративных систем, данных государственного учета мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

При проведении подготовительных работ и в ходе полевого обследования выполнены следующие работы:

- собраны и изучены материалы ранее проведенной инвентаризации;
- откорректирована и подготовлена картографическая основа для полевых работ;
- проведено полевое обследование площадей мелиоративных систем;
- оценено техническое состояние площадей мелиорированных земель.

Инвентаризация мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений в Светлогорском районе, Гомельской области проведена на основании статьи 25 Закона Республики Беларусь «О мелиорации земель» по поручению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 25 апреля 2014 года № 08/3245 «Об инвентаризации мелиоративных систем» комиссией, утвержденной Светлогорским районным исполнительным комитетом.

Учёт мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений (далее инвентаризация) проведена в соответствии с Инструкцией о порядке проведения инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, утвержденной постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь от 31 июля 2009 года № 56 и Методическими указаниями по проведению инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений в 2019 году, утвержденных Минсельхозпродом 25 апреля 2019 года. Основное внимание уделено участкам мелиоративных систем, где по данным предыдущей инвентаризации, а также по данным, полученным от землепользователей, предприятия мелиоративных систем, других источников, на осушенных землях не обеспечивается нормативный водно-воздушный режим почв.

В процессе проведения инвентаризации, использовались данные предприятия мелиоративных систем о наличии и состоянии мелиорированных земель, данные земельного кадастра, паспорта мелиоративных систем, акты приемки в эксплуатацию мелиоративных систем, объектов, данные государственного учета.

Инвентаризации подлежали мелиоративные системы, расположенные на сельскохозяйственных землях, которые находятся на балансе сельскохозяйственных организаций, районных предприятий мелиоративных систем.

При оценке состояния мелиорированной территории учитывалось использование земель, техническое состояние полей, наличие участков, заросших древесно-кустарниковой растительностью, наличие переувлажненных участков.

В результате инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений в Светлогорском районе установлено (табл. 1.).

Таблица 1. – Сведения о мелиоративных системах и гидротехнических сооружениях Светлогорского района

№	Показатели	Единица измерен-ия	Кол-во
1	2	3	4
1	Количество мелиоративных систем	шт	10
2	Площадь осушенных земель	га	35820
3	Площадь осушенных земель с двухсторонним регулированием водного режима, всего	га	22419
4	Осушено закрытым дренажем, всего	га	27668
5	Осушено открытой сетью, всего	га	8152
6	Площадь земель с механическим водоподъемом	га	1371
7	Протяженность открытой осушительной сети, всего	км	1817,26
8	Протяженность закрытой сети, всего	км	9255,47
9	Протяженность дамб обвалования, всего	км	239,83
10	Протяженность эксплуатационных дорог, всего	км	160,48
11	Сооружения на мелиоративной сети		
11.1	Мосты автомобильные, всего	шт	42
11.2	Шлюзы-регуляторы, всего	шт	28
11.3	Трубы-регуляторы, всего	шт	394
11.4	Трубы-переезды, всего	шт	810
11.5	Пешеходные мосты, всего	шт	81
11.6	Смотровые колодцы	шт	556
11.7	Фильтропоглощительные колодцы	шт	263
11.8	Устья	шт	6557
11.9	Скотоперегоны-водопой	шт	51
11.10	Водоемы-копани	шт	13
12	Насосные станции, всего	шт	7
12.1	в том числе: стационарные	шт	6
12.2	передвижные	шт	1
13	Противопожарные водоемы	шт	29

Из всей площади осушенных земель основным способом является закрытый дренаж. На его долю приходится 77,2% (27668 га) осушенных земель, а остальные 22,8% (8152 га) – открытая сеть. Последнее указывает на достаточно высокий технический уровень, т.к. закрытый дренаж обладает значительными преимуществами.

Как следует из таблицы 1, на территории района насчитывается 10 мелиоративных систем с общей площадью осушенных сельскохозяйственных земель 35820 га, 464,62 га орошаемых земель.

В результате длительной эксплуатации сроком более 35 лет, мелиоративные системы в большинстве своем отслужили нормативный срок, физически и морально устарели.

На площади 3441,1 га или 9,4% от их общей площади, мелиорированные земли требуют реконструкции, а на площади 34011,5 га (9,4%) требуется проведение агро-мелиоративных мероприятий.

Общая протяженность открытой сети 1817,26 км. Из них требует ремонта 67 км, реконструкции - 142 км.

Насчитывается 1274 водорегулирующее и переездное сооружение, из которых требует ремонта 59.

Для обвалования полевых систем построены дамбы общей протяженностью 239,83 км.

Всего в районе имеется 7 насосных станции, из них стационарных 6 шт.

Протяженность дорожной сети составляет 160,475 км, 19,98 км дорог нуждается в ремонте.

По итогам проведения инвентаризации предложены средства, предусмотренные программой «Сохранение и использование мелиорированных земель на период 2016-2020 годы» направить на восстановление открытой осушительной сети и гидротехнических сооружений. Кроме того, рекомендовано провести агро-мелиоративные мероприятия на площади 3401,15 га и реконструировать осушенные земли на площади 3441,1 га. Снято с учета 841,8 га осушенных земель.

Для обеспечения условий нормального сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях в районе необходимо выполнить ремонт, реконструкцию и агро-мелиоративные мероприятия мелиоративных систем.

Анализ данных показывает, что на мелиоративных системах Светлогорского района требуется:

- реконструкция осушаемых земель - 3441,1 га;
- агро-мелиорация осушаемых земель - 3401,15 га;
- снятие с учета осушаемых земель - 841,8 га;
- ремонт открытой сети - 67 км;
- реконструкция открытой сети - 142 км;
- ремонт дамб обвалования - 43 км;
- реконструкция авто. моста - 1 шт.;
- ремонт трубы-регулятора – 34 шт.;
- реконструкция трубы-регулятора – 24 шт.;
- ремонт трубы-переезда – 52 шт.;

- реконструкция трубы-переезда – 34 шт.

Ведение сельскохозяйственного производства на осушенных землях в Светлогорском районе показало свою перспективность. Вместе с тем значительная часть мелиоративных систем эксплуатируется более 35 лет. На них управляемость водным режимом, как правило, ограничена неудовлетворительным техническим состоянием и не может обеспечить требований интенсивного земледелия. Поэтому необходимо обеспечить реконструкцию и восстановление таких систем.

По результатам анализа материалов инвентаризации, анализа литературных источников и натуральных обследований можно сделать следующие выводы.

1. Проводить полный комплекс ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах с учетом конструктивной особенности каждой системы.

2. Увеличить объемы реконструкции мелиоративных систем и в первую очередь на системах для обеспечения гарантированного увлажнения с использованием построенных прудов, водохранилищ, а также на системах, устаревших по своим конструкциям.

3. Использовать мелиорированные земли, в том числе на торфяных почвах в соответствии с проектами и технической возможностью системы.

4. Проводить реконструкцию рек-водоприемников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Г. И. Афанасик [и др.]; под общ. ред. А. П. Лихацевича. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 436 с.

2. Гидрография Гомельской области / Г.Н. Каропа. – Гомель.: ГомГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 15 с.

3. Закон Республики Беларусь «О мелиорации земель» от 23 июля 2008 г. № 423-З.

4. О результатах мониторинга проведения мелиоративных мероприятий и использования мелиорированных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kgkgomel.gov.by> – свободный.

5. Материалы инвентаризации мелиоративных систем по Светлогорскому району Гомельской области (открытое акционерное общество «Полесьегипроводхоз» филиал «Гомельводпроект» 2019 год.)

УДК 005.962.13:631.6

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**А. С. Лавриненко, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и  
водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Мелиоративные мероприятий – комплекс мер, направленных на улучшение водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв, выполняемых с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов, для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Существует следующие основные виды мелиоративных мероприятий, которые повсеместно выполняются в организациях для поддержания водно-воздушного режима почв:

- уходные мероприятия;
- реконструкция;
- ремонтные мероприятия.

На современном этапе уходные мероприятия занимают важную роль в поддержке мелиоративных площадей в удовлетворительном состоянии и продлении срока «жизни» мелиоративных систем. Уходные мероприятия включают в себя работы: окашивание бERM и откосов каналов; обработка гербицидами и сводка гидрофитной растительности; сводка древесно-кустарниковой растительности; обработка поросли кустарника гербицидами; очитка каналов от заиления каналоочистителями (в некоторых случаях очистка и ремонт дренажных устьев, разборка бобровых плотин).

Уходные работы должны выполняться ежегодно в полном объеме. Выполнение вышеизложенных уходных мероприятий позволяет поддерживать в рабочем состоянии как открытую сеть, так и закрытый дренаж, а также своевременно выявлять неисправные дренажные системы и принимать решения по устранению неисправностей.

Как правило, реконструкция объектов, осушенных закрытым дренажом проводится в два этапа. На первом этапе работ предусматривается мероприятия по реконструкции водоприемника и открытой сети, промывке и восстановлению дренажных коллекторов,

сводке древесно-кустарниковой растительности. На втором этапе предусматривают мероприятия по реконструкции дренажа (устройство новых и переустройство существующих дренажных линий, сгущение дренажа), гидротехнических сооружений, обработке пласта, а также других элементов мелиоративной системы.

При реконструкции объектов осушенных открытой сетью все работы выполняют в один этап.

Реконструкции подлежат осушительные системы или их элементы, в процессе эксплуатации, которых установлено, что они не обеспечивают нормативный водный режим из-за:

- физического и морального износа при снижении балансовой стоимости элементов мелиоративной системы более чем на 50 % с истечением проектного срока эксплуатации;

- выхода из строя отдельных элементов, обеспечивающих функционирование осушительных

- и осушительно-увлажнительных систем вследствие заиления и зарастания открытой проводящей сети, создающих подпор в регулирующей сети; заиления полостей дренажных труб песчаными отложениями или заохривания плотными отложениями, не удаляемыми при промывке; уменьшения глубины заложения дрен из-за уплотнения и сработки торфа;

- разрушения дренажных систем при строительстве дорог и прокладке коммуникаций;

- разрушения оградительных дамб, сооружений, износа оборудования, не подлежащего ремонту, или при недостаточной производительности насосных станций;

- изменения характеристик почвенного покрова (в том числе сработка торфяных почв), физико-механических свойств грунтов в результате длительного интенсивного сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель и хозяйственной деятельности, которые привели к значительному снижению водопроницаемости засыпки дренажных траншей или полной кольматации защитно-фильтрующих материалов и входных отверстий дренажных труб, а также к периодическому переувлажнению из-за образования уплотненного подпахотного слоя; образования бессточных понижений вследствие неравномерной осадки поверхности земли и неправильной обработки почвы, в которых происходит вымочка посевов и зарастание кустарником;

- обстоятельств природного и техногенного характера, повлиявших на техническое состояние элементов мелиоративной системы (паводки, аварии, строительство на мелиоративных системах других объектов и т. п.);

- достижения предельного состояния сооружения (элемента мелиоративной системы), при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима по условиям аварийной опасности или экономической нецелесообразности;

- использования сооружения по новому назначению;

- состояния сооружения, которое не обеспечивает эксплуатационные требования (изменение пропускной способности, местоположения, технических показателей и т. п.).

В состав работ и мероприятий по реконструкции осушительных систем следует включать:

- замену открытой осушительной сети на закрытую;

- восстановление открытой осушительной сети;

- восстановление вышедшей из строя и не подлежащей ремонту закрытой осушительной сети;

- сгущение закрытой осушительной сети;

- восстановление и строительство дополнительных элементов мелиоративной системы (каналов, регулирующих и транспортных сооружений, насосных станций, ограждающих дамб, дорог и др.);

- природоохранные мероприятия.

При реконструкции закрытой осушительной сети необходимо предусматривать выполнение следующих работ:

- определение местоположения существующего дренажа;

- промывку коллекторов;

- подключение нарушаемых при строительстве коллекторов и дрен к вновь устраиваемым;

- засыпку траншей вновь устраиваемых дрен на участках со слабопроницаемыми почвами тяжелого механического состава хорошо фильтрующим материалом;

- подключение заиленных, поврежденных и непромытых дрен, а также дрен при глубине их заложения в истоках и понижениях менее 0,7 м к новому коллектору через фильтр.

К ремонту относят работы, связанные с восстановлением основных физико-технических и потребительских качеств мелиоративных систем, утраченных в процессе эксплуатации. При ремонте мелиоративных систем восстанавливают каналы, дамбы,

плотины, водопропускные сооружения, очищают водоприемники, промывают, ремонтируют или переключают дренажные линии.

В состав ремонтных работ включают восстановление работоспособности открытой сети (подчистка, свodka древесно-кустарниковой растительности с откосов и берм, сопутствующие виды работ), ремонт сооружений на открытой сети, восстановление устьев дренажных коллекторов, а также отдельные мероприятия по организации поверхностного стока (которые сопрягаются с открытой сетью – срезка существующих кавальеров, устройство ложбин стока, водосбросных воронок и др.). В отдельных случаях в ремонт включают также помывку дренажных систем.

Проведение ремонтно-эксплуатационных работ осуществляется в соответствии с утвержденными республиканской, областными и районными программами по сохранению и использованию мелиорированных земель, а также на основании инвестиций по заказам землевладельцев, землепользователей и собственников земельных участков.

Выбор объектов ремонта мелиоративных систем осуществляется службой заказчика и районными комиссиями, оформляется соответствующими актами, которые утверждаются в установленном порядке.

Ремонт мелиоративной системы может быть комплексным и выборочным. Комплексный ремонт должен охватывать все элементы мелиоративной системы, подлежащие ремонту. При выборочном ремонте следует восстанавливать отдельные элементы мелиоративной системы (каналы, закрытую сеть, сооружения, дороги, дамбы, трубопроводы и т. д.).

Капитальный ремонт следует проводить при значительном износе и повреждении (ориентировочно от 20 % до 50 %) капитальных сооружений или элементов мелиоративной сети.

Капитальный ремонт проводят с определенной периодичностью, которая для разных элементов мелиоративных систем может составлять от 2 до 20 лет.

Отремонтированная мелиоративная система, включающая комплекс функционально взаимосвязанных гидротехнических сооружений и устройств, должна обеспечивать в корнеобитаемом слое мелиорированных земель оптимальный водно-воздушный режим, необходимые условия эксплуатации и проведения

сельскохозяйственных работ для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Перспективность и очередность проведения ремонтных работ следует устанавливать на основании анализа всех приоритетов, а также экономических, социальных и экологических условий.

В летний период, когда в основном земли заняты сельскохозяйственными культурами, ремонтные работы следует предусматривать на мелиоративных системах, к которым прилегают земли, занятые парами, участками торфодобычи, лесными массивами и лесозащитными полосами, грунтовыми дорогами; участки, занятые малоценными угодьями, а также ремонт дамб, плотин и других сооружений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Г. И. Афанасик [и др.]; под общ. ред. А. П. Лихацевича. – Минск.Тэхналогія, 2000. – 436 с.
2. Закон Республики Беларусь «О мелиорации земель» от 23 июля 2008 г. № 423-З.
3. Лихацевич, А. П. Мелиорация земель в Беларуси. / А. П. Лихацевич, А. С. Меевский, Н. И. Вахонин. – Минск, БелНИИМиЛ, 2001. – 308 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 410 с.
5. Гулюк, Г. Г. Агромелиоративные мероприятия при длительной эксплуатации дренажа и экологической реабилитации техногенно загрязненных земель гумидной зоны. – М.: Моск. ун-т, 2004. – 232 с.
6. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: Практ. пособие/ Г.И. Кузнецов, Н.И. Смеян, Г.С. Цытрон и др. Под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. - Мн.: Оргстрой, 2001. -432 с.

УДК 631.6:631.3

### **ОЧИСТКА ОТ ЗАИЛЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ УСТЬЕВ, И ОЦЕНКА ВНУТРЕННЕГО СОСТОЯНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТРОЙСТВА ОД-100**

**А. С. Лавриненко, студент**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и  
водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Общая площадь мелиорированных сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь составляет 2,9 миллиона гектар, из них закрытым дренажем осушено 2,23 млн. га. Отвод избыточной воды с этой территории обеспечивают около 957 тыс. км закрытых

дренажных линий, в том числе 177 тыс. км коллекторов и порядка 780 тыс. км дрен. В большинстве своем мелиоративные системы построены в 70-80 годах минувшего столетия. С течением времени, по причине естественного старения и накопления повреждений, сложность и капиталоемкость обслуживания закрытой мелиоративной сети возрастает. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка и освоение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий выполнения ремонтно-эксплуатационных работ, обеспечивающих максимальный срок службы мелиоративных систем без их реконструкции. Возрастает роль достоверной оперативной оценки состояния закрытых мелиоративных систем, выполняемой с применением диагностического оборудования, что позволяет своевременно и качественно устранять повреждения с минимальными затратами. В статье дана технология обследования и выполнение уходовых работ на закрытой дренажной сети с применением устройства ОД-100.

Работы по очистке от заиливания дренажных устьев и оценку внутреннего состояния коллекторов выполняет звено в составе двух рабочих. Звено комплектуется устройством ОД-100, поисковым устройством и шанцевым инструментом.

При обнаружении повреждения устьевой части коллектора, которое можно устранить лишь с применением экскаваторных раскопок, неисправность отмечается в журнале технического осмотра, после чего рабочие переходят на следующий коллектор. Последующее решение о раскопках и устранении неисправности принимает комиссия с участием специалиста по техническому надзору.

Очистка от заиливания и корней растений устьевой части коллектора на расстояние до 3 м выполняется насадкой совковой НС-3 или головкой винтовой ГВ-1, которые закрепляются на телескопической штанге при общей длине 3 м. При очистке коллектора на расстояние свыше 3,0 м и его диаметре более 100 мм головка винтовая ГВ-1 устанавливается на устройство ОД-100. При наличии в устьевой части корней растений для их удаления возможно использовать также насадку корневую НК-1.

Насадка закрепляется на проталкивающем стеклопластиковом стержне устройства ОД-100 и вводится в устьевую часть коллектора. Пластмассовые стержни, закрепленные на корпусе насадки, отрывают корни растений, при этом заостренные стержни, установленные на ее головке, за счет своего наклонного расположения не препятствуют

движению устройства. При движении обратным ходом заостренные стержни захватывают корни растений и извлекают их наружу.

После очистки устья на устройство ОД-100 устанавливается контрольная головка соответствующего диаметра и оценивается внутреннее состояние коллектора. При этом один рабочий вручную проталкивает стеклопластиковый стержень с контрольной головкой по полости трубопровода, а второй контролирует его разматывание.

Устье является наиболее ответственной частью закрытой дренажной системы, от его состояния зависит исправность работы всей осушительной сети. Наиболее характерные неисправности, наблюдаемые в устьевой части коллекторов, и предлагаемые мероприятия по восстановлению их технического состояния приведены в табл. 1.

Таблица 1. – Наиболее характерные неисправности, наблюдаемые в устьевой части дренажных коллекторов, и мероприятия по восстановлению их технического состояния

Вид неисправности	Причины неудовлетворительного состояния (неисправности)	Мероприятия по восстановлению технического состояния
Дренажный сток поступает в канал, частично или полностью минуя устьевую трубу	Нарушен узел соединения устьевой трубы с коллектором. Смещение коллекторных трубок	Вскрытие устьевой трубы, ремонт узла соединения трубы с коллектором. Восстановление коллекторных трубок
	Разрушение устьевой и коллекторных трубок в результате промерзания, оползания и пучений грунта	Переустройство устьев с применением типовых облегченных конструкций
Смещение водосбросного лотка. Отсутствует устьевая труба. Вода поступает (просачивается) через откос канала	Механические повреждения лотка и устья при очистке канала, выпасе скота и др. Местные обрушения откосов канала. Разрушение устья потоком поверхностных вод, поступающих в канал	Ремонт устьевого оголовка. Замена устьевой трубы с восстановлением сопряжения ее с коллектором
Заилиение лотка и трубной полости	Отсутствие регулярного обслуживания. Подпор коллекторов проводящими каналами	Очистка устройством ОД-100; шанцевым инструментом
Проникновение в устьевые трубы корней растений и кустарника	Наличие кустарника на откосах канала. Зарастание русла канала	Ликвидация кустарника на откосах и бровке канала. Очистка устройством ОД-100; шанцевым инструментом; ремонт устья

При диаметре коллектора 75, 100, 125, 150...175 мм используются головки соответственно диаметром 60, 80, 100 и 125 мм. Свободный проход данных головок означает, что заиливание не превышает 25% площади сечения трубопровода, то есть состояние коллектора согласно Правилам эксплуатации мелиоративных систем, удовлетворительное.

При встрече контрольной головкой препятствия (продвижение стеклопластикового стержня прекращается) определяется место ее остановки с применением поискового устройства. Для этого контрольная головка извлекается из коллектора и заменяется на поисковую (генератор подачи сигнала). Стеклопластиковый стержень с поисковой головкой помещается в устье коллектора и проталкивается до места нахождения препятствия. Продвигаясь по трассе коллектора с приемником поискового устройства, находят место остановки поисковой головки по стрелочному индикатору (устройство ПУ-2) или по звуковому и световому сигналам (устройство «TRASKA»). В данной точке устанавливается вешка.

Если прохождение контрольной головки по трубопроводу на длину стержня осуществляется без задержек, но при наличии на коллекторной системе вымочек или переувлажнённое место остановки контрольной головки также определяется с помощью поискового устройства.

В случае разрушения грунтовой пробки при обследовании коллектора контрольной головкой и появления интенсивного дренажного стока дальнейшую очистку трубопровода возможно выполнять устройством ОД-100 с применением крестообразных насадок, а при закупорке полости коллектора охрой возможно применение насадок типа «ёрш».

Результаты обследования с указанием названия канала, номера коллектора, места расположения неисправности, состояния поверхности коллекторной системы на первом этапе производства работ заносятся в журнал технического осмотра дренажной сети. После чего комиссией с представителем технического надзора принимается решение о необходимости выполнения раскопок и производства ремонтных работ.

Отрывку шурфов в местах остановки контрольной головки на втором этапе производят при достижении объема работ соответствующего, как минимум, дневной выработке ремонтного звена.

Поскольку точная глубина закладки коллектора не всегда известна, в процессе отрывки шурфа в минеральных грунтах рабочий должен следить за появлением в разрабатываемом забое растительного слоя присыпки, который четко выделяется на стенке траншеи. При этом зондируется шупом местоположение дренажных трубок, и определяется толщина остаточного слоя грунта над ним. Отрывка шурфа прекращается при толщине остаточного слоя грунта над коллектором 0,1-0,2 м.

После отрывки шурфа экскаватором он дорабатывается вручную и устанавливается причина неисправности, для чего извлекается одна или несколько гончарных трубок или вырезанный отрезок полиэтиленовой трубы. В извлеченной трубке линейкой замеряется ее внутренний диаметр, толщина слоя заиления, определяется глубина заиления коллектора, внешнее состояние, а также возможность очистки и промывки коллектора при наличии в трубопроводе корней растений или кустарника, оценивается ЗФМ. Результаты замеров заносятся в журнал технического осмотра дренажной сети.

При обнаружении в коллекторе заиления менее 25% площади сечения трубопровода и отсутствии по трассе переувлажнений и вымочек можно считать состояние коллектора удовлетворительным и далее оценку внутреннего состояния не выполнять. При наличии вымочек или переувлажнений, а также заиления в коллекторе более 25% осуществляется дальнейшая оценка его состояния с применением устройства ОД-100 оборудованного контрольной головкой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Г. И. Афанасик [и др.]; под общ. ред. А. П. Лихацевича. – Минск.: Тэхналогія, 2000. – 436 с.
2. Лихацевич, А. П. Мелиорация земель в Беларуси. / А. П. Лихацевич, А. С. Меевский, Н. И. Вахонин. – Минск, БелНИИМиЛ, 2001. – 308 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 410 с.
4. Гулюк, Г. Г. Агротехнологические мероприятия при длительной эксплуатации дренажа и экологической реабилитации техногенно загрязненных земель гумидной зоны. – М.: Моск. ун-т, 2004. – 232 с.

УДК 691.32:666.972.167

## АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

С. А. Латошка, В. А. Прибыш, студенты

Научный руководитель: старший преподаватель Н. П. Хруцкая

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

Согласно исследованиям, впервые фронтоны появляются в Древней Греции, где выполняло функцию парадного украшения, поддерживаемой колоннами, и декоративной, заполненной рельефными скульптурами. Самый известный пример – афинский Парфенон (рис.1), где на примере есть возможность убедиться в непревзойдённом мастерстве греческих проектировщиков, а между прочем строению примерно 2500 лет! Пространство с мифическими барельефами называется тимпан, причём историки утверждают, что когда-то оно все украшалось фресками, орнаментами и рисунками. Торжество стройной структуры в цвете, наверное, выглядело великолепно.

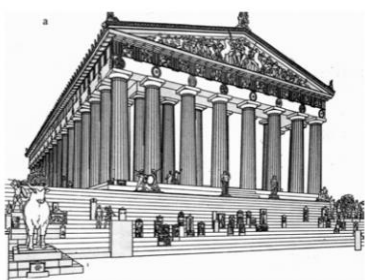


Рисунок 1. – Афинский Парфенон

Также существуют другие, «открытые», варианты – продавленный свод и разорванный треугольник, которые являются развитием вариациями изначальных моделей. Вторые как бы разделили замкнутое пространство первых и визуально смотрятся смелее и прогрессивнее. Они часто используемые в английском классическом стиле королевы Анны, т.н. грузинском и колониальном. Отдельно следует

отметить «шее лебедя», где «сломанный» фронтон имеет S-образные окончания с изгибом в обе стороны.

Независимо от размера фронтон должен выполнять основные функции. Главной из которых является защитная функция. Этот конструктивный элемент используется с целью защитить от проникновения осадков, порывов ветра и других неблагоприятных погодных условий.

Если в проекте предусматривается строительство отапливаемой мансарды, то в дополнение к функции защиты, фронтон должен обеспечить сохранность и поддержание теплового режима, что влечет за собой необходимость выполнения работ по утеплению фронтона мансардной крыши.

Не редко несущие элементы крыш опираются на колонны.



Рисунок 1. – Опираие крыши на колонны

Классическую форму колонны приобрели в искусстве Древней Греции, где сформировались системы основных архитектурных ордеров: ствол обычно утончается кверху, иногда получая при этом криволинейные очертания или «припухлость», и обрабатывается каннелюрами. Ствол колонны устривается на простой или сложной базе и увенчивается капителью. Художественная выразительность и значение колонн определяются её пропорциями, членениями и пластической обра-

боткой, а также соотношением высоты и диаметра колонны с интерколумнием и с размерами сооружения в целом.

Колонны состоят из следующих элементов:

База — нижняя расширяющаяся часть, которая расположена между стволом колонны и стилобатом. Призвана распределять вес опоры с перекрытием на цоколь или стереобат. В древнегреческом дорическом ордере отсутствует база. В ионическом, коринфском и аттическом сложно профилирована.

Фуст (тело колонны) — основная часть колонны. В классическом дорическом, ионическом и коринфском ордерах фуст колонны имеет каннелюры.

Капитель — верхняя часть колонны, распределяющая нагрузку с несомых элементов. Однако чаще имеет зрительное, тектоническое или декоративное значение, поэтому является наиболее выразительным элементом в художественном отношении.

Пожалуй, не будет преувеличением сказать, что крыльцо частного загородного дома должно быть функциональным и вписываться в экстерьер здания. В то же время стильное и оригинальное крыльцо не редко является визитной карточкой дома.

Условно конструкцию крыльца частного дома можно разделить на три основных типа: простое, встроенное или присоединённое:

Крыльцо простого типа представляет собой площадку со ступеньками и навес над ней. При сборке такого крыльца самой сложной операцией будет заливка фундамента, который потребуются даже для лёгкой деревянной конструкции;

Встроенное крыльцо проектируется вместе с домом и строится капитально;

Крыльцо присоединённого типа внешне не отличается от встроенного, но может быть легко модифицировано и перестроено. При этом присоединённое крыльцо может быть устроено путём переделки или незначительной доделки простого крыльца.

В этой статье мы рассмотрели архитектурные элементы, которые представляют фасад здания, являющийся лицевой стороной, на которую люди, проходя, будут обращать внимания.

УДК 691.32:666.972.167

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**С. А. Латошка, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель Д. С. Дубяго**

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

В настоящее время действует Государственная программа по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2017 – 2020 годы. Согласно ей в Республике Беларусь в 2017 году протяженность сети автомобильных дорог общего пользования составляла 86 896 километров. Из общей их протяженности твердое покрытие имеют 75 353 километра дорог (или 86,7 процента), из них усовершенствованное покрытие – 48 419 километров. Практически все республиканские автомобильные дороги имеют усовершенствованное покрытие. Местные автомобильные дороги протяженностью 11 500 километров не имеют твердого покрытия, являются грунтовыми, проезд по ним при неблагоприятных погодных условиях проблематичен составляющих успешного строительства автомобильных дорог.

Плотность сети автомобильных дорог общего пользования составляет 418 километров на 1000 кв. километров территории республики и является одной из самых высоких среди стран – участниц Содружества Независимых Государств.

Программа предусматривает реконструкцию и возведение автомобильных дорог. Снижение материально-технических затрат на строительство автомобильных дорог соответствует целям и вышеуказанной программы.

Нами был проанализирован метод стабилизации оснований дороги при строительстве автомобильных дорог. Для использования данного метода стабилизации грунтов используется профессиональный комплекс (стабилизаторные сцепки) в составе:

- тягового трактора с комплектом приводного оборудования и дорожной фрезой немецкого производства;

- тягового трактора с комплектом приводного оборудования и дорожной фрезы весом не менее 12 т, либо автогрейдер массой 16 т (если есть необходимость изменить рельеф) для разработки грунта на первичном цикле производства дорожных работ.

Всё это позволяет качественно и основательно подготовить место прохождения (или ремонта) предполагаемой дороги перед укреплением грунта специализированной техникой.

Следует отметить, что одновременно с выполнением работ по укреплению грунта при строительстве дорог приходится осуществлять и вспомогательные работы. Основными из которых являются прокладка различных инженерных коммуникаций и водоотводных каналов. Основным механизмом выполнения этой технологической операции является колесный экскаватор.

При строительстве автомобильных дорог применяются укрепляющие материалы. Например, для глинистых грунтов очень широко применяются минеральные вяжущие - обычная известь и цемент. При их использовании перемешивают укрепляемую смесь извести и цемента. Для этого используют стабилизаторную сцепку, которую впоследствии будет применять при укреплении грунта на самой дороге.

Полученная смесь в кратчайшие сроки (во избежание попадания осадков) доставляется на укрепляемую или строящуюся автомобильную дорогу. Полученная и доставленная смесь сразу же разравнивается автогрейдером. Для этих целей используется средний автогрейдер (весом до 14 тонн).

Измельчение грунта – одна из важных работ при стабилизации грунта. Стабилизационная сцепка смешивает отгрейдерированный материал с имеющимся дорожным грунтом оперативно и равномерно. За счет применения устройств с высокими оборотами ротора-измельчителя достигается практически идеальная консистенция укрепляемого материала. Прижимной валец производит первичную трамбовку грунта непосредственно на стадии измельчения смеси.

Стабилизационная сцепка, в отличие от многотонного реклейма-ра, имеет высокую маневренность. Это особенно актуально при производстве работ на узких улицах и проездах в сельских населенных пунктах.

Однако, в определенных условиях не обойтись без экскаватора-погрузчика. Он обеспечивает неограниченную мобильность при работе с грунтами. Особенно это качество ценно при формировании обочин автомобильных дорог. После завершения этой технологической операции, орошается измельченный грунт реагентами-стабилизаторами и вторично перемешивается грунт на глубину до 30 см.

Для стабилизации глинистых грунтов в наиболее часто применяется ионный стабилизатор LBS, со средним расходом 0,2...0,6 литра на

1 м<sup>3</sup> грунта. Для укрепления несвязанных грунтов – песков и песчаных супесей – наиболее часто применяют стабилизатор М10+50 или Ла-Трак. При усредненном расходе от 2 до 4 литров на 1 м<sup>3</sup>.

Следующе технологической операцией является смешение укрепленного грунта. Особенностью грунтовых автомобильных дорог Республики Беларусь является высокая влажность грунта. В целях экономии дорогостоящих импортных влагоудаляющих реагентов (ионный стабилизатор LBS), применяются широко распространенные материалы.

Тип и объем любого типа добавок – результат не только предварительного анализа грунта, но и следствие регулярного лабораторного контроля. За счет этого при строительстве дорог методом стабилизации происходит перманентный мониторинг соблюдения технологии ведения работ.

Следующей технологической операцией является уплотнение стабилизированного грунта. Грунт уплотняется грунтовым виброкатком массой не менее 15 т, либо выполняется повторный проход стабилизаторной установки. После этого грунт уплотняется катком с кулачковыми насадками.

Затем необходимо обеспечить затвердевание грунта, если конечной целью было строительство автомобильной дороги с без дорожных одежд. Движение на дороге должно быть ограничено в течении нескольких суток. Укрепляющие реагенты обеспечивают полимеризацию грунта. Это обеспечит требуемую прочность и долговечность с достаточно высокой несущей способностью, которая будет не ниже, чем у дороги с основанием из песчано-гравийной смеси. В случае, если укрепляемая автомобильная дорога является улицей населенного пункта, то после прохода грунтового виброкатка рекомендуется дополнительная трамбовка.

Вышеуказанный метод является наиболее перспективным методом устройства дорожного покрытия автомобильных дорог. Применение данного метода не требует значительных материально-технических и финансовых затрат на строительство покрытия автомобильной дороги. Также этот метод применим для устройства внутрихозяйственных автомобильных дорог и дорог сельских населенных пунктов.

УДК345.67

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

**В. Ю. Лысёнок, Н. А. Самохин, студенты**

**Научный руководитель: старший преподаватель Н. П. Хруцкая**

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

**Введение:** Сегодня город представляет собой сложный механизм, в котором тесно переплетены инженерные, архитектурно-планировочные, социально-экономические принципы. Для удобной и рациональной организации этого сложного механизма основой планировочного решения города было зонирование его территории (исходя из видов и функциональных особенностей градостроительства).

В соответствии со СНиП 2-60-75 территория города делится на следующие зоны по их функциональному назначению: а) в жилой зоне (там находятся жилые районы и микрорайоны; административно-общественные учреждения и учреждения культурно-бытового обслуживания; зеленые насаждения и спортивные сооружения общего пользования; улицы и площади; складские помещения, внешние транспортеры; неудобные для застройки и еще не используемые площади и т. д. б) промышленные зоны, в которых промышленные предприятия со своими культурных учреждений, улиц, площадей, дорог и зеленых насаждений служат; В) транспортные зоны, занятые внешними транспортными объектами; г) коммунальные и складские помещения; д) санитарно-охранные зоны, отделяющие промышленные предприятия и транспортные объекты от жилья.

Производственная зона должна располагаться таким образом, чтобы можно было организовать удобное транспортное и пешеходное сообщение с местами проживания рабочих (жилой район). Территория для производственных зон выбирается с учетом возможности их дальнейшей связи с линиями наружного транспорта. Однако пересечение производственных районов с транзитными и автодорогами нежелательно.

В зависимости от интенсивности выброса вредных веществ промышленными предприятиями промышленная зона расположена на разных расстояниях от жилой зоны.

Жилой район, как правило, расположен на подветренной стороне, а также ниже по течению по отношению к промышленным предприятиям, являющимся источниками загрязнения окружающей среды.

В практике градостроительства были выявлены три характерных случая взаимного обустройства промышленных и жилых районов. В первом

случае жилой район находится на значительном удалении от промышленной зоны, в которую входят предприятия черной и цветной металлургии, нефтехимии и химии, крупные цементные заводы, крупные тепловые электростанции и другие. Иногда при особой вредности промышленных выбросов ширина защитной зоны увеличивается до нескольких километров. Вторым случаем относится к размещению промышленности вблизи границ жилого района. Третий случай характеризуется образованием промышленных и жилых районов, в которых промышленные предприятия находятся в пределах жилой зоны. Это размещение допустимо для предприятий классов IV и V, которые не нуждаются в прокладке рельсов.

При определении относительного положения промышленных и жилых районов учитывается также уровень шума отдельных видов предприятий.

Сфера наружного транспорта включает железнодорожный, автомобильный, водный и воздушный транспорт, проектирование внешней транспортной линии в органической связи с дорожной сетью города и его транспортом, такой комплексный подход обеспечивает высокий уровень комфорта пассажиров, рациональность местных и транзитных грузовых перевозок, а также способствует повышению эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Комплекс транспортных сооружений и сооружений внешнего и городского значения, осуществляющих операции по междугородному, местному и городскому транспорту пассажиров и грузов, образует транспортный узел.

Муниципально-складская зона города находится в удобной связи с внешними транспортными сетями. В муниципальной складской зоне территория будет выделена для коммунальных и складских предприятий. В крупнейших, крупных и крупных городах такие территории должны быть распределены. Общие склады товаров и фруктовые базы обеспечивают хорошее транспортное сообщение с жилыми районами и расположены отдельно от промышленных районов города.

Жилые, промышленные, транспортные, складские зоны вместе с прилегающими к ним санитарно-защитными зонами составляют застроенную территорию города. Вне застроенной территории, но в городской черте городских лесных парков, городских инженерных коммуникаций находятся сооружения, которые по эксплуатационно-гигиеническим соображениям не могут быть размещены в застроенной части города.

В городе не все элементы одинаковы с точки зрения спроса среди населения. Некоторые элементы-места массового использования: городские, а также в крупных городах и районных центрах, крупных промышленных предприятиях, крупных административных и государственных

учреждениях, вузах, железнодорожных и водных станциях, стадионах, парках. Расположение этих объектов, создающих большие транспортные потоки, определяет общую конфигурацию сети главных улиц и площадей города.

Центр города всегда был ядром, вокруг которого вращается карта города. Городской центр расположен, пожалуй, более централизованно по отношению ко всей застроенной территории города, недалеко от пересечения главных улиц, соединяющих центр с другими важными точками притяжения населения.

При данном пересечении ведущих транспортных потоков должны располагаться за пределами главной площади центра города, дабы не допустить возможного нарушения нормального функционирования города транспортом, проходящим через эту зону транзитом.

Основную роль в формировании планировочной структуры города оказывают массивы водных пространств и зеленых насаждений. Когда город расположен на обоих берегах, река часто становится одной из главных композиционных осей городского плана. Если река большая, то как правило город располагается на ее высшем берегу. Однако чем шире река и чем меньше город, тем лучше развивать его на одном берегу реки, во избежание строительства дорогостоящих городских мостов и сложности технического оснащения города. Расположение городов на берегу моря или озера также отражает тягу города к воде. Почти во всех городах, расположенных по берегам водохранилищ, городской центр смещен от геометрического центра городской территории к водохранилищу, а иногда находится прямо на его берегу.

**Вывод:** Сочетание жилых районов, массовых точек и сети центральных улиц и площадей города создает единую планировочную структуру города.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Бутягин Планировка и благоустройства городов.
2. Авдотин, Лежава ,Смоляр Градостроительное проектирование.
3. В.К.Степанов, Л.Б.Великовский, А.С.Тарутин Основы планировки населенных мест.
4. Марков, Бутузова Малые города в системах расселения.

УДК 626. 823 (075.8)

## **ВОДОСБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ**

**Д. А. Максименко, студентка**

**Научный руководитель: старший преподаватель Л. И. Мельникова**

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

**Введение.** Разработка новых гидравлических технологий и средств их осуществления для регулирования уровня воды, а также пропуска расходов, свободных от экологических недостатков является важной экологической инженерной и экономической задачей. Наиболее надежными и перспективными являются сооружения автоматического действия, регулирующие уровенный и расходный режимы. Имеются устройства, типа – устройства для автоматического регулирования уровня воды; устройства для регулирования уровня режима водотоков; сифонные водосбросы-регуляторы.

В качестве такого устройства для водоохраных объектов была предложена конструкция водосбросного сооружения с авторегулятором уровня верхнего бьефа поплавкового типа, отличающаяся повышенной пропускной способностью (по сравнению с известными) и пониженной материалоемкостью (рис.1). Отличительная эксплуатационная особенность данного сооружения заключается в том, что оно, работая в автоматическом режиме, обеспечивает забор воды из наиболее чистых глубинных слоев, аккумулируя в водоеме, при необходимости, плавающие предметы, взвешенные частицы и донные отложения.

**Цель работы.** Предложить рациональные конструктивные решения водосбросных сооружений автоматического действия, обеспечивающие постоянный уровенный режим (НПУ) в небольших прудах, используемых для сельскохозяйственных и природоохраных целей.

**Материалы и 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. Модель водосбросного сооружения была установлена в желе-

зобетонном русловом лотке длиной 9,5 м, шириной 1,0 м, высотой 0,8 м, оборудованном решеткой-гасителем, мерным треугольным водосливом и жалюзиями (рисунок 1). Башня и водоотводящая труба водосброса были выполнены из пластмассовой трубы круглого сечения. Поплавковый затвор изготовили из листового железа и представлял он собой двухступенчатый цилиндр с герметичной наружной обшивкой [2].

**Результаты исследований.** На кафедре гидротехнических сооружений БГСХА была предложена конструкция башенного водосброса с авторегулятором уровня верхнего бьефа поплавкового типа (рис.1).

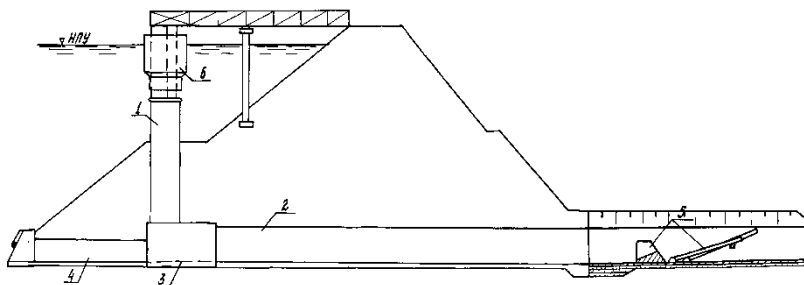


Рисунок 1. – Конструктивное решение водосбросного сооружения башенного типа

### 1. Конструкция водосбросного сооружения

Водосбросное сооружение автоматического действия состоит из следующих составных частей: 1 – башни (шахты); 2 – водоотводящей трубы; 3 – соединительного колена; 4 – донного водоспуска; 5 – устройства нижнего бьефа; 6 – затвора – автомата поплавкового типа.

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 [1]. При необходимости данное сооружение может иметь съемный служебный мостик, который опирается на верхние концы направляющих стержней.

Затвор – автомат поплавкового типа предназначен для трубчатых водосбросных сооружений. Причем, для водосбросных сооружений с башней круглого сечения поплавок имеет цилиндрическую форму.

Поплавок, стакан, воздухоподводящая труба выполняются из листового железа толщиной 3 – 4 мм. Затвор устанавливается на гребне водослива и фиксируется (удерживается) при помощи направляющих патрубков и стержней (рис.2). Направляющие патрубки крепятся к внутренней стенке стакана и поплавок, а направляющие стержни крепятся к оголовку шахты при помощи бандажной обоймы или путем раздельной анкеровки.

## *2. Принцип работы затвора-автомата*

Работа затвора основана на взвешивающем действии воды (законе Архимеда). Вес, конструкция и размеры затвора рассчитаны таким образом, что при отметке уровня воды в верхнем бьефе равном НПУ, нижнее кольцо стакана (донное уплотнение) опирается на гребень водослива (оголовок башни), обеспечивая водонепроницаемость контакта водослив-затвор [2]. При подъеме уровня воды в верхнем бьефе увеличивается взвешивающая сила и затвор начинает перемещаться вверх (всплывать) по направляющим стержням. При этом образуется глубинное замкнутое водосливное отверстие, работающее в режиме истечения из-под щита. Величина всплытия затвора и открытия донного отверстия зависят от величины форсировки (подъема), которая в свою очередь зависит от величины водосбросного расхода. Для установившегося сбросного расхода, затвор строго поддерживает заданный уровень НПУ [3].

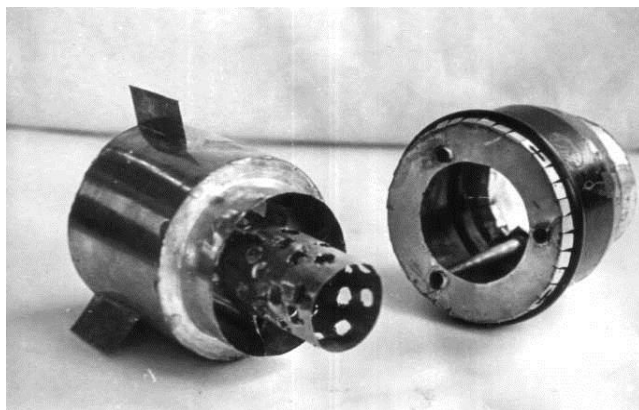


Рисунок 2. – Конструкции поплавкового затвора

**Выводы.** В результате поиска конструктивно-технологических решений и экспериментальных исследований достигнута основная цель – определены рациональные параметры водосбросного сооружения и затвора-автомата поплавкового типа. Геометрические параметры затвора-автомата определялись исходя из кинематики устройства. Идея создания поплавкового затвора принадлежит профессору В.М. Ларькову.

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 м<sup>3</sup>/с.

*Экономическая эффективность.* В натуральных размерах башенный водосброс со сливным оголовком имеет диаметр шахты  $d=1,4$  м и высоту  $H_{ш}=6,0$  м. Для водосброса предлагаемого типа, требуется высота шахты  $H_{ш}=4,0$  м (что на 1/3 высоты типовой шахты меньше) за счет цилиндрической части поплавкового 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).

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 м<sup>3</sup>/с.- Мн.: Белгипроводхоз, 1986. Альбом 1.- Пояснительная записка, строительные чертежи.- 139 с.- (Типовые проектные решения 820-4-026.23.86).
2. Мельникова Л. И. Статическая остойчивость поплавкового затвора // Влияние природных и антропогенных факторов на социоэкосистемы: Межрег. сб. науч. тр. Рязанского гос. мед. ун-та им. И.П. Павлова. – Рязань, 2002. – С. 128 – 134.
3. Мельникова Л. И. Водосбросные сооружения автоматического действия для водоохраных прудов и накопителей / Экологические аспекты мелиорации земель юга Нечерноземья / Под общ. ред. докт. с.-х. наук Ю.А. Мажайского, канд. техн. наук В.И. Желязко. – М.: Изд. Московского ун-та, 2003. – С. 185 – 197.

УДК 626. 823 (075.8)

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ БАШЕННОГО ВОДОСБРОСА

Д. А. Максименко, студентка

Научный руководитель: старший преподаватель Л. И. Мельникова

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

**Введение.** Наиболее интересным гидравлическим вопросом в плане использования предельных возможностей сооружения является вопрос о режиме потока в закрытом водоводе [1,2,3].

Величина сбросного расхода определяет гидравлический режим водосбросного сооружения. Поскольку башенный водосброс относится к трубчатым сооружениям, движение воды в нем может происходить в различных режимах.

Трубчатые сооружения могут работать в безнапорном, частично-напорном (полунапорном) и напорном режиме. Истечение потока из водовода может происходить в атмосферу, если имеется свободный доступ воздуха под струю и под уровень воды в нижнем бьефе, при котором происходит затопление потока на выходе из трубы.

Башенный водосброс наиболее продолжительное время работает в частично-напорном режиме, поскольку максимальные сбросные расходы наблюдаются редко.

При анализе возможных режимов работы башенного водосброса видно, что одним из наиболее ответственных с точки зрения надежности конструкции является полунапорный или частично-напорный режим.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является обоснование конструктивных параметров водосбросного сооружения. Существование различных режимов движения и условий протекания воды в водоводах ставит задачу выбора таких параметров, при которых обеспечивались бы пропуск расчетных расходов и надежная работа сооружения.

**Материалы и методика исследований.** Экспериментальные исследования включали физическое моделирование водосбросного сооружения с поплавковым затвором. Комплексные гидравлические исследования проводились в лаборатории ГТС БГСХА. В программу

исследований входило изучение гидравлических режимов сооружения и его пропускной способности.

Для изучения гидравлического режима сооружения ствол башни был оборудован системой пьезометров, которые были выведены на пьезометрический щит.

Измерение расхода осуществлялось водосливом Томпсона. Измерения уровней проводились при помощи шпиген-масштаба и мерной рейки.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На кафедре гидротехнических сооружений БГСХА была предложена конструкция башенного водосброса с авторегулятором уровня верхнего бьефа поплавкового типа (рис.1).

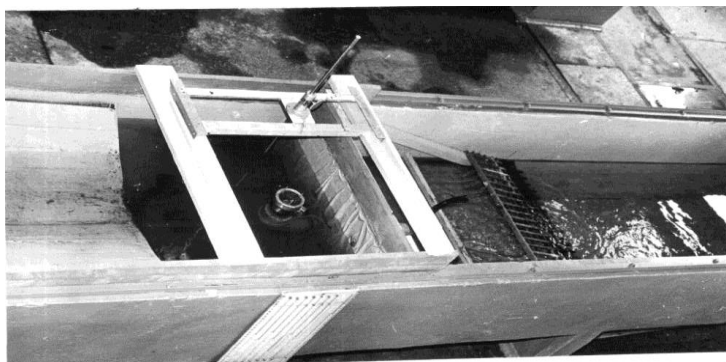


Рисунок 1. – Модель экспериментальной установки

В процессе исследований было рассмотрено три типоразмера (высоты) башни и три типа конструкции поплавкового затвора.

В результате показаний пьезометров и сопоставления геометрических параметров водоотводящей трубы, башни и поплавка-затвора было выявлено три режима работы сооружения – напорный, частично-напорный, безнапорный [2]. Установлено, что каждому режиму присущи свои характерные особенности и движения потока, как внутри сооружения, так и на прилегающей акватории, так и на степени точности поддерживания уровня воды в верхнем бьефе.

**Безнапорный режим.** Например, при безнапорном режиме происходит свободный доступ воздуха в ствол башни через выходное от-

верстие отводящей трубы и свободное пространство поплавка-затвора (рис 2).

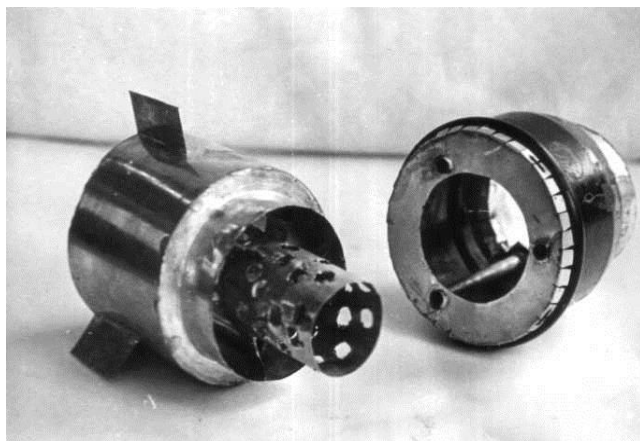


Рисунок 2. – Конструкция поплавкового затвора

При этом режиме наблюдается достаточно устойчивое положение поплавка, на поверхности акватории возможны слабовыраженные вихревые движения без образования открытых воздушных полостей. На стенках ствола башни давление практически равно атмосферному

Условиями безнапорного режима движения потока, являются

$$q_c / g H_{ш} \leq 0,021; \quad (1)$$

$$h_{нб} < (1,5 \dots 1,6) d, \quad (2)$$

где  $q_c = Q / 2\pi R$  – удельный расход водосброса;

$H_{ш}$  – высота башни (шахты) водосброса;

$h_{нб}$  – глубина воды в нижнем бьефе.

**Частично-напорный (полунапорный) режим.** Частично-напорный режим наблюдается при затоплении выходного отверстия и перекрытии верхней части ствола башни сплошной струей потока, вытекающего из водосливного отверстия. При этом режиме на стенках ствола башни наблюдается пониженное давление, «прилипание» струи к стенкам, периодический срыв вакуума, сопровождающийся аэрацией

потока и неустойчивой работой водоотводящей трубы. При этом режиме на поверхности акватории наблюдается достаточно интенсивное воронкообразование с прорывом воздуха и засасыванием плавающих предметов к водопропускному отверстию.

Такой неустойчивый переходный, полупапорный режим является неблагоприятным, так как, периодический срыв вакуума приводит к нестационарным выбросам воздуха на выходе, вибрации ствола шахты и затвора.

При поиске рациональных конструктивно-технических решений, была использована идея перфорированной трубы. Благодаря перфорации ее стенок происходит подвод воздуха в башню в области пониженного давления, а также поступление его во внутрь водоотводящей трубы [3].

Исследования поплавкового затвора с перфорированной вентиляционной трубой показали, что данное техническое решение является эффективным стабилизатором режима работы сооружения и снижает интенсивные воронкообразования, стабилизирует уровеньный режим в верхнем бьефе. Эта конструкция и была принята, в качестве основного технического модуля и все дальнейшие исследования проводились с этой конструкцией.

**Напорный режим.** Напорный режим наблюдается в том случае, когда уровень воды в башне поднимается до конуса сливной воронки. На стенках башни давление становится избыточным ( $>$  атмосферного) почти по всей ее высоте. Поплавков затвора при этом режиме устойчив, воронкообразование на акватории отсутствует.

Чтобы образовался напорный режим, необходимо обеспечить условие:

$$\Sigma h_i \geq Z_0, \quad (3)$$

где  $\Sigma h_i = \xi_{суст} V^2 / 2g$  – суммарные потери напора в трубе;

$\xi_{суст}$  – коэффициент сопротивления системы;

$V$  – скорость потока в трубе;

$Z_0 = H_{ш} + a / 2 - h_{нб}$  – действующий напор.

**Закключение.** Выполненные теоретические расчеты с учетом опытных данных по дефициту давления позволяют определить три режима работы сооружения – напорный, частично-напорный (полупапорный) и безнапорный.

Из практики проектирования водосбросов известно, что применение различных конструктивных решений, обеспечивающих вентиляцию водовода, благодаря подводу воздуха в зоны с давлением меньше атмосферного – простое и надежное средство повышения устойчивости гидравлического режима.

В качестве эффективного стабилизатора режима работы сооружения была использована перфорированная (вентиляционная) труба, предложенная профессором В.М. Ларьковым.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельникова Л.И. Башенный водосброс автоматического действия // Вопросы мелиорации: Науч.- практ. журнал №1, 2002. – С. 77 – 84.
2. Мельникова Л.И. Гидравлика башенного водосброса автоматического действия // Пробл. мелиорации и вод. хоз-ва на соврем. этапе.: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Белорус. с.-х. акад. – Горки. – 1999. – Ч.2. – С. 244 – 249.
3. Мельникова Л.И. Исследования гидродинамического режима башенного водосброса с поплавковым затвором // Пробл. мелиорации и вод. хоз-ва на соврем. этапе.: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Белорус. с.-х. акад. – Горки. – 1999. – Ч.2. – С. 229 – 231.

УДК 338.485(476)

### РАЗВИТИЕ САНАТОРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**А. Г. Мордухай, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель В. С. Шабрин**

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

Республика Беларусь - социально ориентированное государство, одним из направлений социальной политики которого является обеспечение населения санаторно-курортным лечением и оздоровлением.

Укрепление здоровья человека, повышение качества и продолжительности его жизни находятся под пристальным вниманием государства.

На протяжении последних лет обеспечена стабильная работа санаторно-курортных и оздоровительных организаций республики, среднегодовая заполняемость их составляет около 80 процентов.

В белорусские санатории приезжают оздоровиться граждане из Германии, Израиля, Латвии, Литвы. Но основную группу составляют россияне (около 70%). Их интерес вызван несколькими причинами: привлекательная природа, мирная политическая обстановка в стране,

качество белорусских продуктов питания, доступность цен, современная лечебная база, неплохой сервис. Богатый природный потенциал сосредоточен на территории заповедника и национальных парков (НП).

Санаторно-курортный и оздоровительный комплекс в РБ на 01.01.2016 представлен 345 санаторно-курортными и оздоровительными организациями, рассчитанный на 68 800 койко-мест, в том числе 113 санаторно-курортных организаций, 232 оздоровительных организаций. Из них 75 санаториев для взрослых на 20200 койко-мест, в 12 из них открыты отделения матери и ребёнка, 7 детских санаториев на 1800 койко-мест, 12 ДРОЦ на 4100 койко-мест, 2 реабилитационных центра, 17 студенческих санаториев-профилакториев. Для сравнения в России на 01.01.2016 - 2150 санаторно-курортных организаций, из них 741 санаторий для взрослых, 431 санаторий детских, 58 санаториев матери и ребёнка. Общая мощность 355 тыс. койко-мест.

В течение нескольких поколений население нашей страны пользовалось санаторно-курортными услугами, в результате чего потребность в таких услугах стала массовой и превратилась в неотъемлемую часть национального образа жизни.

На сегодняшний день назрела необходимость расширения сети санаторно-курортных и реабилитационных центров, которые на новом, научно-обоснованном, уровне должны и могут предоставлять населению качественные медицинские услуги.

Санатории расположены по всей стране, и для многих городов, районов могут стать основой для роста экономики, совершенствования транспортной инфраструктуры, сервисных услуг.

Следует отметить, что санаторно-курортные учреждения Беларуси ориентируются преимущественно на российский рынок. Конкурентоспособность санаторно-курортного продукта Беларуси на российском рынке определяется сочетанием приемлемых цен и высокого качества оказываемых медицинских услуг, а также привлекательностью климатических условий страны, фактором безопасности, отсутствием языкового и визового барьера.

Поэтому санаторно-курортный комплекс Беларуси может занять достойное место в обеспечении экспорта национального продукта и позиционировать себя как конкурентоспособную отрасль в области здравоохранения.

Среди важных факторов, которые способствуют развитию оздоровительного туризма в мире и в Беларуси в том числе следует отме-

тить, такие как процесс стремительного старения населения, мода на здоровый образ жизни, сокращение времени, необходимого для быстрого и качественного лечения (предложения в выходные дни, недели или более), поиск чистой окружающей среды.

Санаторно-курортные и оздоровительные организации республики ведут постоянную планомерную работу по укреплению материально-технической базы, модернизации всей существующей курортно-рекреационной инфраструктуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курорты и здравницы Беларуси: справочное издание / Ю.М. Досин и др.; под ред. Ю.М. Досина, И.И. Пирожника. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П.Броўкі, 2008. – 344 с.
2. Улащик В.С., Мазур Н.В. Курортно-рекреационный потенциал Республики Беларусь // Курортные ведомости. – 2008. – №1 (46). – С.2–7
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 15.12.2016 № 1031. Об утверждении Генеральной схемы размещения зон и объектов оздоровления, туризма и отдыха Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы и на период до 2030 года.

УДК 551.578.46

### ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕГЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

**В. А Морозова, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**О. П. Мешик**

УО «Брестский государственный технический университет»,

г. Брест, Республика Беларусь

Снежный покров является одним из важнейших климатообразующих факторов. Особенно большое влияние снег оказывает на климат в средних широтах северного полушария, где расположена территория Беларуси. Он в значительной мере определяет характер календарных сезонов, годовой ход температуры воздуха, а также изменения погоды в течение суток.

Снежный покров представляет собой слой снега на поверхности земли, который образуется в результате выпадения осадков. В снежный покров включаются также ледяные прослойки, которые образуются на поверхности снега и почвы, и скапливающаяся под снегом талая вода.

Систематические наблюдения над снежным покровом в Республике Беларусь были начаты с 1891 года. Дополнительно к наблюдени-

ям по постоянным рейкам, в 30-х гг. XX в. стали производиться снегомерные съемки. Наблюдения по постоянным рейкам, проводимые ежедневно, дают представление об изменениях высоты снежного покрова в течение зимы, но не дают прямого отражения характера его распределения на местности.

Для территориальной характеристики снежного покрова дополнительно производятся снегомерные съемки на двух участках: 1) открытом (поле, луг и т.п.), 2) защищенном (в лесу под кронами деревьев). В результате снегосъемок получают: во-первых – средние значения высоты, плотности и запаса воды в снеге; во-вторых – характеристики распределения снежного покрова на различных формах рельефа и угодьях (в районе действия метеостанции); в-третьих – показатели временной динамики снегонакопления и снеготаяния.

Основными характеристиками снежного покрова являются высота залегания, плотность, запас воды в снеге и степень покрытия снегом окружающей местности. Высота и плотность позволяют определить запас воды в снежном покрове, они служат основой для гидрологических расчетов и прогнозов, играют важную роль для сельского хозяйства, а также находят широкое применение при решении ряда научных и практических задач.

В настоящем исследовании были использованы экспериментальные данные по запасам воды в снеге за период наблюдений с 1945 по 2019 годы по 48 метеорологическим станциям Беларуси.

Обычно при характеристике снежного покрова оперируют максимальной за зиму высотой. Высота снежного покрова в среднем многолетнем нарастает от 15 см на юго-западе до 30 см и более на северо-востоке исследуемой территории. Заметное увеличение высоты снега отмечено на возвышенностях и снижение – в долинах рек. В малоснежные зимы на юго-западе максимальная высота достигает 3–5 см, на северо-востоке 10–12 см. В многоснежные зимы высота по всей республике составляет 50–60 см. Абсолютный максимум отмечен на Свенцянской возвышенности на метеостанции Лынтупы – 72 см (март 1965 г.).

Запасы воды в снеге получаются на основе измерений высоты снежного покрова и его плотности. Пространственное распределение запасов воды в снеге следует отмеченным выше закономерностям, т.е. возрастает по направлению юго-запад – северо-восток и на возвышенностях. Запасы воды в снеге формируют снеговые нагрузки на поверхности земли, являются фактором весеннего половодья рек Беларуси и

представляют собой величины, осредненные в пространстве и во времени [1].

Анализ межгодовой изменчивости характеристик снежного покрова указывает на проявление строгой периодичности в рядах запасов воды в снеге. Начиная с начала 90-х гг. и по настоящее время, происходит рост запасов воды в снеге на всех метеостанциях. Пример динамики максимальных снегозапасов для отдельных метеорологических станций представлен на рис. 1 и 2 в виде кривых скользящих средних пятилетних сумм.

На рисунках 1 и 2 также отмечена тенденция роста запасов воды в снеге с начала 90-х годов XX столетия, которая продолжается по настоящее время.

Оценивая пространственно-временную изменчивость запасов воды в снеге, как определяющего фактора весеннего половодья рек Беларуси, необходимо, прежде всего, отметить цикличность максимальных значений запасов воды в снеге и достаточно строгую их периодичность в рядах наблюдений (рис. 1, 2). На фоне долгопериодических колебаний выделяется, прежде всего, 11-летний цикл, что подсказывает необходимость поиска связей крупных аномалий снегонакопления и половодий с солнечной активностью. В качестве критерия оценки могут использоваться относительные числа Вольфа.

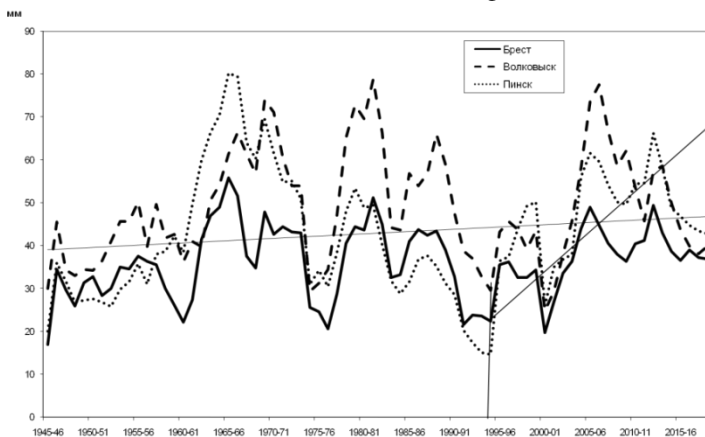


Рисунок 1. – Кривые скользящих 5-ти летних средних максимальных запасов воды в снеге для ряда метеостанций Беларуси с положительным трендом

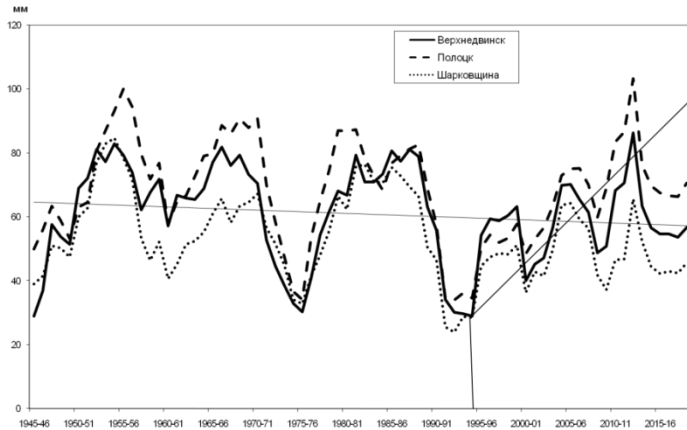


Рисунок 2. – Кривые скользящих 5-ти летних средних максимальных запасов воды в снеге для ряда метеостанций Беларуси с отрицательным трендом

В установленной цикличности объективно отражаются закономерности внутритерриториального пространственного распределения максимальных значений запасов воды в снеге. Наблюдаются четко выраженные синхронные колебания во времени максимальных значений запасов воды в снеге, как в пределах отдельных областей, так и на территории Беларуси, в целом [2].

Пространственное обобщение основных характеристик запасов воды в снеге осуществляется картографическими способами.

На рис. 3 приведена карта районирования территории Республики Беларусь по максимальным запасам воды в снеге.

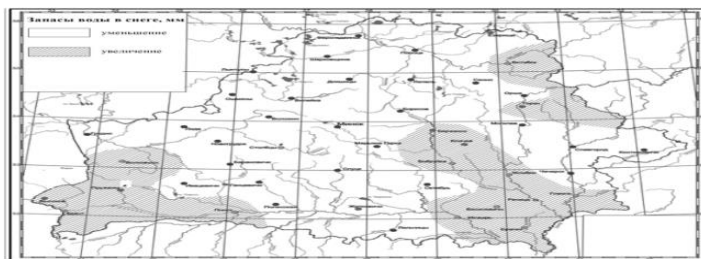


Рисунок 3. – Карта районирования максимальных запасов воды в снеге на территории Республики Беларусь

В результате проведенных аналитических оценок кривых скользящих пятилетних средних максимальных запасов воды в снеге для 48 метеорологических станций Беларуси были выделены районы, где запасы воды в снеге увеличиваются, и районы, где снеготпасы уменьшаются.

Анализ карты, представленной на рисунке 3, показывает, что очертание границ района на юго-западе Беларуси включает Брест, Высокое, Пинск, Волковыск, где имеется положительный тренд. Исключение составляют Пружаны, где тренд практически неизменный на протяжении исследуемого периода с 1945 по 2019 гг. На юго-востоке Беларуси границы района, где также увеличиваются запасы воды в снеге, включают пункты: Брагин, Мозырь, Василевичи, Гомель, Жлобин, Бобруйск, Кличев, Березино. На северо-востоке – Горки и Витебск также имеют положительный тренд. Остальная территория Беларуси характеризуется уменьшением запасов воды в снеге. Исключение составляют Столбцы, где тренд положительный.

Важной задачей, на наш взгляд, является установление причин происходящих изменений, где ведущую роль играют общепланетарные, связанные с потеплением климата. В этой связи необходим совместный анализ снегонакопления с температурным режимом исследуемой территории.

Снежный покров влияет на различные направления деятельности человека и отраслей экономики, например, нормирование снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений, оценку снегонакопления как ведущего фактора весеннего половодья, учет экологической роли снега в перезимовке сельскохозяйственных культур и как буфера на поверхности почвы, аккумулирующего в себе различные загрязнители, поэтому необходимость комплексного использования экспериментальной информации по снеготпасам и расчетных данных обоснована в контексте расширенного/совместного анализа гидролого-климатических, тепловоднотбалансовых, гидрологических, гидрогеологических, агрометеорологических показателей/характеристик, востребованных водохозяйственной, строительной, природоохранной практикой при решении важнейших народнохозяйственных задач [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова, В. А. Оценка пространственно-временной изменчивости максимальных запасов воды в снеге на территории Беларуси // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник материалов XI Международной научно-практической конфе-

ренции молодых ученых, Брест, 24–26 апреля 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. А. А. Волчека и [др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 252–255.

2. Валуев, В. Е. Изученность и статистические оценки снегозапасов / В. Е. Валуев, О. П. Мешик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2(80) : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 8–11.

УДК 628.32

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

**К. С. Муха, студент**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**Н. В. Васильева**

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

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

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

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

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

пускаются в заводских условиях, имеют единую технологию очистки сточных вод. Индивидуальные очистные сооружения модельного ряда «Слон» (компания ООО «С-Пласт», Россия) сочетают в одном или нескольких блоках весь комплекс процессов по очистке стоков – механическую и биологическую, обработку осадка, доочистку и дезинфекцию, утилизацию очищенной воды.

Аэрационные устройства биологической очистки (компания «Трайденис», Литва), в которых процесс очистки сточных вод основан на подаче в установку кислорода для поддержки естественных процессов жизнедеятельных аэробных микроорганизмов (биологически активного ила) (рис. 1).

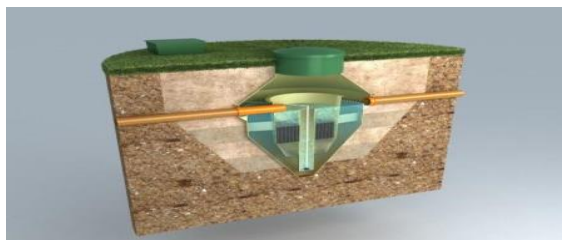


Рисунок 1. – Аэрационные устройства биологической очистки

Аэрационная система очистки представляет собой компактную конусообразную установку из двух камер – аэрационной и отстаивания. Микроорганизмы (биологически активный ил) получают кислород, нагнетаемый компрессором, и органические вещества из загрязненных бытовых стоков, необходимые для их жизнедеятельности и размножения. Активный ил расщепляет загрязняющие вещества сточных вод, таким образом, очищая их до нормативных показателей. Воздухообмен также способствует удалению летучих продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Активный ил не нужно загружать в систему – биомасса нарастает самопроизвольно, как в природе, однако периодически приходится самостоятельно откачивать избыточный и погибший активный ил портативным насосом. Очистка системы осуществляется в зависимости от фактической нагрузки, но не чаще одного раза в год. По мере поступления в очистное устройство новой порции бытовых стоков равный объем очищенной воды вытесняется по выходной трубе через дренажную систему в грунт, насыпь или водоем. Выпуск очищенной воды осуществляется самотеком или с помощью

насоса. Данная система по сравнению с септиками имеет ряд достоинств: 1) использование оборудования из стеклопластика или пропилена; 2) более быстрый монтаж (отсутствие необходимости выполнения бетонных работ); 3) кислород в устройстве делает невозможным развитие гнилостных бактерий, решая, таким образом, проблему неприятного запаха; 4) уровень очистки сточных вод достигает 98%, небольшой вес. Недостаток чистых природных вод и высокая потребность в очищенной воде определяют необходимость продолжения работ по дальнейшему совершенствованию систем очистки. В этих условиях разработка новых технологических решений, обеспечивающих высокое и стабильное качество очистки сточных вод, является актуальной и востребованной.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

УДК 628.247:621.644.07

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ БЕСТРАНШЕЙНЫМ СПОСОБОМ**

**П. И. Никодов., студент**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**Н. В. Васильева**

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

Бестраншейная прокладка труб проводится с учетом особенностей естественных и искусственных препятствий (автомобильные и железнодорожные пути, разнообразные застройки и уже существующие сети коммуникаций) для обеспечения инженерных коммуникаций. Бестраншейная прокладка трубопроводов является экономически более выгодным (2,5 – 3 раза) по сравнению с традиционным способом, что объясняется экономией средств, которые были потрачены при открытом способе прокладке коммуникаций, восстановления вскрытых дорог и т.д. Кроме того, бестраншейный способ сокращает время производства работ и количество рабочего персонала, значительно

повышает уровень безопасности работ (отсутствие траншей и механизмов на трассе прокладки трубопроводов).

Из всего многообразия традиционных способов бестраншейной прокладки трубопроводов можно выделить четыре: горизонтально-направленное бурение; прокалывание; продавливание; замена труб. Актуальность использования этих способов объясняется тем, что сокращаются сроки работы по прокладке трубопроводов и не наносится ущерб окружающей среде. Разработка способа прокладки во многом зависит от диаметра и глубины трубы, а так же от особенностей грунтовых и гидрогеологических условий, технического состояния наземных сооружений по трассе укладки трубопроводов с учетом коэффициента прочности прокладки, свойств необходимого изоляционного покрытия и экономической целесообразности трубопровода на выходе.

Горизонтально-направленное бурение – метод бестраншейной прокладки трубопроводов и других коммуникаций на различной глубине под естественными и искусственными препятствиями без нарушения режима их обычного функционирования. Строительство подземных коммуникаций по технологии горизонтально-направленного бурения осуществляется в три этапа: бурение пилотной скважины на заданной проектом траектории; последовательное расширение скважины; протягивание трубопровода. Бурение пилотной скважины – особо ответственный этап работы в бестраншейной прокладке трубопроводов методом горизонтально-направленного бурения сетей, от которого зависит во многом конечный результат. Оно осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента – буровой головки со скосом в передней части и встроенным излучателем.

Бестраншейная прокладка сетей способом прокалывания осуществляется грунтопрокалывающими установками, домкратами, пневмопробойниками, лебедками, тракторами и трубоукладчиками. Строительная техника производит проколы под насыпями будущего трубопровода, уклон частей которого является непринципиальным. Выполнение прокола с одной стороны насыпи требует обустройства специальной площадки для размещения строительной техники. Процесс прокола осуществляется путем давления машины на торец трубы, которая, в свою очередь, производится через насадку. Трубы диаметром от 50 – 400мм и более являются наиболее подходящим материалом для проведения бестраншейной прокладки способом прокола. Прокол рекомендуется использовать при работе на глинистых и суглинистых почвах, а в грунтах с большим количеством песка этот спо-

соб не так эффективен. Для выполнения прокола создают специальный котлован, в котором размещается домкратная установка с частью прокладываемого трубопровода. На краю котлована устанавливают гидравлический насос. Труба прокладывается путем передачи импульсов через наголовник шомполами, зажимными хомутами и удлинительными патрубками, длина которых составляет 1 – 4м. импульсы производятся в циклическом порядке, который достигается благодаря постоянному переключению домкратов то на прямой, то на обратный ход. Прямой ход обеспечивает вдавливание части трубы грунт на длину, равную ходу штока домкрата.

Бестраншейный способ прокладки сетей методом продавливания используют для железобетонный коллекторов разных видов сечения или стальных труб, диаметр которых достигает 500 – 2000 мм на глубине более 80м и для этого используют насосно-домкратные установки, в состав которых входит от 2 до 8 домкратов. Они устанавливаются на раме, а точкой их опоры выступает специальная упорная стенка из свай и брусев. Изначально в котловане размещают направляющую раму, на которую укладывают начальную часть кожуха с ножевой секцией. Производится проверка правильности направления монтажа, после которой в плоскость звена вводится рабочий орган, запускаются гидродомкраты. Именно они продвигают вперед нажимную траверсу до ее состыковки с торцом монтируемого звена кожуха. Дальнейшее продвижение траверсы вызывает малозаметное вдавливание кожуха в грунт, после чего вдавливание приостанавливается. Следующим этапом является подгонка рабочего органа, которая вызывает соприкосновение забоя с режущей кромкой ковша. Дальнейшее действие рабочего органа связано с его продвижением вперед и поворотом ковша, при этом срезанный грунт сыпается в нижнюю полость кожуха.

Бестраншейный способ замены трубопроводов производится в тех случаях, когда трубы сильно изношены, имеют сквозную коррозию при сохранении первоначального диаметра проходного сечения трубы, либо при необходимости прокладки новой трубы большего диаметра, чем была старая. Замена происходит без прекращения движения транспорта, объездов, пробок и т.п. Работающая по принципу динамического удара, разрушающая головка продвигается по заменяемому трубопроводу из бетона (без арматуры), а асбоцемента, полиэтилена и чугуна, разрушая их. Одновременно затягивается труба того же или большего диаметра. Кроме этого используется специальный нож. За ним крепится расширитель и новая труба, благодаря чему и происхо-

дит замена труб. Способ замены труб применяется для трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, а так же труб водоотводящих систем.

Из выше перечисленных способов бестраншейного прокладки трубопроводов уникальным способом, который уже в ближайшее время в строительстве подземных коммуникаций будет вне конкуренции является способ горизонтально-направленного бурения. При этом способе на объекте задействована в работе одна буровая установка и бригада из 3 – 4 человек, что дает экономию финансовых средств до 30% по сравнению с другими способами бестраншейной прокладки трубопроводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов, Ю.В. Водоотведение: учебник / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачев. М.: ИНФРА-М, 2007. 415 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под общ. ред. В.Н. Самохина. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1981. 639 с.
3. Храменков, С.В. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов: учеб.пособ. для вузов / С.В. Храменков, О.Г. Примин, В.А. Орлов. М.: Прима-Пресс-М, 2002. 284с.

УДК 631.67:004.9

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УВЛАЖНИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ ВНУТРИПОЧВЕННОМ ОРОШЕНИИ**

**Т. В. Новик, студентка**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Внутрипочвенное орошение сточными водами наиболее полно отвечает водохозяйственным, агроэкономическим и санитарно-гигиеническим требованиям в отличие от других способов орошения. Суть его заключается в подаче определенного объема поливной жидкости непосредственно в корнеобитаемый слой почвы. Осуществлять такое орошение можно непосредственной подачей поливной жидкости по органам или по трубчатым увлажнителям, уложенным на глубине от поверхности почвы, в корнеобитаемый слой.

Целью работы является определение параметров увлажнительной сети при внутрипочвенном орошении.

При напорной подаче оросительной воды в увлажнителях создают напор, величина которого зависит от почвенных условий, конструкции увлажнительной сети и многих других факторов, отражающих особенности системы внутрпочвенного орошения. Обычно величина напора колеблется в пределах 0,5 – 1,5 м. При больших напорах значительное количество поливной воды расходуется на нерациональное увлажнение почвогрунтов, расположенных ниже оси увлажнителей, а малые напоры не обеспечивают качественное увлажнение пахотного слоя почвы. По этой причине вопрос о величине напора в увлажнительной сети является предметом исследований в различных почвенно-климатических зонах.

Большинство авторов сходятся во мнении, что максимальный напор не должен превышать глубины укладки увлажнителей на 0,2 – 0,3 м. В противном случае возможно выклинивание поливной жидкости на поверхность почвы, что при использовании для полива животноводческих стоков нежелательно из санитарно-гигиенических требований [1].

Важным параметром системы внутрпочвенного орошения является расстояние между увлажнителями, которое рекомендуется принимать из условия качественного увлажнения почв между смежными увлажнителями. Пока в литературе нет единого подхода для обоснования размеров контура увлажнения при внутрпочвенном орошении. Большинство исследователей, изучавших этот вопрос, шли по пути накопления экспериментальных данных о зависимости влажности почвы либо урожайности сельскохозяйственных культур от расстояния между увлажнителями, принимая глубину укладки последних из условия неповреждаемости сельскохозяйственными орудиями (0,4 – 0,6 м).

Ранее было отмечено, что при подаче воды вокруг увлажнителя образуется область смоченного грунта, в которой передвижение воды происходит под действием различных сил и носит неустановившийся характер. Как показывают многочисленные экспериментальные исследования, наиболее существенное влияние на передвижение воды в области увлажнения оказывают гидростатический напор в полости увлажнителя, а также гравитационные и капиллярные силы. Поскольку действие напора и капиллярных сил направлено радиально по всем направлениям, а гравитационных сил – вниз, то увлажненная область имеет форму овала, вытянутого вниз. В зависимости от характера и количественного соотношения действующих сил в данный промежу-

ток времени можно выделить три фазы поступления воды в почву. Продолжительность первой фазы соответствует моменту подачи воды в увлажнитель до полного заполнения его полости. При этом на заполнение свободных пор сухой почвы требуется наибольший расход, и интенсивность впитывания воды обычно превышает водопроницаемость труб. Поэтому первое время трубы работают неполным сечением и не на всей длине, а наименьшее сопротивление встречает движение поливной воды, направленное вниз под действием гравитационной силы. По мере насыщения почвы водой сопротивление в этом направлении возрастает, вода начинает перемещаться в стороны от увлажнителя и, в последнюю очередь, вверх после того, как увлажнитель начнет работать полным сечением. В данной фазе получает интенсивное развитие зона гравитационного увлажнения [2].

С момента, когда увлажнитель начинает работать полным сечением, а поступление воды в почву происходит по всему периметру при нарастающем напоре, наступает вторая фаза. При этом в нижней части сечения контура увлажнения вода перемещается под действием гравитационных сил и гидростатического напора. Передвижение воды в почве над осью увлажнителя в вертикальном и горизонтальном направлениях происходит за счет гидростатического напора и при участии капиллярных сил. Скорость передвижения воды в вертикальном направлении в данном случае меньше, чем в горизонтальном. Движение воды ниже оси увлажнителя происходит более интенсивно в вертикальной плоскости и с меньшей интенсивностью в горизонтальной. По мере заполнения крупных пор скорость передвижения гравитационной воды уменьшается, и дальнейшее развитие области увлажнения идет при значительном участии капиллярных сил. В конечном итоге происходит выравнивание области увлажнения по длине увлажнителя. С этого момента начинается третья фаза, продолжительность которой зависит от длительности полива.

Поскольку почва представляет собой сложную систему, в которой поток воды вызывает значительные изменения, а границы указанных выше зон области увлажнения динамичны во времени, то моделировать процесс увлажнения можно с некоторыми допущениями.

Для установления параметров контура увлажнения при внутрипочвенном орошении принимаем следующие допущения:

– грунт, по которому распространяется поток, однородный и изотропный;

- увлажнитель представляет собой идеальный трубопровод; напор в полости увлажнителя постоянный в течение полива;
- водоупор и грунтовые воды залегают глубоко и в процессе полива не происходит смыкание поливных и грунтовых вод.

Вода в почве движется по линии наименьшего сопротивления от большего градиента напора к меньшему. В свою очередь, величина этого градиента зависит от напора воды в полости увлажнителя, гравитационных сил и направления фильтрации. Действие напора направлено радиально во все стороны, а гравитационных сил – только вниз. Такое соотношение действующих сил при внутрисочвенном увлажнении придает увлажненной зоне форму вытянутого овала [3].

Коэффициент фильтрации характеризует водопроницаемость почвы, насыщенной влагой, а в природе полное насыщение если и встречается, то очень редко. Даже в опытах с насыпными колоннами при насыщении их снизу всегда остается некоторое количество заземленного воздуха в порах, со всех сторон замкнутых водой. Наличие заземленного воздуха понижает водопроницаемость, поскольку воздух, как правило, занимает поры более крупные, тогда как влага стремится втянуться в более мелкие.

Программа предназначена для поиска максимально допустимых сроков полива при внутрисочвенном орошении через закрытую увлажнительную сеть. Она позволяет определять проектные параметры увлажнительной сети и строить контур увлажнения в заданных почвенных условиях. Это позволяет наглядно моделировать внутрисочвенные процессы распространения влаги в почве.

Программа составлена в среде DELPHI 5.5 и состоит из трех основных модулей:

- 1 – основного (ввод исходных данных, расчет численных значений контура увлажнения, сохранение и загрузка исходных данных);
- 2–графического (графическое отображение контура увлажнения, сохранение и печать полученного изображения);
- 3–табличного (вывод таблицы численных значений контура увлажнения) и информационного.

При запуске программы отображается графический интерфейс ввода исходных данных (коэффициент фильтрации грунта, влажность почвы, влажность завядания, показатель степени, пористость почвы, напор в увлажнителе, расстояние между дренами, уровень грунтовых вод, срок полива, период и шаг поиска). После ввода исходных данных производится выбор вида расчета: проектировочного или проверочного.

Проектировочный расчет предполагает поиск максимально допустимых сроков полива в заданных почвенных условиях, определение расстояния и глубины увлажнителей, а также построение контуров увлажнения с требуемым интервалом времени.

Результаты расчетов предоставляются в наглядном графическом и текстовом виде и могут быть сохранены на любом носителе информации либо распечатаны на принтере с целью дальнейшего анализа (рис. 1).

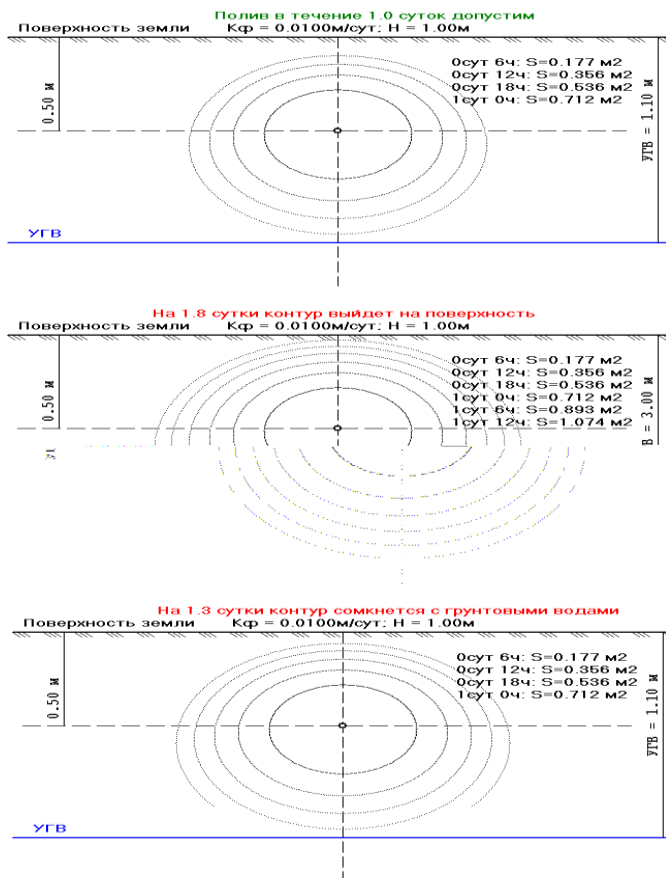


Рисунок 1. – Пример расчета продолжительности полива и размеров контура увлажнения

Проверочный расчет предназначен для установления допустимой величины поливной нормы, построения контура увлажнения при заданных параметрах внутрипочвенной увлажнительной сети (глубине укладки и расстоянии). Так как определение контура увлажнения численными методами затруднено, то расстояние от увлажнителя до фронта промачивания рассчитывается методом дихотомии (метод деления отрезка пополам), т. е. путем циклического пересчета по заданному условию.

При внутрипочвенном орошении с использованием сточных вод определение параметров контура увлажнения имеет принципиальное значение. Это необходимо с точки зрения охраны грунтовых вод от возможного загрязнения в результате передвижения фильтрационного потока в толще грунта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оросительные системы с использованием животноводческих стоков. ВСН 33-2.2.03-85. М., 1985.-121 с.
2. Овцов, Л.П. Экологическая оценка осадков сточных вод и навозных стоков в агроценозе. – М., МГУ, 2000.-318 с.
3. Желязко, В. И. Проектирование и расчет систем внутрипочвенного орошения с использованием животноводческих стоков // Актуальные проблемы строительства и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем: Сб. науч. трудов / БелСХА. – 1984. – Вып.117. – С. 21–26.

УДК 631.675

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИВНЫХ НОРМ ПРИ КРОВО- ВНУТРИПОЧВЕННОМ ОРОШЕНИИ**

**Т. В. Новик, студентка**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Поливная норма это один из основных элементов режима орошения. Есть несколько подходов к определению этого параметра.

Необходимо стремиться к тому, чтобы повысить влажность рас-

наименьшей влагоемкости (НВ). Для достижения этой цели при идеальных условиях полива необходима поливная норма [1].

$$m_0 = 100 \cdot H \cdot \gamma_{об} (\beta_{НВ} - \beta_H), \quad (1)$$

где  $m_0$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$H$  – мощность расчетного слоя почвы, м;

$\gamma_{об}$  – объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>;

$\beta_{НВ}$  – влажность расчетного слоя почвы, равная НВ, %;

$\beta_H$  – влажность расчетного слоя почвы на начало полива, %.

Однако при внутрипочвенном увлажнении распределение поливной жидкости в расчетном слое происходит неравномерно.

$$m = \alpha \cdot m_0, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий характер распределения в почве поливной жидкости, поступающей из увлажнителей (рассчитывается по соотношению площади увлажненного контура и площади между осями увлажнителей в пределах глубины расчетного слоя почвы).

Следует отметить, что величина этого коэффициента зависит от почвенных условий, конструкции увлажнителя, а также параметров полива (напора, продолжительности полива, которая характеризует саму поливную норму). Поэтому его определение связано с некоторыми затруднениями. По данным Е.П. Борового, для суглинистых почв и при поливной норме 350...400 м<sup>3</sup>/га можно принять  $\alpha = 0,55$

Если определять продолжительность внутрипочвенного полива, исходя из рекомендаций М.С. Григорова, то фактически расчетный слой почвы в среднем будет иметь влажность, меньшую на величину коэффициента  $\alpha$ . И это в том случае, когда вся поливная жидкость распределится в расчетном слое.

Это правомерно из условия недоувлажнения верхнего слоя почвы для снижения испарения. Однако при внутрипочвенном поливе возможно распространение контура увлажнения ниже расчетного слоя. В этом случае поливная норма:

$$m^{бп} = (\alpha + \beta) \cdot m_0, \quad (3)$$

где  $\beta$  – коэффициент потерь поливной жидкости при перемещении ее ниже расчетного слоя (рассчитывается по соотношению площади увлажненного контура ниже расчетного слоя почвы и площади между осями увлажнителей в пределах глубины расчетного слоя).

Как отмечено выше, коэффициент  $\alpha$  зависит от продолжительности полива. Причем для достижения максимальной поливной нормы, характеризующейся повышением влажности расчетного слоя почвы до НВ, предельную продолжительность полива необходимо определять из условия  $\alpha = 1$ . Опытные данные показывают, что при этом значительно повышается коэффициент потерь  $\beta$  (фактически условие  $\alpha = 1$  достижимо только при потерях поливной жидкости, значительно превосходящих величину  $m_0$ ) [2].

Значительный интерес для практики представляет определение поливной нормы, исходя из характеристик работы увлажнителя.

Первая фаза соответствует заполнению полости увлажнителя и в головной его части устанавливается постоянный напор (за время  $t_y$ ). Процесс впитывания воды в почву за время  $t_y$  носит затухающий характер, частично компенсируемый повышением напора. Аналитическое описание этого процесса очень сложно, зависит от большого числа параметров, определяемых эмпирически для конкретных условий. Поэтому обычно проводят схематизацию установления напора. В частности, исследования Н.Н. Михальченко показывают, что с достаточной для практических расчетов точностью этот процесс можно схематизировать как равномерный во времени [3].

Что касается времени полива  $t$ , то этот параметр определяется в зависимости от наличия исходных данных. При этом возможно несколько вариантов решения. Если известны характеристики передачи поливной жидкости увлажнителем в почву, время полива можно определить исходя из следующих предпосылок.

Удельный расход увлажнителя за время полива будет снижаться. Следовательно, будет снижаться скорость движения жидкости в увлажнителе и потери напора по длине. Если напор в головной части, а следовательно, и объем передаваемой в почву жидкости в начале полива будет больший, чем в конце увлажнителя, то в процессе полива напоры в конце увлажнителя будут возрастать и к моменту отключения увлажнителя вследствие геодезического напора превысят напор в начале увлажнителя. Таким образом, произойдет выравнивание объемов передаваемой в почву жидкости по длине увлажнителя. Следует также отметить, что напор по длине увлажнителя можно регулировать

установкой по длине увлажнителя специальных подпорных устройств, а также выполняя его с переменным диаметром или уклоном.

Вычисление времени установления напора  $t_y$  связано с определенными трудностями из-за сложности процессов, происходящих в первой фазе работы увлажнителя, поэтому этот параметр обычно определяется эмпирически. Многолетними исследованиями, проведенными на опытно-производственном участке внутрпочвенного орошения РСУП СГЦ «Заднепровский» Оршанского района Витебской области, установлено, что можно предварительно принять  $t_y = (0,02...0,05)$  т. Меньшее значение принимается для увлажнителей длиной менее 100 м. Следует отметить, что в этот момент в почву передается значительное количество поливной жидкости вследствие относительно невысокой влажности почвы.

По истечении времени  $t_y$  полость увлажнителя полностью заполняется и в его головной части устанавливается постоянный напор. Однако расход продолжает снижаться с затухающей скоростью.

Большинство авторов рекомендуют прекращать полив при стабилизации расхода из увлажнителя, так как в этот момент из-за гидравлических сопротивлений в почве скорость фильтрации вверх и в боковые стороны резко уменьшается, что приводит к снижению переноса влаги в этих направлениях и в зоне неполного насыщения. Под действием сил гравитации, компенсирующих гидравлические сопротивления в почве и снижение градиента напора, прирост контура увлажнения происходит в основном вниз от увлажнителя. В результате значительно увеличивается коэффициент потерь  $\beta$ .

Хотя процесс перемещения влаги при неполном насыщении почвы и носит затухающий характер, он не прекращается со временем из-за разности потенциалов ввиду различной увлажненности почвы на границе контура увлажнения. Поэтому говорить о стабилизации расхода из увлажнителя можно только с некоторыми допущениями. Наблюдаемая в практике стабилизация расхода вызвана неточностями его определения, а также колебаниями расхода из-за изменения и перераспределения по длине увлажнителя напора в процессе полива, из-за различий в водно-физических свойствах разных почвенных слоев и т. д.

Практически стабилизацию расхода с некоторым запасом для уменьшения коэффициента потерь поливной жидкости  $\beta$  можно считать в момент времени, когда теоретическое его снижение достигает

значения 8–10%. Следовательно, можно определить время, соответствующее стабилизации расхода.

Изменение расхода во времени можно определить как тангенс угла наклона  $\theta$  (рис. 1). Этот угол образует касательная, проведенная к кривой.

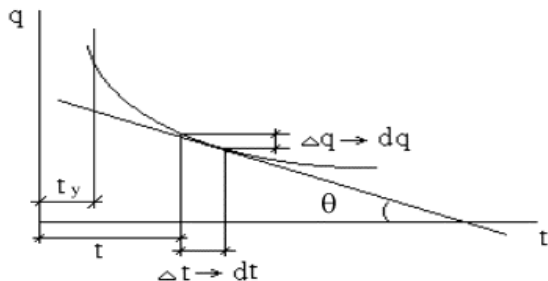


Рисунок 1. – Изменение удельного расхода во времени

Большое практическое значение имеет определение глубины промачивания почвы (более частый случай – определение поливной нормы или времени полива, за которое поливная жидкость распределится в заданном слое почвы). Это необходимо для определения коэффициента потерь поливной жидкости  $\beta$ . Как показывают наши исследования, при прочих равных условиях продолжительность полива оказывает существенное влияние на формирование контура увлажнения, в том числе и на коэффициент  $\beta$  (рис. 2).

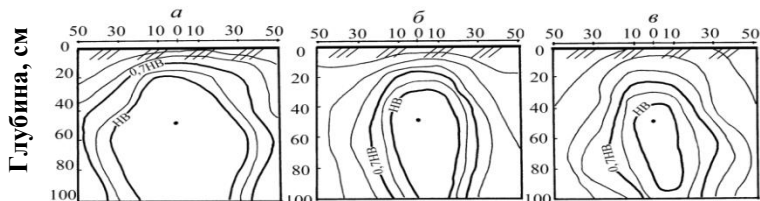


Рисунок 2. – Влияние поливной нормы на размеры контура увлажнения почвы вокруг увлажнителя: а)  $m = 450 \text{ м}^3/\text{га}$ ; б)  $m = 300 \text{ м}^3/\text{га}$ ; в)  $m = 150 \text{ м}^3/\text{га}$

Время полива и расчетный слой почвы можно задать так, что коэффициент  $\beta$  будет равен нулю. Кроме того, если в качестве поливной жидкости использовать навозные стоки, промачивание почвы ниже расчетного слоя крайне нежелательно. Это может привести к загрязнению глубоких горизонтов почвы и грунтовых вод (при близком их залегании).

Проведенные исследования охватывают большой промежуток времени, за который проанализировано влияние поливной нормы на размеры контура почвы. Полученные данные актуальны и могут быть использованы для проектирования и эксплуатации систем внутрипочвенного орошения

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Желязко, В.И. Обоснование поливных норм при кротово-внутрипочвенном орошении/В.И. Желязко. //Социально-экономические и экологические проблемв мелиорации и водного хозяйства: Матер. Междунар. науч.-практ.конф., 29-31 мая 2003г.-Горки,2004.-С.47-51.

2. Грислис, С. В. Влияние орошения навозными стоками на плодородие разных типов почв / С. В. Грислис // Известия ТСХА. – 1996. – Вып. 3. – С. 38–47.

3. Брезгунов, В.С. Гидрохимический режим на водосборах с полями орошения животноводческими стоками //В. С. Брезгунов, А.Л. Жуховицкая, И.К.Талерчик.//Вестн АН БССР. – 1991. – № 3. – С. 3 – 48.

УДК 631.6:628.381.4

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД

**Т. В. Новик, студентка**

**Научный руководитель: заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства, доцент, доктор сельскохозяйственных наук**

**В. И. Желязко**

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

Внутрипочвенное орошение способствует сохранению благоприятного структурного состояния почвы, позволяя продуктивнее, чем при поверхностном поливе и при обычном дождевании, использовать поливную воду, а также создавать возможности для двустороннего регулирования водного режима. Поэтому совершенствование технологии внутрипочвенного орошения сточными водами, имеет практический интерес для повышения качества растениеводческой продукции.

Кроме увлажнения почвогрунтов при использовании животноводческих стоков для внутриводочного орошения происходит их очистка под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, для которых сточные воды являются питательной средой. В результате биохимических процессов происходит минерализация органических веществ с участием кислорода, содержащегося в почвенном воздухе. Поэтому с точки зрения очистки наибольшее значение имеет капиллярно-воздушная зона. Если представить, что животноводческие стоки смачивают некоторый удельный объем грунта  $dS$ , то объем воздуха, содержащийся в порах грунта, можно выразить формулой

$$dS_B = dS (P' - W) , \quad (1)$$

где  $P'$  – пористость почвогрунтов %;

$W$  – влажность почвы, %.

Этот объем воздуха может окислить  $dS_B / \sigma$  сточных вод. В данном случае  $\sigma$  – количество воздуха, необходимое для окисления единицы объема стоков, определяемое по величине БПК. В результате биохимических процессов часть воздуха будет терять кислород и обогащаться углекислотой, а пополнение кислорода будет идти за счет естественного воздухообмена, который характеризуется коэффициентом воздухообмена  $\varphi$ . Тогда действительный объем воздуха, участвующий в биохимических процессах, будет определяться по формуле:

$$dS_B = dS (P' - W) \varphi . \quad (2)$$

Загрязнения, поступающие в почву в процессе внутриводочного полива, распространяются в ней неравномерно. Наибольшее их количество содержится в пределах области полного насыщения, а меньшее – в капиллярно-воздушной. Поэтому минерализация органических веществ будет происходить неравномерно, что учитывается коэффициентом неравномерности  $\eta$ . Тогда допустимая нагрузка животноводческих стоков на 1 п.м. увлажнительной сети выразится уравнением:

$$S = dS (P' - W) \sigma^{-1} \cdot \varphi \cdot \eta . \quad (3)$$

Соседние увлажнители обеспечивают регулирование водного режима на полосе между ними.

Таким образом, для создания нормальных условий разложения органических веществ в процессе почвенной очистки животноводческих стоков водоподачу необходимо осуществлять объемами, не превышающими допустимую нагрузку.

Снизить коэффициент потерь  $\beta$  и уменьшить опасность загрязнения нижележащих слоев почвы либо грунтовых вод при близком их залегании можно применяя противofильтрационные экраны. Однако в связи с ограниченной по технологическим и экономическим соображениям шириной экрана в процессе полива поливная жидкость переливается через его края и может достигать глубоких горизонтов почвы. Этого можно избежать, применяя разработанные нами новые способы внутрипочвенного увлажнения [1].

Сущность способов заключается в создании защитных контуров увлажнения чистой водой (рис. 1,а и 1,б) или защитного экрана из льда, намороженного чистой водой (рис. 1,в). Причем последний способ позволяет утилизировать стоки в зимний период, чем можно снизить объем накопителей стоков [2,3].

Первая конструкция внутрипочвенного увлажнителя выполнена в виде перфорированного трубопровода, разделенного горизонтальной водонепроницаемой перегородкой на две части. В верхнюю часть подаются стоки, а в нижнюю – природная вода, которая создает контур увлажнения 3 (рис. 1,а). При этом происходит вытеснение контура увлажнения стоками вверх и в стороны.

По второму способу (рис. 1, б) чистую воду подают через увлажнители, уложенные по краям водонепроницаемого экрана, а затем осуществляют подачу стоков через центральный увлажнитель. При этом контуры увлажнения чистой водой вытесняют стоки вверх и в стороны. В результате этого ширина экрана может быть существенно уменьшена [4].

По третьему способу после замерзания грунта в кротовинах нижнего яруса намораживают чистую воду, создающую ледяную противofильтрационную завесу (рис. 1, в). В верхний ярус кротовин подают стоки до полного их заполнения. Для ускорения таяния верхнего яруса кротовин по поверхности поля можно нанести темный органический материал, уменьшающий альbedo снежного покрова. В весенний период оттаивание стоков будет происходить быстрее, чем воды. Благодаря

водяной противофильтрационной преграде стоки распределяются в верхних слоях почвы.

Испытания этих способов подтвердили теоретические предположения. В частности, при реализации двух первых способов полива необходимо начинать и заканчивать подачей только чистой воды (рис. 1, а). Оптимальное соотношение напоров чистой воды и стоков равно 1,2 – 1,4. При напорах воды, равных напору стоков, возникает опасность перетекания последних вокруг контура увлажнения чистой водой. При превышении указанного соотношения происходит вытеснение контура увлажнения стоками вверх, что приводит к неравномерности распределения удобрительного полива по площади поля.

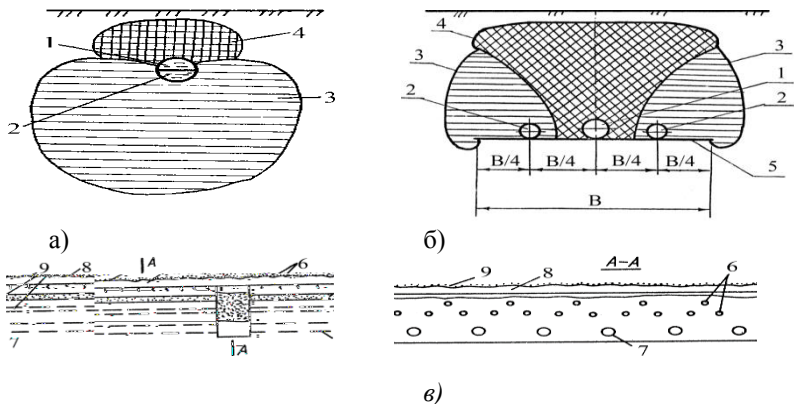


Рисунок 1. – Способы внутрипочвенного увлажнения

1– стоки; 2– природная вода; 3– контур переувлажнения чистой водой; 4– контур увлажнения стоками; 5– противофильтрационный экран; 6– кротовины с замороженными стоками; 7– кротовины с замороженной чистой водой; 8– снежный покров; 9 – органический материал (торфокрошка)

Этот способ полива сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь применяется повсеместно, что обусловлено рядом его преимуществ. Общеизвестно, что для обеспечения нормальной работы дождевальных устройств необходимы значительные напоры в закрытой оросительной сети, для создания которых требуются высокие энергетические затраты. В этом плане определенный интерес представляет внутрипочвенное орошение и его совершенствование имеет огромное значение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Саскевич, Л. А. Как уменьшить загрязнение окружающей среды животноводческими стоками / Л. А. Саскевич, П. Ф. Тиво. // НТИ по мелиорации и водному хозяйству. – 1995. – № 12. – С. 34–39.
2. Голченко, М. Г. Способы повышения экологической безопасности утилизации стоков животноводческих комплексов / М. Г. Голченко, В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко. // Тезисы докладов междунар. конф. «Современные проблемы изучения использования и охраны природных комплексов Полесья» (22–25 сентября 1998). – Минск, БелСЭНС, 1998. – С. 161.
3. Саскевич, Л. А. Проблемы утилизации животноводческих стоков / Л. А. Саскевич, П. Ф. Тиво. // Земледелие. – 1990. – № 11. – С. 59–61.
4. Гулюк, Г. Г. Агромелиоративные мероприятия при длительной эксплуатации дренажа и экологической реабилитации техногенно загрязненных земель гумидной зоны. – М.: Моск. ун-т, 2004. – 232 с.

УДК 631.67:634.330.46

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРОШЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

**С. А. Петровский, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат сельскохозяйственных наук А. С. Кукреш**

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

Для обеспечения высокоэффективного производства плодов и ягод в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов, практическое воплощение в Республике Беларусь находит основное направление в интенсификации плодоводства – закладка крупных промышленных садов с применением в них передовой технологии и организацией базы для товарной обработки, хранения, частичной переработки, а также упаковки и реализации плодов. Изменяется породно-сортовой состав садов. Предпочтение отдается семечковым породам позднезимних сортов, пригодных для длительного хранения, возрастает доля ягодных культур, в том числе и нетрадиционных – брусника, голубика, клюква, что позволит произвести в 2010 году 800 тыс. тонн плодово-ягодной продукции [1].

Природные условия Республики Беларусь в целом благоприятны для произрастания многих плодовых пород, однако различные районы не равноценны по степени их благоприятности. Климат несколько ограничивает породный и сортовой состав насаждений в направлении с ее юго-запада на северо-восток. На основе комплексной оценки природных факторов, в которой в качестве предпочтительных использо-

ваны почвообразующие породы и рельеф, здесь выделено 10 районов перспективной концентрации орошаемого промышленного плодоводства с созданием 12,2 тыс. га садов интенсивного типа.

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

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

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

По степени уменьшения устойчивости к недостатку влаги плодовые деревья располагаются в следующей последовательности: вишня, крыжовник, черешня, яблоня, слива, смородина черная. Обратный порядок характеризует сравнительную влаголюбивость пород. В порядке возрастания их теплолюбивости их можно условно разделить на следующие группы: 1) земляника, малина, смородина, крыжовник; 2) яблоня, вишня; 3) слива; 4) черешня.

Для научного обоснования современных технологий орошаемого плодоводства (капельного полива и микродождевания) важно знать

размеры расходных статей водного баланса в целом и плодового растения в отдельности. Эти вопросы мало исследованы в полевых и вегетационных опытах. Большинство исследователей, проводивших опыты в молодых и плодоносящих садах, определяли суммарный расход влаги садом. Исследователи, работавшие методом вегетационного опыта, изучали главным образом влияние водного режима на физиологические функции, рост и зимостойкость плодовых растений.

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

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

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

Принятие эколого – экономически оптимальных решений в интенсивном плодоводстве определяются распределением ресурсов между факторами формирования урожая (сорт, вид, дозы удобрений, сред-

ства защиты, режим и технология полива), формированием товаро-проводящей сети и т. д. При этом на современном уровне развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь потребуется получение максимальной прибыли и рентабельности производства при минимуме их затрат без нанесения экологического ущерба окружающей среде.

Данная задача может быть решена путем построения экономико-экологических моделей и установления подходов и расчетных зависимостей для их решения на основе анализа и обобщения необходимой информации, в том числе и для оптимизации водоемкости интенсивного плодводства Республики Беларусь, как одной из составляющих экономических эффективного и эколого-безопасного развития отрасли.

Предусматриваемые производственные полевые и специальные наблюдения и исследования позволяют уточнить возможность применения рекомендуемых расчетных параметров [4] при обосновании режима капельного орошения садов и ягодников промышленного типа и его экономической эффективности. Аппроксимация разработанных моделей оптимизации норм водопотребности будет проведена на базе ОАО «Александрийское» Шкловского района Могилевской области, где площадь промышленного сада с системой капельного орошения и микродождевания займет в ближайшей перспективе 350 га и заканчивается строительство современного фруктохранилища общей вместимостью 6,5 тыс. тонн яблок с регулируемой газовой средой. Затраты по созданию орошаемого сада на промышленной основе полностью окупятся примерно за три года [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная целевая программа развития плодводства на 2011–2016 гг. «Плодводство» // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 4 июля 2004 г. – 2004. – № 5/14330. – С. 17.
2. Голченко, М. Г. Орошение садов и ягодников / М. Г. Голченко, А. С. Девятов, Т. Д. Лагун. – Минск: Урожай, 1985. – 191 с.
3. Лагун, Т. Д. Нормы водопотребности плодово-ягодных культур в условиях Республики Беларусь / Т. Д. Лагун. – Херсон, 2005. – С. 7.
4. Рахлей, А. В. Ресурсосберегающие нормы и технологии полива в плодово-ягодных комплексах Республики Беларусь / А. В. Рахлей, Т. Д. Лагун // Материалы IX междунар. науч. конф. – Горки: БГСХА, 2008. – С. 95–99.
5. Ларина, Т. Нескучный сад / Т. Ларина // Белорусская нива. – 2008. – 19 июня. – С. 3.

УДК 631.67:634.1 (476)

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА  
В ИНТЕНСИВНОМ ПЛОДОВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

**С. А. Петровский, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат сельскохозяйственных наук А. С. Кукреш**

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

Равномерное обеспечение в течение всего календарного года населения высококачественными плодами и ягодами и продуктами их переработки является приоритетной задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь, неразрывно связано с развитием и совершенствованием технологий их производства [1].

Актуальность исследований по обоснованию ресурсосберегающих технологий полива и экологически безопасных норм водопотребности для орошения интенсивного плодового хозяйства Республики Беларусь подтверждается тем, что поставлена задача повысить эффективность плодового хозяйства на основе создания 12,2 тыс. га садов интенсивного типа, в том числе 9,6 тыс. га плодовых культур и 2,6 тыс. га ягодников, произвести закладку 145 га плантаций нетрадиционных ягодных культур (брусника, голубика, клюква), что позволит производить 800 тыс. тонн плодово-ягодной продукции [2].

В условиях неустойчивого режима естественного увлажнения и теплообеспеченности территории Республики Беларусь получение высоких и устойчивых урожаев плодов и ягод без регулирования водного режима почв практически невозможно [3], поэтому создание плодово-ягодных комплексов интенсивного типа в республике, как правило, базируется на их орошении (СПК «Клубника Плате» Щучинского района, ОАО «Отечество» Пружанского района, СПК «Александрия» Шкловского района и др.).

Нормы водопотребности плодовых культур при дождевании в зависимости от определяющих факторов (тип посадки, возраст, система содержания междурядий) были разработаны нами ранее на кафедре мелиорации и водного хозяйства БГСХА [3, 4]. Совершенствование методов расчета элементов водного баланса (корректировка методики унификации биоклиматических коэффициентов водопотребления для плодовых культур, учет влияния интенсивности и продолжительности

атмосферных осадков на поверхностный сток и слоя задержания воды растительным покровом) позволило в последствии снизить расчетные нормы водопотребности для орошения на 15–20 % [5].

Однако в последнее время во всех странах мира с развитым поливным земледелием особое внимание уделяется таким водосберегающим технологиям как капельное орошение. Это объясняется не только существенным водосбережением при данном способе полива, но и возможностью как полной автоматизации этого процесса, так и значительным повышением урожая из-за высокой точности поддержания влажностного режима почвы и режима питания. Анализ же литературных данных показал, что до настоящего времени детальных теоретических и полевых исследований по обоснованию режима и техники капельного орошения в условиях Беларуси не имеется, а данный способ орошения является приоритетным в создаваемых вокруг крупных городов республики плодово-ягодных комплексах на промышленной основе.

Целью исследований явилась разработка укрупненных экологически безопасных норм водопотребности при ресурсосберегающих технологиях полива плодовых культур интенсивного типа. При выборе объекта исследований учитывались как современное состояние, так и перспективы развития плодоводства в республике и его репрезентативность. Нормы водопотребности для орошения разработаны методом водного баланса сельскохозяйственного поля и с помощью испарителей малой модели. Место исследований – орошаемый плодовый комплекс УОА «Рассвет» Кировского района Могилевской области. Производственные наблюдения по нормам водопотребления нетрадиционных ягодных культур (клюквы крупноплодной, голубики высокорослой, смородины, черники) осуществляются на Полесском УП «Белорусские журавины».

На основании существующих разработок по режиму и технике полива садов и ягодников [3–5] и зарубежного опыта [6–8] нами подготовлены, прошли экспертизу и согласование в установленном порядке правила проектирования систем капельного орошения (СКО) в Республике Беларусь, которые отражают условия применения, состав элементов СКО, их классификацию, требования к качеству поливной воды, метод расчета маточного раствора удобрений, основы проектирования оросительной сети в плане и вертикальной плоскости, их гидравлического расчета и организации территории в орошаемых плодово-ягодных комплексах.

Режим капельного орошения (до накопления значительного производственного опыта) рекомендуется устанавливать по методикам, апробированным в районе проектирования, но с учетом коэффициента степени несплошного увлажнения площади участка, занятого культурой [6]. Основные рекомендуемые расчетные зависимости для определения объема воды, выдаваемого одной капельницей за один полив, поливной нормы и продолжительности ее выдачи изложены нами в [9].

Данные положения были использованы проектным институтом «Полесьегипроводхоз» при разработке строительного проекта «Фруктовый сад в д. Яновцы Пружанского района Брестской области» по заданию на проектирование, утвержденному директором ОАО «Журавинное» в 2006 году на площади 194 га. Рельеф объекта представляет собой пологие склоны с вершиной в северо-западной части. Уклоны местности изменяются от 0,001 до 0,1. Объект относится к южной зоне гидролого-климатического районирования Республики Беларусь. Почвы участка - дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые с глубины 0,3–0,5 м в основном песками. Грунтовые воды вскрыты на глубине 2,6 м. Тип сада уплотненный на карликовых подвоях, схема посадки 4×1,5 м.

Режим капельного орошения рассчитан для года 95%-ной обеспеченности дефицита водопотребления, как наиболее напряженного в температурном отношении. Согласно [3] для данных конкретных природно-климатических условий приняты следующие расчетные проектные параметры: глубина увлажнения – 0,6 м, поливная норма – 30 мм, оросительная норма – 210 мм, минимальный межполивной интервал – 9 суток, число поливов – 7, распределение их по месяцам вегетационного периода: май – 1, июнь, июль, август – 2, продолжительность полива в течение суток – 12 часов, а доля площади, подлежащая капельному увлажнению – 0,167 [8] При принятых расчетных параметрах общее водопотребление по саду составило 61,32 тыс. м<sup>3</sup>.

В проекте принят способ полива – капельное орошение с поверхностным водораспределением. Для орошения плодового сада запроектирована оросительная система стандартного типа. Основными элементами системы капельного орошения плодового сада являются: артезианские скважины и насосные станции над ними, регулирующий бассейн, оросительная насосная станция, фильтростанция, узел внесения и дозирования удобрений, оросительная сеть с капельными линиями, ВЛ-10кВ, внутриквартальные дороги и проезды, шпалерные ограждения.

При составлении строительного проекта рассматривались три варианта источника орошения. *Вариант 1*: две артезианские скважины общим дебитом 40 м<sup>3</sup>/ч, вода из которых аккумулируется в регулирующем бассейне полезной емкостью 5,8 тыс. м<sup>3</sup>. *Вариант 2*: одна артезианская скважина общим дебитом 20 м<sup>3</sup>/ч и регулирующий бассейн на 40,0 тыс. м<sup>3</sup>. *Вариант 3*: подача воды в оросительную сеть из ближайшего гарантированного поверхностного источника – р. Ясельды, находящейся в 16 км от объекта. В результате сравнения по приведенным затратам в качестве основного принят вариант 1, как наиболее экономичный.

Поливная сеть состоит из капельных трубок диаметром 16 мм с капельницами АкваПС 16/35/1,2. Производительность капельниц – 1,2 л/ч, минимальный требуемый напор на капельнице – 0,07 МПа, максимальный – 0,35 МПа, расстояние между капельницами – 0,75 м, капельными линиями – 4 м, общая протяженность капельных трубок – 445,71 км. По длине ряда капельницы располагаются на расстоянии 37,5 см в обе стороны от оси штамба плодового дерева и крепятся к нижнему ряду шпалерной проволоки на высоте 0,5 м над землей с помощью крючков через 2 м.

Расчеты проектной экономической эффективности показали, что окупаемость совокупных капитальных вложений составила 7,7 лет, коэффициент экономической эффективности – 0,13, а уровень рентабельности – 70 %.

В условиях Республики Беларусь плодово-ягодные комплексы интенсивного типа создаются, как правило, с орошением плодово-ягодных культур. Из всех существующих способов полива наиболее водосберегающим является капельное орошение, заключающееся в малоинтенсивной подаче оросительной воды из микроводовыпусков-капельниц непосредственно в зону развития корневой системы плодовых насаждений, обеспечивая необходимую точность поддержания режимов влажности и питания почвы. Определяющими элементами технологии капельного полива являются: поливные и оросительные нормы, продолжительность подачи воды, количество и схема расположения точек водоподачи в полосе или очаге увлажнения, контур и площадь увлажнения, равномерность распределения оросительной воды по площади.

Одним из важнейших путей перехода отрасли к устойчивому развитию является ресурсосбережение и снижение ресурсоемкости производства. В качестве показателя ресурсоемкости производства ис-

пользуется отношение того или иного природного ресурса к валовому внутреннему продукту (ВВП). В нашем случае это может быть водоемкость орошаемого плодовоговодства, как отношение объема забранных природных вод к ВВП. Выполненные нами предварительные расчеты позволяют сделать вывод о возможности использования этого показателя (наряду с минимумом приведенных затрат) в качестве основного критерия обоснования расчетной обеспеченности норм водопотребления плодово-ягодных культур при капельном орошении.

Предложенная технология капельного полива садов и ягодников интенсивного типа с использованием усовершенствованной методики расчета элементов проектного орошения плодовых и ягодных культур, учитывающей унификацию биоклиматических коэффициентов водопотребления, влияния интенсивности и продолжительности атмосферных осадков на поверхностный сток, слой задержания воды растительным покровом и степень несплошного увлажнения площади участка позволяют снизить на 30–40 % расчетную проектную водоемкость орошаемого плодовоговодства в Республике Беларусь

Предусматриваемые производственные и специальные наблюдения и исследования позволят уточнить возможность применения рекомендуемых расчетных параметров при обосновании режима капельного орошения садов и ягодников и его экономическую эффективность в условиях Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цыбульский, А. А. Яблоки – из Польши, груши – из Китая / А. А. Цыбульский // Белорусская нива. – 2004. – 11 февр. – С. 2.
2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.
3. Голченко, М. Г. Орошение садов и ягодников / М. Г. Голченко, А. С. Девятков, Т. Д. Лагун. – Минск: Урожай, 1985. – 191 с.
4. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР. – М.: Минводхоз СССР, 1984. – 345 с.
5. Лагун, Т. Д. Нормы водопотребности плодово-ягодных культур в условиях Республики Беларусь / Т. Д. Лагун. – Херсон, 2005. – С. 7.
6. Скобельцин, Ю. А. Системы капельного орошения / Ю. А. Скобельцин, А. Д. Гумбарев. – Краснодар: Кубанский СХИ, 1985. – 135 с.
7. Механизация полива / Б. Г. Штепа [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
8. Капельное орошение: пособие к СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения. – М.: Союзводпроект, 1986. – 148 с.
9. Рахлей, А. В. Ресурсосберегающие нормы и технологии полива в плодово-ягодных комплексах Республики Беларусь / А. В. Рахлей, Т. Д. Лагун // Научный поиск молодежи XXI века: материалы IX Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов. – Горки: БГСХА, 2008. – С. 95–99.

УДК 626.862.4

## **ЗАЩИТНО-ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

**О. Б. Ракицкий, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат сельскохозяйственных наук В. М. Лукашевич**

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

В республике Беларусь закрытые осушительные системы построены на площади более 2,2 млн. Для их строительства потребовались значительные объемы защитно-фильтрующих материалов (ЗФМ). В текущей 5-летке (2016-2020 годы) при реконструкции дренажей предусмотрены дальнейшее применение труб из пластических масс и эффективных ЗФМ, обеспечивающих высокую работоспособность труб и долговечность дренажных систем. Поэтому учеными Беларуси, России и других стран, где проводят осушение земель использовались различные материалы, которые позволяли бы решить отмеченные проблемы. Трубчатые дрены стали строить с 1840 г. в Англии, Германии и других западных странах. В России трубчатый дренаж был построен в 1853 г., и к 1862 г. было им осушено около 100 га земель различного сельскохозяйственного назначения – луга, полевые культуры [1]. Для того, чтобы дрены работали долгое время требовалась их защита от заиления частицами осушаемого грунта. Основным материалом для этих целей был сфагновый мох, добываемый преимущественно на верховых болотах. Этот материал применяли до 1970 г. В связи с расширением объемов работ по мелиорации возникла потребность в изыскании других материалов для защиты дренажа от заиления. Испытывали ЗФМ органического происхождения и искусственного. В практике мелиоративного строительства испытывались ЗФМ из соломы, веток хвойных деревьев, опилок и других материалов. Однако кроме мха, они не получили большого распространения. В конце 1950-х – начале 1960-х годов появились первые дренажные системы из пластмассовых труб. Они имели значительное количество водоприемных отверстий с небольшим расстоянием между ними (в среднем от 1 до 3 см), и расположенными по длине труб в несколько рядов (от 3 до 8). Это усложнило защиту их от заиления путем укладки мха. Его применение было ограничено с одной стороны из-за экологических требований, а с другой – сложностью укладки ручным способом. Потребовалось изыски-

вать другие материалы. Были выдвинуты к ЗФМ новые требования. Ставилась задача механизации укладки фильтров на трубы непосредственно в заводских условиях, или же на объекте в процессе строительства дренажа [2]. Появились материалы из стеклянных волокон – стекловоллокнистые ЗФМ – стеклохолсты, стекловата, полиэтилен - холст и др. [3]. Исследованиями этих материалов занимались многие НИИ и вузы. Значительный вклад в решение вопроса об эффективности искусственных ЗФМ внесли ученые Института мелиорации НАН Беларуси [4]. Накопив значительный материал по работоспособности, технологии и эксплуатации, ученые пришли к выводу о необходимости применения новых ЗФМ для защиты дрен от заиления.

В последние годы появились сведения о внедрении новых ЗФМ из геотекстиля в различных странах. Геотекстиль – это материал из стеклянных нитей, которые обработаны специальными смолами с включением в них других стабилизирующих материалов. Эти материалы повышают стабильность работы фильтров, сокращают степень кольматации и заиления их, имеют высокую смачиваемость и другие положительные факторы. В связи с этим на основе исследований геотекстильных материалов были выдвинуты новые современные требования к ЗФМ [4]. Основными из них являются:

1. Обеспечивать надежную защиту дрен от заиления;
2. Иметь минимальные фильтрационные сопротивления;
3. Задерживать частицы способные оседать в трубах, на контуре фильтра;
4. Поры фильтра не должны кольматироваться сульфорозионными частицами;
5. Увеличивать водопримную способность дрен;
6. Иметь коэффициент фильтрации не менее 45 м/сут;

Исследования, проведенные в Институте мелиорации, показали, что ЗФМ из геотекстиля отвечают этим требованиям. В этом институте исследовали 14 видов ЗФМ из геотекстиля, сравнивая их с фильтром из стеклохолста. В таблице представлены некоторые данные по упомянутым фильтрам

В этой же таблице имеются также данные кафедры мелиорации и водного хозяйства о работе стеклохолста в суглинках на объекте «Восход» Горещкого района [5].

Коэффициент кольматации – это отношение коэффициента фильтрации ЗФМ при работе в грунте к его коэффициенту фильтрации без грунта. Из табл. 1 видно, что диапазон коэффициентов фильтрации

(начальных) очень значительный: от 29,8 м/сут (АкваСпан Ф-И-70) до 86,70 м/сут (материал Гронема И-150-С). Следует также отметить высокий коэффициент фильтрации стеклохолста. В опытах Института мелиорации он составил 159,98 м/сут, в опытах БГСХА – 126,00 м/сут.

Таблица 1. – Средние значения коэффициентов фильтрации и коэффициента кольматации их при напоре воды 0,6 м (0,006 МПа)

№ п/п	Материал фильтра	К <sub>ф</sub> , м/сут	При работе в грунтах					
			в мелком песке		в торфе		суглинке	
			К <sub>фр</sub>	α	К <sub>фр</sub>	α	К <sub>фр</sub>	α
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Пинема И-130	54,06	32,50	0,6	40,10	0,74	42,60	0,79
2	Пинема И-150	81,50	52,10	0,63	44,10	0,54	54,40	0,67
3	Гронела И-100-Ч	45,40	31,70	0,70	10,60	0,23	31,60	0,70
4	Гронема И-150 –С	86,70	46,90	0,54	51,30	0,60	55,72	0,64
5	«Тайпар»SF-20	62,31	42,32	0,68	46,45	0,75	39,27	0,63
6	«Тайпар»SF-32	44,60	19,72	0,44	23,01	0,52	32,66	0,73
7	АкваСпан Ф-И-70	29,80	22,11	0,74	15,56	0,52	11,50	0,70
8	АкваСпан Ф-И-110	37,92	32,932	0,87	14,62	0,39	8,84	0,23
9	АкваСпан Ф-И-150	66,44	29,83	0,49	11,19	0,19	11,62	0,19
10	Стеклохолст	159,98	145,18	0,91	132,37	0,83	118,56	0,74
11	Стеклохолст	126,00	–	–	–	–	31,6	0,25

Примечание: в таблице значение К<sub>ф</sub> – коэффициент фильтрации ЗФМ без грунта.

Существенные колебания имеет также коэффициент кольматации – от 0,49 до 0,87. Высокой устойчивостью работы обладает стеклохолст. В опытах Института мелиорации коэффициент кольматации его при работе в песках достиг 0,91. Однако такой же материал в опытах БГСХА через 4 года работы фильтра в суглинках он составил всего 0,25. То есть в связных грунтах работа такого фильтра недостаточно эффективна. Строгой связи между коэффициентом фильтрации ЗФМ до опыта с коэффициентом фильтрации его при работе в грунте нами установить не удалось. Возможно, это связано с условиями опыта (трудно создать равные условия работы фильтров), а возможно и с особенностью материалов. Учеными института мелиорации показано также, что водоприемная способность дрен с новыми геотекстильными материалами, также различна. Максимальной работоспособностью обладают трубы, имеющие ЗФМ из геотекстиля «Тайпар» SF-32 и из кокосового фильтра. За ними следует фильтр из стеклохолста. Напри-

мер, при напоре воды равном 0,32 м первый фильтр имел расход 11,6 м<sup>3</sup>/сут., второй 6,8 м<sup>3</sup>/с и фильтр из стеклохолста 5,8 м<sup>3</sup>/с.

Перечисленные выше фильтры апробированы и испытаны в производственных условиях в грунтах, наиболее распространенных в Беларуси. Установлено, что такие материалы можно применять в качестве защитно-фильтрующих материалов для дренажной сети. ЗФМ из геотекстиля по общим показателям при работе дрен в различные периоды года не уступают стеклохолстам, применяемым в настоящее время. Важным достоинством геотекстилей является также высокая экономическая эффективность.

### Выводы

1. Обобщены материалы из геотекстиля, которые можно использовать как защитные фильтры при устройстве закрытой сети.

2. Показано, что наибольший коэффициент кольматации имеют фильтры АкваСпан Ф-И-110 (0,87), «Тайпар» SF-20 (0,75), а также традиционный фильтр из стеклохолста (0,91).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет кафедры мелиорации и водного хозяйства о НИР по теме «Исследование действия дренажа А.Н. Козловского, заложенного в 1856-1860 годах». – Горки, 1989. – 87 с.
2. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
3. Мурашко, А. И. Защита дренажа от заиления / А. И. Мурашко, Е. Г. Сапожников. – Минск: Ураджай, 1978. – 168 с.
4. Лукашевич, В. М. Скорость впитывания воды дерново-подзолистой суглинистой почвы / В. М. Лукашевич, В. И. Желязко // Вестник БГСХА. – 2013. – №4 – С. 104 – 108.
5. Отчет о НИР кафедры мелиорации и водного хозяйства, по теме «Совершенствование способов мелиорации лессово-западных земель». – Горки, 1992. – 56 с.

УДК 631.6

## ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕН

**О. Б. Ракицкий, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат сельскохозяйственных наук В. М. Лукашевич**

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

Фильтрационное сопротивление для некоторого участка подземных вод представляет собой отношение потерь напора  $\Delta H$  к расходу потока  $Q$  в пределах рассматриваемого участка. Фильтрационное сопротивление характеризует удельные потери напора (энергии) потока относительно его расхода. Численно фильтрационное сопротивление участка потока между центрами соседних блоков определяется по формуле [1]:

$$\Phi = \frac{\Delta H}{Q} = \frac{\Delta H}{K_i \omega} = \frac{\Delta H \cdot L}{K \cdot \Delta H \cdot \omega} = \frac{L}{K \cdot \omega}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент фильтрации;

$\omega$  – площадь поперечного сечения потока;

$L$  – длина участка фильтрации.

В гидрогеологических и гидротехнических расчетах широко используется метод фильтрационных сопротивлений. Сущность метода состоит в замене несовершенных дрен, каналов и скважин эквивалентными в гидротехническом отношении совершенными элементами, обеспечивающими равенство граничных условий фильтрации.

В общем случае приток воды на единицу длины с учетом сопротивлений в реальных условиях равен:

$$Q = \frac{2\pi \cdot K \cdot H}{\Phi_0 + \Phi_i}, \quad (2)$$

где  $K$  – коэффициент фильтрации грунта;

$H$  – напор грунтовых вод;

$\Phi_0$  – фильтрационное сопротивление, вызванное несовершенством дрен по степени вскрытия водоносного пласта;

$\Phi_i$  – фильтрационное сопротивление, вызванное несовершенством дрены по характеру вскрытия водоносного пласта.

Например, для однородной среды при расположении дрены выше водоупора значение  $\Phi_0$  определяют по формуле

$$\Phi_0 = 0,73T\ell q \frac{T}{\pi t}, \quad (3)$$

Физический смысл этого сопротивления заключается в оценке увеличения пути фильтрации жидкости от водоупора до дрены. Иными словами, при возрастании пути фильтрации жидкость (вода) испытывает сопротивления, которые приближенно можно оценить дополнительным напором, обеспечивающим равенство расходов совершенной и несовершенной дрен по степени вскрытия пласта.

Формула (3) свидетельствует, что при расположении дрены на водоупоре фильтрационные сопротивления равны нулю.

Для оценки фильтрационных сопротивлений  $\Phi_i$ , которые характеризуют конструктивные особенности дрен (диаметр, фильтр, размеры водопрониемых отверстий и т.д.), имеются многочисленные формулы, полученные отечественными и зарубежными авторами [2].

Из анализа формул (1) и (2) видно, что роль фильтрационных сопротивлений в работе дрен оценить непросто. В то же время нетрудно представить, что в реальных условиях работы дрен влияние сопротивлений можно оценить остаточным напором  $H$  грунтовых вод над дренажной или в других точках области фильтрации, которые можно фиксировать пьезометрами.

Известно, что при работе дрены образуется участок нависания, или разрыв между уровнями воды в дрене и уровнем грунтовых вод над дренажной [2, 3, 4, 5]. В идеальных дренажах такой разрыв отсутствует. В реальных условиях величина участка нависания зависит от большого количества факторов. Главным из них являются граничные условия области фильтрации, внутренняя и внешняя суффозия, изменение свойств грунта в придренной области, защитно-фильтрующие материалы, конструкция дренажных труб и т.д. По теоретическим расчетам [3], нависание грунтовых вод может достигать до 30 – 40 см. При глубине дрен в 1,0–1,2 м такой величиной пренебрегать нельзя. В натуральных условиях она достигает 10 – 30 см. Характерно отметить при этом, что глубина воды в дренажах равна всего 1–2 см и даже меньше.

В соответствии с выше приведенными теоретическим обоснованием и экспериментальными данными стояние воды над дренами обусловлено фильтрационными сопротивлениями. В частности, кафедрой мелиорации и водного хозяйства установлено, что одной из причин нависания грунтовых вод над дренами, являются фильтрационные сопротивления, обусловленные кольматированием фильтров и стыков между трубами частицами разложившегося торфа. Данные этой кафедры подтверждены другими исследователями [1,6 и др.]. Эти исследователи обратили внимание на то, что написание грунтовых вод над дренами зависит от условий поступления их в полость труб; например, чем выше водопроницаемость грунта около дрены, тем меньше сопротивления  $\Phi_1$  и, следовательно, меньше высота нависания грунтовых вод. Особое место среди факторов, определяющих работоспособность дрена, является конструкция дрены. Она является основным элементом дренажной сети, от которой зависят фильтрационные сопротивления, затраты энергии (напора) на вход воды в полость и продолжительность службы дренажной системы в целом.

В настоящее время при мелиорации земель используют керамические и пластмассовые трубы. Они отличаются друг от друга характером водоприемной поверхности. В керамические трубы вода поступает в стыковые зазоры, расположенные через 333 мм. В пластмассовые трубы грунтовая вода поступает через перфорационные отверстия равномерно размещенные по длине труб в несколько рядов. Картины фильтрации в области этих труб также различаются между собой. В керамических трубах линии равного напора концентрируются возле водоприемных щелей. На расстоянии 1 – 2 см от стыка в обе стороны теряется до 40 – 60 % напора, если дрена не окружена фильтрующим материалом. Линии тока претерпевают сжатие, что увеличивает фильтрационные сопротивления. Увеличивается путь фильтрации грунтовых вод от середины труб к стыковому зазору. Равномерно расположенные водоприемные отверстия в пластмассовых трубах существенно меняют картину распределения элементов потока. Линии тока рассредоточиваются вдоль трубы, сокращается путь перемещения жидкости к отверстиям, что уменьшает сопротивления притоку воды. Линии равного напора также более равномерно располагаются в области фильтрации.

Некоторыми исследователями отмечено, что управлять «расположением» линий тока и линий равного напора можно путем подбора конструкции дрены. Разместив керамические трубы в хорошо водо-

проницаемый фильтр толщиной всего 2–3 см, увеличивается их водоприемная способность. Увеличение происходит за счет того, что грунтовые воды по кратчайшему пути сначала поступают в фильтр, а из него с меньшими сопротивлениями – в стыковой зазор. В данном случае фильтр с высоким коэффициентом фильтрации «выступает» в роли частного дренирующего элемента по отношению к поверхности керамических труб. Стыковой зазор в таком случае необходим для приема воды из фильтра; дренирующий эффект его в общей картине фильтрации невысок. Напор грунтовых вод при наличии фильтра уменьшается в 7–10 раз и равен 2–4 см.

Водоприемную способность пластмассовых труб (особенно гофрированных) также можно повысить, обеспечив их сплошным фильтром. Учитывая разный характер поступления грунтовых вод в полость отмененных дрен, из изложенных соображений вытекает задача исследований: необходимо установить характер распределения пьезометрических напоров вдоль керамических (от середины трубы до стыкового зазора) и пластмассовых (при равномерном распределении отверстий) дрен.

В связи с этим на кафедре мелиорации были проведены специальные исследования по изучению данного вопроса. Для исследований выбраны гладкостенная пластмассовая труба с внутренним диаметром 50 мм и толщиной стенки 6 мм, а также пластмассовая гофрированная труба, перфорированная круглыми отверстиями диаметром 3 мм и расположенными во впадинах гофр. Опыты проводились в фильтрационном лотке длиной 333 мм (по длине керамической трубке), шириной 500 мм (ширина траншеи) и высотой 500 мм. Лоток загружался мелкозернистым песком с коэффициентом фильтрации 0,83 м/сут, значение которого определено на приборе Вильямса. Толщина слоя грунта над верхом трубы 40 см. Трубы работали по схеме подрусловой дрены. Для этого на поверхности песка укладывался стеклохолст в 2 слоя. Он служил для распределения подаваемой водопроводной воды равномерно по поверхности. Уровень воды (напор грунтовых вод) поддерживался на постоянной отметке путем перетока излишней воды в специальный патрубок. Толщина слоя воды над грунтом 2 см. Замер параметров фильтрационного потока осуществляется после стабилизации движения грунтовых вод, определяемой путем достижения постоянного расхода.

Проведено 4 опыта. В первых трех опытах исследовались дрены со стыковыми зазорами между трубами. Чтобы обеспечить высокую

точность опытов, применены гладкостенные пластмассовые трубы без водоприемных отверстий на поверхности. Эти трубы легко обрабатывались. Стыковой зазор обеспечивался установкой между двумя отрезками труб длиной по 166 мм (суммарная длина равна длине керамической трубе – 333 мм) специальных металлических пластин соответствующего размера (0,5 и 1,5 мм). Отрезки труб размещались в лотке так, чтобы стыковой зазор находился посередине лотка. Это позволяло моделировать движение воды от середины трубы к стыку. Для замера пьезометрического напора грунтовых вод вдоль трубы от стыкового зазора до стенки лотка на длине 166 мм установлено 5 пьезометров. Пьезометр № 1 установлен у стыкового зазора (в 1,2 см от стыка до центра пьезометра). Пьезометр № 5 расположен в 16 см от стыка, остальные пьезометры № 2, 3, 4 размещены в оставшемся интервале между пьезометрами № 1 и 5.

В опытах № 1 и № 2 исследовалось распределение пьезометрического напора по длине трубы без фильтра и имеющей соответственно ширину стыкового зазора 0,5 и 1,5 мм. В опыте № 3 изучались стыкующиеся трубы с зазором между ними 1,5 мм, но помещенные в песчаный фильтр из крупнозернистого песка толщиной 30 мм и коэффициентом фильтрации 34,7 м/сут.

В опыте № 4 исследовалась пластмассовая гофрированная труба длиной 333 мм и диаметром 63 мм. Водоприемные отверстия расположены во впадинах гофр. В отличие от стыкующихся труб в этой конструкции пять пьезометров размещены равномерно по всей длине исследуемой трубы, т.е. на длине 333 мм. Расстояния между пьезометрами № 2, 3, 4 равно 66 мм, между крайними № 1 и № 5 и стенкой лотка (конец трубы) по 32 – 33 мм.

Ниже приводятся результаты опытов.

Распределение градиентов напора по длине стыкующихся труб представлено в табл. 1.

Таблица 1. – Градиенты напора вдоль стыкующихся труб, единиц

№ опыта	№ пьезометра и градиент напора на расстоянии от его центра до стыка				
	1, 1,2 см	2, 2,6 см	3, 3,9 см	4, 8,8 см	5 16,0 см
1	35,5	18,0	15,6	12,0	10,5
2	26,0	15,5	12,0	9,0	8,5
3	15,0	10,6	8,5	5,1	6,8

Из табл. 1 видно, что наибольшие градиенты напора наблюдаются в опыте №1 при стыковом зазоре 0,5 мм без фильтра. С увеличением ширины стыкового зазора до 1,5 мм они существенно уменьшились. В пьезометре №1 опыта №2 градиент уменьшился с 35,5 до 26,6 единиц или в 1,37 раза. По мере удаления от стыкового зазора градиенты напора в этих двух опытах уменьшаются. Снижается и различие между показаниями пьезометрами. В пьезометре №5 на расстоянии 16,0 см от стыкового зазора (середина трубы) при стыке в 0,5 мм градиент напора составил 10,5 единиц в опыте №1 и 8,5 единиц в опыте №2. Различие сократилось до 1,22 раза.

В опытах отмечается существенное влияние фильтра на снижение пьезометрического напора (опыт № 3). Около стыкового зазора, окруженного фильтром, градиент напора у пьезометра № 1 составил 15,0 ед. По сравнению с опытом № 2 он уменьшился в этой точке в 1,61 раза, а с опытом № 1, где ширина стыкового зазора 0,5 мм, разница составила уже 2,36 раза. Как отмечалось ранее, на остаточные напоры грунтовых вод над дренажной системой влияет водопроницаемость грунта. Поэтому следует ожидать, что при применении фильтра на трубах, уложенных в слабоводопроницаемых грунтах, влияние его будет более существенное.

В опыте № 4 пластмассовая труба защищена стеклохолстом по всей длине вкруговую. Без фильтра опыт провести не удалось, так частицы песка являлись несоизмеримыми по сравнению с водопроницаемыми отверстиями.

Результаты опыта № 4 с этой трубой представлены в табл. 2.

Таблица 2. – Градиенты напора по длине пластмассовой гофрированной трубе (опыт № 4)

№ пьезометра и расстояние от стенки лотка, см	1, 3,3 см	2, 9,9	3, 16,2	4, 22,8	5, 26,0
Градиент напора, единиц	6,1	8,2	6,4	8,0	6,0

Из табл. 2 видно, что вдоль трубы градиенты напора распределяются относительно равномерно. Однако заметно различие в показаниях пьезометров расположенных во впадинах гофр (№ 1, 3, 5) и на их вершинах (№2, 4). Различие в напорах составляет 1,4 – 2,0 см. Объясняется это наличием фильтра и его расположением относительно отвер-

стей. Там, где фильтр вплотную примыкает к трубе (вершина гофра), там градиент напора больше. Над впадиной гофра между фильтром и трубой имеется пространство, которое служит как дополнительный дренирующий элемент.

Сравнивая данные этого опыта № 4 с данными опыта № 3 видно, что равномерное распределение водоприемных отверстий в пластмассовой трубе улучшает условия поступления грунтовых вод в дрена и уменьшает фильтрационные сопротивления.

### Выводы

1. Опытами установлено, что ширина стыкового зазора между дренажными трубами существенно влияет на распределение градиентов напора по их длине. Максимальный градиент у стыкового зазора уменьшается в 1,37 раза, если его увеличить с 0,5 до 1,5 мм.

2. Защитно-фильтрующий материал позволяет более равномерно распределить напоры по длине стыкующихся труб. Если различие в показаниях крайних пьезометров в трубах без фильтра составило трехкратное, то при применении фильтра на этой же трубе оно уменьшилось и составило 2,2 раза. Потери напора при движении грунтовых вод от середины трубы к стыковому зазору также уменьшаются. Поэтому в варианте опыта без фильтра градиенты напора составили 18,5 единиц, с фильтром 8,2 единицы, т.е. сократились более, чем в 2 раза.

3. Равномерное распределение водоприемных отверстий по длине трубы упорядочивает распределение напоров вдоль трубы. Об этом наглядно свидетельствует опыт с пластмассовой трубой с фильтром, которым покрыты равномерно расположенные отверстия. По всей длине трубы отмечены незначительные отклонения в показаниях пьезометров, что обеспечило и равенство градиентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Фильтрационное сопротивление / Мелиоративная энциклопедия. Т. 3. – М.: ФГНУ, 2004. – 444 с.
2. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение / Под ред. Б. С. Маслова – М.: Агропромиздат, 1985. – 447 с.
3. Михайлов, Г. И. Исследование водоприемной способности и обобщенных сопротивлений горизонтальных трубчатых дрен. Автореферат канд. диссерт. М.: 1971. – 26 с.
4. Марков, Е. С. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям / Е. С. Марков и [др.]; под ред. Е. С. Марков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 368 с.

5. Лукашевич, В.М. Скорость впитывания воды дерново-подзолистой суглинистой почвы / В.М. Лукашевич, В.И. Желязко // Вестник БГСХА. – 2013. – №4 – С. 104 – 108.

6. Гулюк, Г. Г. Руководство по мелиорации полей / Г. Г. Гулюк, М. Б. Черняк, В. И. Шыков. – СПб.: Политехнический университет, 2007. – 238 с.

УДК 556.047

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОКА Р. ЛЕСНАЯ – С. ЗАМОСТЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Д. В. Симатов, магистрант**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**А. А. Волчек**

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

Основным источником водных ресурсов Беларуси являются средние и крупные реки, вдоль которых концентрируется население и промышленное производство страны. Немаловажное значение имеют ресурсы малых рек, так как они являются основой формирования водных ресурсов страны. От их состояния в значительной степени зависит благополучие средних и крупных водотоков, условия жизни населения. Их сосредоточенность по территории делает водные ресурсы доступными для повсеместного использования. Поэтому объектом наших исследований является р. Лесная.

Цель данной работы – показать трансформацию стока на р. Лесная – с. Замосты. Для анализа работы исходными данными послужили ряды расходов воды для различных видов стока: среднегодовой, максимальный, минимальный сток летне-осенней и зимней межени за период инструментальных наблюдений начиная с 1943 года по настоящее время.

По своеобразию режима стока, характеру его связи с определяющими факторами и величине стока бассейн р. Лесной относится к Западнобугскому гидрологическому району, подрайону «а». Данному гидрологическому району характерно следующее распределение сезонного стока в % от годового: весна (III – V) – 49 %; лето – осень (VI – XI) – 28%; зима (XII – II) – 23% [2].

Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими летними и осенними паводками [1].

На рисунке 1 представлен гидрограф среднегодовых расходов воды р. Лесная – с. Замосты, который характеризуется следующими ста-

статистическими параметрами за исследуемый период:  $\bar{Q}=8,16 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $C_v=0,29$ ;  $C_s=1,08$ ;  $R=0,15$ .

На рис. 1 видно, что значения среднего расхода воды незначительно уменьшается, что подтверждает линия тренда. На р. Лесная – с. Замосты средний расход воды за весь период наблюдений составляет  $8,16 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Среднегодовые расходы реки в 1958, 1970, 1974, 1980 и 2017 гг. были гораздо выше нормы, это связано с тем, что в эти годы наблюдались самые большие уровни воды вовремя весеннего половодья за все время наблюдений.

Среднегодовые расходы воды реки Лесная в 1954, 1963, 2015 гг. были гораздо ниже нормы, это связано с тем, что в эти годы наблюдались температурные показатели, гораздо выше климатической нормы.

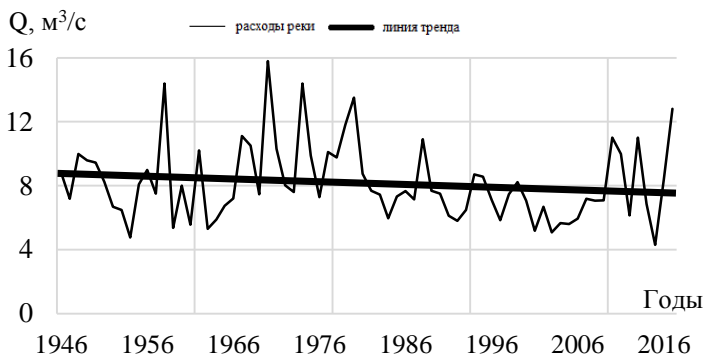


Рисунок 1. – Гидрограф среднегодовых расходов воды на р. Лесная – с. Замосты

Половодье в бассейне р. Лесной ежегодно формируется весной в результате снеготаяния и выпадения дождей при снеготаянии. Начало весеннего половодья на рассматриваемой территории приходится в среднем на третью декаду марта, хотя раньше сроки наступления половодья приходились в среднем на первую декаду апреля [5]. Пик половодья приходится на начало апреля. Продолжительность половодья в среднем составляет 40 – 60 дней. Заканчивается половодье в среднем в последней декаде апреля. Доля весеннего стока от годового для рассматриваемой территории колеблется в пределах 40 – 60 %. Большое влияние на величину весеннего половодья оказывают климатические

факторы, формирующие дружность весеннего половодья, в частности температура воздуха и осадки [2].

На рис. 2 представлен гидрограф максимальных расходов воды весеннего половодья на р. Лесная – с. Замосты, который характеризуется следующими статистическими параметрами:  $\bar{Q}=50,56 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $C_v=0,77$ ;  $C_s=1,54$ ;  $R=0,52$ .

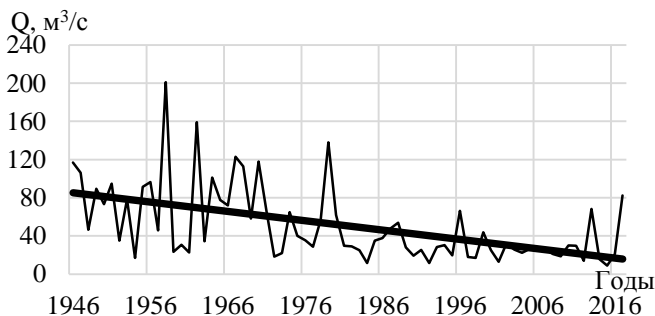


Рисунок 2. – Гидрограф максимальных расходов воды на р. Лесная – с. Замосты

Основные факторы, обуславливающие высоту весеннего половодья для рек Беларуси, характерны и для реки Лесная – степень увлажнения водосборов рек в предшествующем весне периоде, запасы воды в снеге перед началом весеннего таяния, осадки во время снеготаяния и прохождения половодья, глубина промерзания почвы к началу снеготаяния, ледяная корка на почве, интенсивность снеготаяния [3].

Как видно из рисунка 2, на р. Лесная – с. Замосты максимальные расходы воды весеннего половодья имеют тенденцию к уменьшению, уменьшаются, как и показывает линия тренда. Можно заметить, что максимальные расходы весеннего половодья наблюдались в 1958, 1962, 1979 и 2017 годах. Причиной формирования таких высоких уровней воды можно объяснить такими факторами как: наличие заторов льда на реке, выпадение обильных осадков, интенсивное весеннее снеготаяние (средняя температура за февраль в таких случаях всегда отрицательная, а за март положительная). Так к примеру, в 1979, средняя температура по бассейну р. Лесная в феврале составляла  $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ , а в марте того же года уже в среднем  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Минимальный сток является одной из главных характеристик стока рек. Весеннее половодье на реках сменяется летне-осенней меженью, когда уровни воды достигают наиболее низких значений. Для рек бассейна р. Лесной характерно наличие двух периодов низкого стока в году – летне-осеннего и зимнего. Летне-осенняя межень наступает в конце мая – середине июня и заканчивается в октябре (около 170 суток). Зимняя межень обычно устанавливается в конце ноября – середине декабря. В отдельные годы межень прерывается зимними паводками и состоит из 2 – 4 периодов, продолжительностью 5 – 15 дней [4].

На рис. 3 представлен гидрограф минимальных расходов на р. Лесная – с. Замосты: а) для летне-осенней межени; б) для зимней межени, который характеризуется следующими статистическими параметрами: а)  $\bar{Q}=2,27 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $C_v=0,60$ ;  $C_s=2,03$ ;  $R=0,127$ ; б)  $\bar{Q}=3,62 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $C_v=0,49$ ;  $C_s=1,33$ ;  $R=0,292$ .

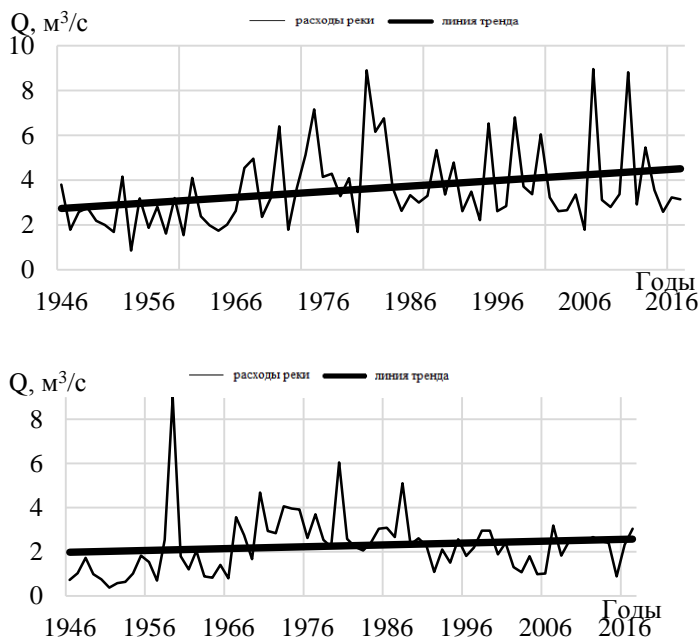


Рисунок 3. – Гидрограф минимальных расходов воды на р. Лесная – с. Замосты: а) летне-осенняя межень; б) зимняя межень

За периоды наблюдений наиболее низкими величинами летне-осеннего минимального стока были 1950, 1966 и 2015 годы, а наиболее низкими значениями зимней межени были 1954, 1978 и 2006 год.

Анализ рядов расходов воды для различных видов стока показал, что трансформация стока на р. Лесная – с. Замосты действительно происходит. Практически по всем видам стока наблюдается его уменьшение, в сравнении с началом инструментальных наблюдений.

Одной из причин уменьшения расходов воды может являться тот факт, что из-за увеличения средней температуры воздуха (температура увеличилась примерно на 13 % в сравнении с периодом начала наблюдений за створом на р. Лесная – с. Замосты), что привело к увеличению испарения с бассейна р. Лесной, а, следовательно, к уменьшению расходов воды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы Брестской области: научное издание / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск, БГУ, 2002. – 440 с.
2. Мухавец: Энциклопедия малой реки: монография / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин – Полесский аграрный институт, 2005. – 344 с.
3. Логинов, В.Ф. Весенние половодья на реках Беларуси: пространственно-временные колебания и прогноз / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. Волчек – Минск, 2014. – 244 с.
4. Минимальный сток рек Беларуси: монография / А.А. Волчек, О.И. Грядунова. – Брест, государственный университет имени А.С. Пушкина, 2010. – 169 с.
5. Волчек, А.А. Изменение сроков наступления максимальных расходов воды весеннего половодья на реках Беларуси / А.А. Волчек, Ан.А. Волчек // Вест. Фонда фундам. исслед. – 2008. – № 1. – С. 54–59.

УДК 338.43:63

### АДМИНИСТРАТИВНЫЙ КОРПУС В СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

**Н. С. Фомина, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель В. С. Шабрин.**

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

Цель данного исследования состоит в том, чтобы разобраться для чего следует строить административный корпус, на какие группы может подразделяться данный объект и какие помещения они могут иметь. Попытаемся конкретно рассмотреть на примере, которым послужит один из таких административных корпусов.

Что же из себя представляет административный корпус?

Административные постройки, имеющие общую архитектурную задачу – создание среды для нормальной работы офисов. Сюда же могут входить помещения, где размещается управленческий аппарат общественных и государственных учреждений и организаций. Они как правило, имеют ячеистую планировку. Рабочие кабинеты в них размещены по обеим или по одной стороне коридора. Первый этаж предназначен для гардероба и вестибюля. Необходимыми помещениями в административных зданиях являются залы для собраний. Их располагают на нижних этажах, организуя отдельный строительный объем. Залы для собраний могут находиться и на верхних этажах основного корпуса. Административным зданиям при застройке населенных пунктов отводится большое образное и архитектурно-художественное значение. [1]

В данной работе я буду рассматривать проект, который в дальнейшем может быть построен в одном из сельских населенных пунктах.

Административные здания есть почти в каждом населенном пункте, зачастую люди обращаются туда для решения конкретных вопросов, а также в таких зданиях располагаются вышестоящее руководство.

Административных здания подразделяются на группы:

- 1) здания государственных комитетов, министерств и др. центральных учреждений
- 2) здания центральных учреждений автономных республик, краевых, областных, городских и районных Советов депутатов трудящихся
- 3) здания поселковых и сельских Советов депутатов трудящихся
- 4) здания административно-хозяйственных учреждений, кооперативных и общественных организаций
- 5) здания проектных организаций

Они имеют помещения следующего назначения:

Основного – общие рабочие комнаты и кабинеты;  
Вспомогательного – конференц-залы, залы совещаний, выставочные, помещения для приёма посетителей, помещения библиотеки, копировально-множительных служб, бюро пропусков, вычислительных центров.

Обслуживающего – гардеробные, курительные, столовые и др.[2]

Рассмотрим пример такого здания, его технико-экономические показатели, описание, конструктивные решения.

Технико-экономические показатели:

Площадь застройки - 1661,1 м<sup>2</sup>

Этажность - 4 этаж.

Общая площадь здания - 3604 м<sup>2</sup>

Строительный объем – 15047 м<sup>3</sup>

Размеры в осях - 12.0 м x 42.3 м

Здание представляет собой объект общего назначения – Административное здание. В здании несущими конструкциями являются продольно-поперечные стены. В центральной части главного фасада запроектирован основной вход. Имеется две лестничные клетки. Крыша скатная. Конструктивная схема проектируемого здания представляет собой несущие продольные кирпичные стены.

В данном проекте предусмотрены ленточные монолитные фундаменты, и сборные железобетонные по серии Б 1.012.1-1.99 для пристройки по осям 3/1 -3/4. Цокольные участки из блоков бетонных по серии Б1.016.1-1.

Наружные стены выполнены из керамического полнотелого кирпича с размерами 120x55x250 мм.

Перекрышки – сборные железобетонные по серии Б 1.038.1-1 СТБ 1319-2002.

Утепление существующих стен выполняется с наружной стороны в соответствии с пособием П2-2000 к СНиП 3.03.01-87 с устройством декоративно-защитного слоя с последующей покраской.

Утеплитель – плиты пенополистирольные по СТБ 1437-2004.

Таким образом, можно сделать вывод, что такое здание вполне может быть построено в малых населенных пунктах, по расчетам оно удовлетворит все требования, предъявляемые к таким зданиям. [3]

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проект на тему: Административный корпус.
2. Ржецкая Л.М. Гражданские и промышленные здания. Курсовое проектирование/Л.М.Ржецкая.-2-е изд. исправ. идопол. -Минск: «Дизайн ПРО», 2004.-112с. СНБ 5.08.01-2000. Кровли. «Технические требования и правила приемки»- Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь,2000.-24с.
3. Строительные нормы и правила СНиП 3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия" (утв. постановлением Госстроя СССР от 4 декабря 1987 г. N 280).
4. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций: Учеб. пособие / В.М. Бондаренко, В.И. Римшин. – Минск: Высш. шк., 2006. – 504с.
5. ТКП 45-1.03-63-2007. «Монтаж зданий. Правила механизации». Технический кодекс: введ. 02.04.2007. - Минск: Минстройархитектура РБ, 2007.-85с.
6. Технология строительного производства: методические указания по выполнению курсового проекта / Л.Е. Рыбалко, В.П. Орешников. - Горки: БГСХА, 2012. – 64 с.

7.ТКП 45-1.03-125-2008 «Нормы продолжительности строительства объектов сельскохозяйственного назначения».- Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь Минск, 2009.-36с.

УДК 624. 12.13

## КОМПРЕССИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

**А. А. Чаплыгин, студентка**

**Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук**

**Н. В. Васильева**

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

### Введение

*Биогенные грунты* – современные органо-минеральные отложения осадочного происхождения с повышенным содержанием органического вещества. Биогенный грунт состоит из следующих фаз: жидкой и твердой, состоящей из минеральной и органической составляющих[4].

В единице объема для подавляющего большинства биогенных грунтов их минеральная составляющая занимает несопоставимо малый, в сравнении с органической составляющей объем. Минеральная составляющая биогенных грунтов способна связать и удерживать в структуре грунта значительно меньше количество воды, чем органическая. Органическая составляющая является основой каркаса биогенного грунта, который несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах. Уплотнением минеральной составляющей можно пренебречь, считая ее не сжимаемой. Деформация уплотнения будет происходить в результате отжатия воды из образца, и уплотняться будет лишь органическая составляющая [1].

В общем случае объем образца водонасыщенного биогенного грунта состоит[2]:  $V_{обр} = V_{орг} + V_{мин} + V_{в}$

где  $V_{обр}$  - объем образца,

$V_{орг}$  -объем органической составляющей,

$V_{мин}$  -объем минеральной составляющей,

$V_{в}$  - объем воды.

Цель работы – определение фазового состава и получение компрессионной зависимости биогенных грунтов.

Методика и материалы исследования – для определения фазового состава взят образец торфа

с исходными данными: торф древесно-осоковый, степень разложения  $R = 45\%$ ; влажность  $W = 205\%$ ; зольность  $Z = 21,56$ ; плотность

твердой фазы  $\gamma_s = 1,67$  г/см<sup>3</sup>; коэффициент пористости  $\varepsilon_0 = 3,43$ ; плотность воды,  $\gamma_w = 1,0$  г/см<sup>3</sup>. начальная высота образца,  $h = 2,08$  см;

площадь образца,  $F = 25,5$  см<sup>2</sup> ;

Плотность скелета грунта равна:

$$\gamma_d = \frac{1}{0,01W + \frac{1}{\gamma_s}} = 0,3775 \text{ г/см}^3$$

Плотность грунта в образце будет равна:

$$\gamma = \gamma_d (0,01W + 1) = 1,1515 \text{ г/см}^3$$

Объём образца в компрессионном кольце равен:

$$V_{обр.} = F \cdot h = 25,5 \cdot 2,08 = 53,04 \text{ см}^3$$

Масса образца равна:

$$P_{обр.} = \gamma \cdot V_{обр.} = 1,1515 \cdot 53,04 = 61,076 \text{ г}$$

Объём твердой фазы образца:

$$m = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} = \frac{0,3775}{1,67} = 0,2260$$

Объём пор в образце:

$$n = 1 - m = 1 - 0,2260 = 0,7740$$

Масса воды в образце:

$$P_{\epsilon} = V_{обр} \cdot n \cdot \gamma_{\epsilon} = 53,04 \cdot 0,7740 \cdot 1,0 = 41,053г$$

Масса твердой фазы образца:

$$P_{тв.ф} = P_{обр} - P_{\epsilon} = 61,076 - 41,053 = 20,023г$$

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих:

$$P_{тв.ф} = P_{мин.} + P_{орг.}$$

Масса минеральной составляющей образца будет равна:

$$P_{мин.} = \frac{P_{тв.ф} \cdot Z}{100} = \frac{20,023 \cdot 21,56}{100} = 4,317г$$

Масса органической составляющей образца составит:

$$P_{орг.} = P_{тв.ф} - P_{мин.} = 20,023 - 4,317 = 15,706г$$

Объём твердой фазы образца будет равен:

$$V_{тв.ф} = V_{обр} \cdot m = 53,04 \cdot 0,226 = 11,987см^3$$

Объём воды в образце:

$$V_{в} = V_{обр} - V_{тв.ф} = 53,04 - 11,987 = 41,053см^3$$

Минеральная и органическая составляющая в образце способны связать определенное количество воды.

Количество воды, связанное минеральной составляющей составит:

$$P_e^{мин} = \frac{P_{мин.} \cdot W_{мин.}}{100} = \frac{4,317 \cdot 20}{100} = 0,863g$$

Следовательно, при принятых значениях параметров объем минеральной составляющей для рассматриваемого примера равен:

$$V_{мин} = \frac{P_{мин}}{\gamma_{мин}} = \frac{4,317}{2,1} = 2,056 \text{ см}^3$$

Масса воды связанная органической составляющей будет равна

$$P_{орг} = P_v - P_{вмин} = 41,053 - 0,863 = 40,190 \text{ г}$$

Влажность органической составляющей имеет значение:

$$W_{ва} = \frac{P_a^{ва} \cdot 100}{P_{ва}} = \frac{40,190 \cdot 100}{75,706} = 255,89 \%$$

Плотность скелета органической составляющей образца равна:

$$\gamma_d^{орг} = \frac{1}{0,01W + \frac{1}{\gamma_s^{орг}}} = \frac{1}{0,01 \cdot 255,89 + \frac{1}{1,5}} = 0,310 \text{ г/см}^3$$

Плотность органической составляющей имеет значение:

$$\gamma_{орг} = \gamma_d^{орг} \cdot (0,01W_{орг} + 1) = 0,310 \cdot (0,01 \cdot 255,89) + 1 = 1,103 \text{ г/см}^3$$

Объем органической составляющей:

$$V_{орг} = V_{тв.ф} - V_{мин} = 11,987 - 2,056 = 9,93 \text{ см}^3$$

Коэффициент пористости органической составляющей равен:

$$\varepsilon_{opz} = \frac{\gamma_s^{opz}}{\gamma_d^{opz}} - 1 = \frac{1,5}{0,310} - 1 = 3,838$$

Коэффициент пористости образца

$$\varepsilon_{opz} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{1,670}{0,3775} - 1 = 3,43$$

Для аппроксимации экспериментальных компрессионных кривых используем логарифмическое уравнение (для всех видов биогенных грунтов зависимости в координатах) [3].

$$\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0^\phi}{\varepsilon_0} - a_\kappa \cdot \ell q \frac{P}{P_0},$$

где  $\varepsilon_i$  – коэффициент пористости, соответствующий приложенной нагрузке  $P$ , кг/см<sup>2</sup>;

$\varepsilon_0$  – начальный коэффициент пористости

$\varepsilon_0^\phi$  – условный (начальный) коэффициент пористости;

$a_\kappa \cdot \ell q \alpha$  – коэффициент полной компрессии (показатель сжимаемости)

$P_0$  – нагрузка, соответствующая точке пересечения скрепленного участка компрессионной кривой с осью ординат,  $P_0 = 0,1$  кг/см<sup>2</sup>.

Начальный коэффициент пористости  $\varepsilon_0$  в естественном состоянии должен находиться на оси абсцисс при значениях  $P = 0$ , который в принятых координатах расположен на  $-\infty$ . Поэтому за начальное значение коэффициента пористости принимаем некоторое условное значение  $\varepsilon_0^\phi$ , соответствующее точке пересечения прямолинейного участка компрессионной зависимости с осью ординат при  $P = 0,1$  кг/см<sup>2</sup>. Значения показателей  $\varepsilon_0^\phi$  и  $\dot{a}_\varepsilon$  зависят от показателей физических свойств, состава и состояния биогенных грунтов. Математическая форма связи между этими показателями получена на основе графического анализа соотношений между  $\varepsilon_0^\phi$  и  $\varepsilon_0$  и  $\varepsilon_0^\phi$  и  $\dot{a}_\varepsilon$ , в численном выражении имеет следующее значение:

$$\varepsilon_0^{\dot{a}} = 1,3826 \cdot \varepsilon_0^{0,8448}$$

$$\dot{a}_e = 0,1231 \cdot \varepsilon_0^{0,5717}$$

Подставляя полученные выражения в уравнение компрессионной кривой, получаем формулу для построения компрессионной кривой для биогенных грунтов в зависимости от одного параметра  $\varepsilon_0$  по традиционному подходу к анализу экспериментальных данных:

$$\varepsilon_i = 1,3836 \cdot \varepsilon_0^{0,845} - (0,147 \varepsilon_0^{0,483}) \cdot \varepsilon_0 \ell q \frac{P}{p_0}$$

### Заключение

Полученная зависимость для расчета компрессионных кривых позволяет рассчитывать их по показателям физических свойств биогенных грунтов вместо длительных и трудоемких испытаний в лабораторных условиях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лысенко М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. М: «Недра», 1972. 320 с.
2. Черник, П. К., Васильева, Н. В. Расчет фазового состава биогенных грунтов // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. ТХLV. Минск, 1998. С. 80 - 88.
3. Черник П.К. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям болотных отложений под сооружениями. Минск, 1977. 28 с.
4. Рубинштейн А. Я. Биогенные грунты. М.: Стройиздат, 1984. 108 с.

УДК 69:620.9(476)

### АНАЛИЗ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**И. Ю. Шалашков, И. Ю. Мшар, студенты**

**Научный руководитель: старший преподаватель Н. П. Хруцкая**

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

**Введение:** Ни для кого не секрет, сколько досудебных и судебных споров возникает между застройщиком (техническим заказчиком) и подрядчиком из-за разногласий в расчетах, а также к каким финансовым и временным издержкам приводит некорректно составленная смета. Заказчику строительства избежать подобных проблем и сэкономить

деньги еще до начала реализации проекта помогает независимая экспертиза сметной документации. О целях этой процедуры, ее методах и правилах проведения, а также возможном экономическом эффекте, который дает обращение к профессиональным экспертам.

**Цель работы:** Изучить анализ проектно-сметной документации.

**Общие положения.**

Если говорить в целом, экспертиза проектно-сметной документации – комплекс мероприятий, который проводится государственными или негосударственными предприятиями, направленный на проверку проектных и сметных бумаг. Процесс согласования представляет собой переходной этап, разделяющий два участка – подготовительный (составление документов) и практический (реализация проекта в секторе строительства). Практика показала, что успех (неудачи) при выполнении строительных работ или реконструкции зданий находятся в прямой зависимости от качества составленных бумаг. Экспертиза проектно-сметной документации позволяет на ранней стадии выдлить имеющиеся ошибки и обратить на них внимание исполнителя. Специальная комиссия проводит комплексную проверку (исследование) каждого документа. Без согласования бумаг исполнитель не допускается к началу строительства. При этом порядок и правила не зависят от региона – они действуют на всей территории РБ. В процессе экспертизы специалисты проверяют поступившие бумаги. Отдельное внимание уделяется их соответствию уже существующему техническому заданию, а также действующим нормативным актам. Сама проектная документация – кипа бумаг, в которую входит группа расчетов (в том числе и расходных), применяемых в процессе строительства. От точности вычислений зависит ресурс будущего здания и безопасность людей, которые будут его эксплуатировать.

**Порядок проведения экспертизы сметной документации.**

Экспертиза сметной стоимости предполагает прохождение нескольких этапов: Оценка капитальных вложений. Объем капитальных вложений в строительство или реконструкцию рассчитывают путем анализа сметной стоимости проекта. В рамках капитальных вложений можно выделить несколько групп: строительно-монтажные работы, покупка производственного оборудования и пр. Анализ прямых затрат. Эта величина напрямую связана с объемом строительно-монтажных работ, указанных в сметной документации. Прямые затраты — это основная статья расходов на строительство. Сюда входят покупка материалов, оплата труда рабочих и специалистов, расходы на использо-

вание техники и т.п. Анализ накладных расходов. К этой группе относятся затраты на административно-хозяйственную деятельность строительного предприятия, организацию строительных работ, обеспечение условий для работы, косвенные расходы (уплата процентов по банковским кредитам, расходы на рекламу и т.п.). Важный этап экспертизы — это определение себестоимости строительной продукции. Себестоимость указывает на эффективность строительного производства в целом, позволяет контролировать объемы текущих затрат на выполнение работ и оценивать результаты финансовой деятельности предприятия. Себестоимость может быть сметной (рассчитанной исходя из нормативов трудовых и материальных ресурсов и их стоимости) и фактической (все затраты на строительство, включая штрафы, пени и т.п.). Разница между сметной стоимостью и фактической — это реальная прибыль строительной организации.

#### **Как проводится экспертиза.**

Отдельного внимания заслуживает порядок проведения экспертной проверки. Как упоминалось, при возведении объектов, имеющих федеральное значение, или в процессе строительства на уровне регионов требуется проведение экспертизы. При этом форма собственности не влияет на необходимость проведения таких процедур в Минске или любом другом населенном пункте РБ.

Экспертиза проводится в отношении технико-экономического обоснования, а список бумаг, передаваемых для проверки исполнительным органом, рассмотрен специальными правилами или действующими нормами РБ в секторе строительства.

Порядок организации экспертизы:

- Первый этап – прием бумаг, которые необходимы для проверки. Здесь же документы получают номер для последующей фиксации в системе проверяющей организации. Время проведения такой процедуры – 1-3 суток.

- Второй этап – рассмотрение проекта, к которому организация приступает после подтверждения факта оплаты. Здесь проверяющей структуре дается в распоряжение 26-30 суток. Возможны ситуации, когда в процессе проведения экспертизы уполномоченный орган нуждается в дополнительных изысканиях или расчетах, внесении новых разделов или глубокой переделке любого из них. Здесь экспертный орган обязан сообщить заказчику о выполнении таких работ. Также он сообщает порядок, который будет лежать в основе выполняемой работы.

Если исполнитель объекта строительства передал неполный пакет документов, то ему передается уведомление о будущем возврате бумаг.

- Третий этап – подготовка заключения, которое перенаправляется органам, выдающим окончательный (комплексный) документ. Здесь же заказчик обязуется проанализировать имеющиеся замечания и внести корректировки в проект, устранить недочеты и замечания. Если все корректировки внесены в полном объеме, то проверяющий орган снимает замечания. К слову, на внесение изменений исполнителю выделяется определенное время, прописываемое в соглашении между сторонами.

- Четвертый этап – оформление заключения. Здесь возможно два варианта – одобрение проектно-сметной документации или же ее отклонение (при необходимости внесения существенных корректировок). Порядок проверки подразумевает передачу документов в двух-трех экземплярах. При этом время на оформление одобрительного заключения составляет до 15 суток, но при условии, что все имеющиеся замечания были исправлены в оговоренный срок.

Сроки экспертизы могут различаться с учетом типа объекта:

- Для жилищного строительства – 1,5 месяца (45 суток).
- Для нежилых помещений – до 3 месяцев (90 суток).

Если заказчику выдается отказ (отрицательное заключение), то действующий порядок подразумевает обязательное проведение повторной экспертизы.

Такой вид экспертной оценки проводится в следующих случаях:

- После внесения изменений в проект, но при условии, что последний ранее был утвержден уполномоченной структурой.
- При серьезных корректировках в одном или нескольких разделах.
- Когда требуется добавление новых разделов.

Что касается порядка проведения повторной экспертизы, то он аналогичен первичной проверке, суть которой описана выше.

Проведение экспертизы касательно проектных и сметных документов – важный этап, от прохождения которого зависит надежность будущего сооружения и безопасность людей.

Опытные специалисты проводят полный комплекс проверок и дают ответы на ряд ключевых вопросов – правильно ли расходуются деньги, целесообразен ли проект в финансовом плане, отсутствуют ли нарушения действующих норм и так далее. Все это дает гарантию воз-

ведения качественной постройки и отсутствия проблем при получении разрешения на ввод объекта в работу.

#### **Заключение эксперта.**

По итогам проведения экспертизы выдается заключение, оформленное в установленном порядке. Оно может быть положительным или отрицательным. Положительное заключение клиент получает, если проектная документация соответствует строительным нормативам, а выявленные недочеты оперативно и полностью устранены (в срок, не превышающий период проведения экспертизы). В случае, если замечаний много и внести изменения в проект до завершения экспертных работ не представляется возможным, заказчику выдают отрицательное заключение. Однако такой категоричности придерживаются, преимущественно, государственные организации. При проведении негосударственной экспертизы клиенту, как правило, предлагают заключить дополнительный договор о продлении срока исследования на то время, которое требуется для устранения недочетов. Отсутствие законодательных ограничений по срокам и ценам позволяет коммерческим организациям быть лояльными, предлагать клиентам максимально комфортные для них условия.

УДК 378.147

### **ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ**

**В. С. Штевский, студент**

**Научный руководитель: доцент, кандидат экономических наук**

**Т. Б. Воронкова**

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

Различные явления экономической жизни общества в целом или же отдельного предприятия возникают в результате действия множества причин и характеризуются как качественными, так и количественными показателями. Изучение экономических явлений предполагает и качественный и количественный подход, причём без количественного выражения невозможно определить ход экономического процесса. Такое явление объясняется тем, что свойства многих закономерностей отчётливо проявляются лишь в массовом процессе. Вследствие этого возникает необходимость из кажущейся хаотичности имеющихся данных извлечь некоторые основные тенденции, основные

статистические закономерности, свойственные совокупности элементов как целому. Обработка статистических данных широко применяется в самых разнообразных видах человеческой деятельности. Однако, ни в одной области знаний и практической деятельности обработка статистических данных не играет такой исключительно большой роли, как в экономике, имеющей дело с обработкой и анализом огромных массивов информации о социально-экономических явлениях и процессах. Всесторонний и глубокий анализ этой информации предполагает использование различных специальных методов, важное место среди которых занимает корреляционный и регрессионный анализы обработки статистических данных.

Математическая статистика является одним из последних разделов дисциплины «Высшая математика», изучаемых студентами второго экономического факультета УО БГСХА. Этот раздел включает следующие вопросы математической статистики: предмет и задачи математической статистики; генеральная совокупность и выборка; дискретный и интервальный статистические ряды; графическое изображение статистических рядов; эмпирическая функция распределения; основные числовые характеристики выборки: среднее значение выборки, мода, медиана, выборочная дисперсия; выборочные моменты; асимметрия и эксцесс нормального распределения; статистические оценки параметров распределения; подходящие точечные оценки; доверительная вероятность и доверительный интервал; статистическая проверка гипотез; критерии согласия; элементы корреляционного и регрессионного анализа; коэффициент линейной корреляции и его свойства; метод наименьших квадратов определения параметров линейной зависимости; понятие нелинейной корреляции и корреляционного отношения. Обучение этого раздела включает чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа студентов. Для успешного освоения указанных вопросов студенты выполняют и сдают индивидуальные задания на темы «Статистические ряды», «Проверка статистических гипотез», «Корреляция».

На изучения раздела «Математическая статистика» отводится 38 часов, из которых 8 часов лекционных, 18 часов практических занятий и 12 часов самостоятельной работы. Небольшой объем времени не позволяет глубоко и всесторонне изучить многие аспекты математической статистики. Однако они могут быть освоены во время научно-исследовательской работы студентов, служить темами рефератов, докладов студенческих конференций и научных статей студентов. Инте-

ресны и полезны будут следующие темы студенческих докладов или рефератов: многофакторный корреляционный анализ, построение нелинейных моделей регрессии и их линеаризация, оценки достоверности этих моделей, применяемые при прогнозировании и экономическом анализе.

Прогнозирование в общем виде представляет собой заранее обдуманную, экономически обоснованную деятельность для решения определённых производственных задач. Прогнозирование и планирование используют достижения естественных, биологических и других наук, особенно математики, таких ее разделов, как теория вероятностей и математическая статистика. В современных условиях хозяйствования требуется максимальное расширение сферы и совершенствование методов прогнозирования. Чем выше будет качество прогнозов, тем более весомым будет их вклад в общественное развитие.

При прогнозировании ставятся следующие важные задачи: сохранение и развитие высокоэффективной структуры экономики; обоснование и регулирование темпов роста выпуска продукции, высокой степени её конкурентоспособности на рынке; обеспечение эффективного использования материальных, энергетических, трудовых и финансовых ресурсов; достаточного уровня доходов населения и социальной защищённости; поддержание имеющихся и налаживание новых многообразных экономических связей в масштабах региона, государства и с внешним миром. Их решение обычно основывается на применении соответствующей методологической базы, которая, в свою очередь, может быть создана и действительно применяться на практике только при познании и использовании требований всей системы объективных законов развития природы и общества.

Важным элементом экономического анализа и прогнозирования является изучение динамики данного явления. Экономические показатели агропромышленных предприятий важно изучать в их развитии и изменении во времени. Последовательность наблюдений, упорядоченных во времени, представляют собой временной ряд. Цели изучения временных рядов: разработка экономических прогнозов на основании знания прошлого; выявление и управление вероятностным механизмом, порождающим временной ряд; экономический анализ направления и интенсивности количественных изменений изучаемого явления; изучение корреляции двух и более временных рядов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Солодовников А. С. Математика в экономике. В 2-х ч. А. С. Солодовников, В. А. Бабайцев, А. В. Браилов – М.: Финансы и статистика, 2001.
2. Замков О. О. Математические методы в экономике. О. О. Замков, А.В. Толсто-пятина, Ю. Н. Черемных—М., 1997.

УДК 631.6

### ОТВОД ГРУНТОВЫХ ВОД ОТ ФУНДАМЕНТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОМОВ НА НИЗМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**А. Н. Щур, студент**

**Научный руководитель: старший преподаватель А. Н. Медведников**

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

Если на площадке застройки отмечен высокий уровень грунтовых вод, т. е. максимальный уровень грунтовых вод стоит выше отметки чистого пола подвального или полуподвального помещения, то до начала строительства надо решить, как с наименьшими затратами преодолеть эту трудность.

*Максимальный уровень грунтовых вод отмечается во время весеннего паводка, а также в период осенних затяжных дождей. Уровень грунтовых вод замеряется от поверхности земли до поверхности воды в ближайшем колодце или скважине.*

Если уровень грунтовых вод находится высоко, то грунт будет пучиниться как зимой, так и весной. В случае глубокого заложения грунтовых вод пучение грунта будет незначительным.

Существует несколько способов борьбы с высоким уровнем грунтовых вод.

— устройство гидроизоляции из одного или нескольких слоев оклеенных материалов (рубероида, гидростеклоизола и т. д.) для зданий, в которых отметка чистого пола подвальных и полуподвальных помещений ниже максимального уровня грунтовых вод;

— понижение уровня грунтовых вод путем устройства дренажной системы.

— подвальные и полуподвальные помещения устраивать только в том случае, если максимальный уровень грунтовых вод будет на 0,5 — 1,0 м. ниже уровня чистого пола этих помещений.

— и др.

Я рассмотрю эту проблему в двух аспектах – для зданий с подвальным помещением и бесподвальные здания.

Для начала остановимся на более простых – бесподвальных зданиях.

В таких случаях лучшим отводом грунтовых вод будет изоляция, т.е. эти здания изолируются от грунтовых вод бетонной подготовкой пола и изоляцией, прокладываемой в цоколе *на 1,5-2 см выше уровня тротуаров* и на 1,0-1,5 см ниже деревянных конструкций пола. Изоляционный слой и бетонная подготовка должны быть в непрерывной связи; если изоляция выполняется выше подготовки, связь достигается двойным слоем битума на внутренней поверхности цоколя. Изоляция состоит из слоя асфальта толщиной в 1,2 см или из слоя цементного раствора 1:1,5 (с гидрозитом, церезитом) толщиной в 1,5 см; или укладываются два слоя рубероида, склеенных битумной массой. Если высота цоколя более 60 см, то изоляция прокладывается в двух сечениях: на 15-20 см выше тротуара и на 10-15 см ниже деревянных конструкций пола; кроме того, промазывается горячим битумом в два слоя внутренняя поверхность стены, соприкасающаяся с грунтом между изоляцией и бетонной подготовкой.

Также можно и другим способом, который предусматривает рытье траншей под местами будущих несущих стен, глубина которых должна быть ниже уровня промерзания грунта. У нас она составляет 0,8–1 м. На большинстве земельных участков грунтовые воды залегают глубже. Но если вы не уверены в уровне их залегания, вы должны запомнить одну вещь, а именно - нужно заливать бетоном траншеи, сразу после того как выкопаете. Потому, что есть вероятность подтопления траншей. После чего можно улаживать плиты - перекрытия на фундамент, и качественно провести работы по гидроизоляции. И все, основа у нас уже есть, можно приступать к строительству стен.

Для подвальных зданий рассмотрим 3 варианта: **гидроизоляция, дренаж и увеличение массивности фундамента.**

1. В зданиях с подвалами фундамент и грунтовые воды тоже заслуживают особого внимания, потому что их взаимодействие, а точнее влияние грунтовых вод, может существенно повлиять на состояние фундамента. Изоляция от капиллярной влаги выполняется на уровне пола подвала, второй слой на 15-20 см выше поверхности тротуара. Поверхность стены подвала защищается от капиллярной влаги двойной обмазкой горячим битумом или смолой по штукатурке, смешанным раствором 1:0,5:5 (цементным раствором 1:3) с добавкой гидрози-

та. Обмазка производится после подсушки штукатурки. Изоляция зданий от напорной воды выполняется путем устройства дренажа в какой-либо водоприемник; не исключается устройство непрерывной водонепроницаемой оболочки подвала снаружи стен и пола подвала. При небольших напорах грунтовой воды от 0,1 до 0,2 м в котлован, свободный от грунтовой воды, укладывается слой мятой глины толщиной 25 см, выше бетонной подготовки на 10-15 см и производится смазка цементным раствором 1:3 с гидрозитом. Поверх смазки делается цементный или асфальтовый пол. Наружная поверхность после промазки (в раствор добавляется жидкое стекло) штукатурится на 50 см выше уровня грунтовой воды цементным раствором с гидрозитом двумя слоями по 1,5 см каждый. За оштукатуренную стену набивается мятая жирная глина слоями по 25 см до уровня на 20-25 см ниже гидроизоляционного слоя стены. Напор грунтовой воды погашается весом бетонной подготовки. Непрерывность изоляции пола и стены в песчаных грунтах достигается устройством пола подвала после возведения стен. В глинистых (связных) грунтах осадка может длиться продолжительное время, а поэтому для непрерывности изоляции устраивается замок из битума с паклей.

При напоре грунтовой воды от 0,2 до 0,8 м требуется дополнительная нагрузка конструкции пола тяжелым бетоном с объемным весом 2200 кг/м<sup>3</sup>. Это дает толщину загрузки вдвое меньше превышения уровня грунтовой воды над полом подвала. Гидроизоляция пола и стен при напорах от 0,8 до 2 м устраивается по предыдущему; количество слоев рулонной изоляции увеличивается до трех; при больших напорах изоляция четырехслойная.

При напоре грунтовой воды более 1,25 м железобетонная плита усиливается стальными или железобетонными балками. Фундамент и грунтовые воды связаны, но не всегда, поэтому если правильно выбрать площадку, земельный участок для строительства, для закладки фундамента, то особых проблем со стойкостью фундамента, а в будущем и всего дома проблем не будет.

2. Дренаж - это основной способ снижения уровня грунтовых вод (УГВ). Он используется всегда, если дом должен быть расположен на склоне или у подножия откоса. Также он нужен в случае, если по причине сильных нагрузок дом требует фундаментов значительной ширины. Однако следует помнить, что дренаж имеет смысл делать только в случае, если из него можно отвести воду, например, в ливневую канализацию, речку или в мелиоративный ров. Высокий уровень грунто-

вых вод очень затрудняет выполнение этого условия, а когда поступает напорная вода (под давлением), это просто нереально. Поэтому дренажная система строится на основании отдельного проекта, который заказывают мелиоратору или геотехнику. После того как осуществлены грунтово-водные исследования на территории, а в местных органах власти согласованы места отведения воды, специалист определяет условия проведения дренажных работ. Документация будет содержать соответствующую информацию: вид, диаметр и угол наклона дренажных труб, а также количество, размер и глубину смотровых колодцев. Будет определено, какой материал пойдет на фильтрационную обсыпку и каким будет дренирующей материал (отделяющий обсыпку от грунта, заполняющего котлован). При использовании дренажа проект меняется без изменений (помимо влагозащитной гидроизоляции, которую при высоком уровне грунтовых вод необходимо выполнить как водозащитную). Нужно еще добавить и уложить вдоль стен фильтрационный слой, например, из гравия, дренажных матов или чаще всего используемой ныне профилированной мембраны вместе со слоем геотекстиля со стороны почвы. Но хотелось бы заметить, что дренажная система - это постоянные расходы на ее обслуживание. Нужно постоянно выкачивать из колодцев воду, следить, чтобы вода не переливалась и не засорялись трубы.

3. Массивный фундамент - это фундамент, верх которого находится выше УГВ, а низ - ниже, чем граница промерзания почвы. Следовательно, он является достаточно высоким, а поскольку ширина ленты остается неизменной по высоте, то количество необходимого бетона может показаться огромным. Однако следует отдавать себе отчет в том, что грунтовая вода вызывает выдавливание фундаментов (и всего здания), поэтому рекомендуется делать их тяжелыми. А бетон, используемый в качестве балласта, оказывается одним из самых дешевых материалов. На такие фундаменты обычно идет водонепроницаемый бетон, потому что в котловане укладывается только строительная пленка, в задачу которой входит защита бетонной смеси от загрязнения землей. Затем на ленте укладывается горизонтальная гидроизоляция, предусмотренная в проекте, и возводятся более низкие фундаментные стены. Делая пол на грунте, в качестве первого слоя следует засыпать минимум 15 см гравия, а не песка, как обычно. Относительно большие промежутки между зернами наполнителя способствуют тому, что гравий не подтягивает капиллярно воду.

В ряде случаев, когда обычный фундамент не решает всех проблем в местности с высоким уровнем грунтовых вод, применяют свайный фундамент. Количество свай зависит, конечно, от площади сооружения, но по нормативам строительства идёт из расчёта одна свая на квадратный метр, а по глубине для малоэтажного строительства достаточно 6 метров.

Преимущество представленных решений в том, что при их использовании в проект вносятся только минимальные изменения. Серьёзным недостатком этих методов является то, что для их выполнения необходимо временное снижение УГВ. При строительстве частного дома этого можно достичь, отложив начало работ на летние месяцы. Правда, в этом случае теряется половина строительного сезона, но зато не тратятся деньги на механическое снижение уровня воды. Но если для вас имеет значение время, придется на это пойти. Чаще всего вода откачивается, начиная с начала земляных работ, вплоть до схватывания бетона в готовых фундаментах; это достаточно дорого. Если же произойдет поломка оборудования или перерыв в электроснабжении, потери могут оказаться весьма серьёзными - разрушенные фундаменты, которые нужно будет ремонтировать или, в самом худшем случае, делать заново.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков, В.Ф., Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов. - М.: Высшая школа, 1976. — 327 с.
2. Кумачев, В.И. Мониторинг грунтовых вод – Мн.: Изд. ООО «Красико-Принт», 2003. – 88с.
3. СНБ 5.01.01-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений. – Мн., 1999.
4. Основания и фундаменты. Справочник. – М.: Высшая школа. 1991.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Андрейцева О. В.</b> Оценка содержания фосфат-ионов, нитрит-ионов, фосфора общего и цинка в воде реки Ясельда.....	3
<b>Болбунов О. Н.</b> Мониторинг экологического состояния подземных источников в Республике Беларусь.....	7
<b>Борушко М. В.</b> Обеспеченность данными гидрометеорологических наблюдений проектной мелиоративной практики.....	12
<b>Буйнич Д. А.</b> Состояние и основные направления использования гидротехнических сооружений Республики Беларусь.....	17
<b>Буйнич Д. А.</b> Техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ.....	20
<b>Буйан-Усук Батцэцэг</b> Контроль уровня грунтовых вод – противифильтрационные мероприятия.....	23
<b>Ваштаенок А. В.</b> Современное состояние и использование мелиорированных земель Браславского района.....	27
<b>Вышегородцев А. Г.</b> Экологическое состояние поверхностных вод Республики Беларусь.....	30
<b>Вышегородцев А. Г.</b> Источники загрязнения агроландшафтов Республики Беларусь.....	36
<b>Гец И. А., Ходор А. А.</b> Принципы объемно-планировочных решений зданий.....	44
<b>Диваков П. В.</b> Некоторые направления развития сельских территорий.....	47
<b>Добрушина М. А.</b> Начало строительства энергоэффективных домов в Республике Беларусь.....	51
<b>Довгун А. А.</b> Бестраншейный способ укладки дренажа, перспективы его использования.....	55
<b>Зайко Д. В., Питкевич М. Г.</b> Архитектурно-конструктивные элементы гражданских зданий.....	59
<b>Зайцев В. С., Малеванкин Н. М.</b> Исторические аспекты развития научных представлений об упругости материалов.....	61
<b>Зайцев В. С., Малеванкин Н. М.</b> Развитие научных представлений о методах решения задач теории упругости.....	63
<b>Лавриненко А. С.</b> Современное состояние мелиоративных систем в Светлогорском районе.....	65
<b>Лавриненко А. С.</b> Повышение эффективности использования мелиорированных земель.....	71

<b>Лавриненко А. С.</b> Очистка от заиления дренажных устьев и оценка внутреннего состояния коллекторов с применением устройства ОД- 100.....	75
<b>Латошка С. А., Прибыш В. А.</b> Архитектурно-конструктивные элементы гражданских зданий.....	80
<b>Латошка С. А.</b> Технология и организация строительства автомобильных дорог.....	83
<b>Лысёнок В. Ю., Самохин Н. А.</b> Функциональное зонирование населенных пунктов.....	86
<b>Максименко Д. А.</b> Водосбросные сооружения автоматического действия для прудов-накопителей.....	89
<b>Максименко Д. А.</b> Гидравлические режимы работы башенного водосброса.....	93
<b>Мордухай А. Г.</b> Развитие санаторно-оздоровительных комплексов в Республике Беларусь.....	97
<b>Морозова В. А.</b> Трансформация запасов воды в снеге на территории Беларуси.....	99
<b>Муха К. С.</b> Индивидуальные очистные сооружения для загородных домов.....	104
<b>Никодов П. И.</b> Технология прокладки трубопроводов бестраншейным способом.....	106
<b>Новик Т.В.</b> Определение параметров увлажнительной сети при внутрипочвенном орошении.....	109
<b>Новик Т. В.</b> Определение поливных норм при кротово-нутрипочвенном орошении.....	114
<b>Новик Т. В.</b> Совершенствование технологии внутрипочвенного орошения с использованием сточных вод.....	119
<b>Петровский С. А.</b> Физиологические и эколого-экономические основы орошения плодово-ягодных культур.....	123
<b>Петровский С. А.</b> Ресурсосберегающие технологии полива в интенсивном плодоводстве Республики Беларусь.....	127
<b>Ракицкий О. Б.</b> Защитно-фильтрующие материалы и их эффективность.....	132
<b>Ракицкий О. Б.</b> Фильтрационные сопротивления горизонтальных дренаж.....	136
<b>Симатов Д. В.</b> Трансформация стока р. Лесная – с. Замосты в современных условиях.....	143
<b>Фомина Н. С.</b> Административный корпус в сельских населенных пунктах.....	147

<b>Чаплыгин А. А.</b> Компрессионная зависимость органической составляющей биогенных грунтов.....	150
<b>Шалашков И. Ю., Мшар И. Ю.</b> Анализ проектно-сметной документации.....	155
<b>Штевский В. С.</b> Организация самостоятельной работы студентов на кафедре высшей математики и физики.....	159
<b>Щур А. Н.</b> Отвод грунтовых вод от фундамента при строительстве домов на низменных территориях.....	162

Научное издание

**МЕЛИОРАЦИЯ И СЕЛЬСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО.  
ПОИСК МОЛОДЕЖИ**

Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов  
и соискателей, посвященный 100-летию мелиоративно-строительного  
факультета

В авторской редакции  
Ответственный за выпуск А.Н. Медведников  
Компьютерная верстка Д. В. Яланский

Подписано в печать 23.12. 2019. Формат 60 × 84<sub>1/16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 9,88. Уч.-изд. л. 8,27  
Тираж 50 экз. Заказ

Отпечатано на участке копировально-множительной техники  
Полиграфического центра «Печатник» ИП Лобанов С.В.  
213407, Могилевская обл., г. Горки, п-кт. Димитрова 4/16  
СВ. № 790325245 от 31 мая 2006 года, выдано Горечким РИК