

УДК 502/504:631.6.02

В. П. МАКСИМЕНКО, Е. Б. СТРЕЛЬБИЦКАЯ, А. П. СОЛОМИНА, Н. В. АЙРИЯН

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», г. Москва

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЦИКЛИНГА НА ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

В статье обоснована необходимость применения рециклинга дренажных вод для регулирования влажности почв на осушаемых агроландшафтах. Представлены результаты анализа формирования водного баланса в Центральном регионе Нечерноземной зоны на основании многолетних рядов наблюдений. Определены потребность в сбросе дренажного стока в зависимости от водности периода и необходимые для аккумуляции в пределах системы объемы воды на различных уровнях обеспеченности. Разработана блок-схема факторов воздействия на качественный состав дренажного стока. Использование предлагаемой блок-схемы основных факторов, определяющих формирование и изменение состава дренажных вод осушительной сети для рекогносцировочной оценки возможной степени воздействия на которые позволит регулировать объемы и качество коллекторно-дренажных вод. Даны рекомендации по применению менее затратных и эффективных способов подготовки воды в рециклинговых технологиях гумидной зоны. В рассматриваемом регионе возможно как прямое применение дренажных вод для орошения, так и с использованием таких эффективных и наиболее распространенных способов их очистки, как аэрационный, биологический и сорбционный. Анализ формирования гидротермического режима в гумидных районах показал, что есть реальная возможность в большинстве случаев реализации рециклинговых технологий с использованием дренажного стока, формирующегося непосредственно на осушительно-увлажнительных системах. Применение рециклинговых технологий на осушительно-увлажнительных системах позволит существенно увеличить эффективность использования водных ресурсов на локальном уровне за счет уменьшения сбросов коллекторно-дренажных вод в водоприемники и снизить негативный антропогенный прессинг на них.

Гидромелиоративные системы, рециклинговые технологии, дренажный сток, улучшение качественного состава дренажных вод, способы очистки воды для повторного использования.

Введение. Многие проблемы природообустройства в растениеводческом производстве России остаются не только нерешенными и не решаются, но и с каждым годом становятся более проблемными на фоне ухудшающихся экологических условий под антропогенным «прессингом». Анализ данных Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2014 году» [1] показал, что ежегодный объем воды, забираемой для земледелия, лесоводства и рыбоводства, в среднем за последние 5 лет составляет 27,1 % от общего водозабора по РФ и колеблется в пределах 15604,5...16479,0 млн м³/год (табл. 1).

При этом ежегодно сбрасывается в среднем 26,5 % от забираемого объема воды на указанные выше нужды, а общий объем оборотного и повторного использования воды не превышает в среднем 3,2 % (табл. 1).

Это свидетельствует о низком уровне эффективности использования водных ресурсов в этом секторе производства и высоком уровне негативного антропогенного «прессинга» на водные объекты. Экологическая ситуация усугубляется еще и тем, что в среднем 20,3 % загрязненных сточных вод сбрасывается без очистки, только 0,6 % проходит очистку до нормативного уровня (табл. 1). Свою лепту в формирование негативной экологической ситуации в регионах интенсивного земледелия вносят производства с осушительно-увлажнительными системами, где дренажный сток, как продукт функционирования гидромелиоративных систем, является мощным антропогенным фактором мобилизации и перераспределения жидких и твердых, полезных и вредных масс в пространстве и времени.

Методология исследований. Основными

Объемы забора пресных вод для нужд сельского хозяйства, сброса сточных вод и их повторного использования в РФ, млн м³/год [1]

Объемы использования	2010	2011	2012	2013	2014	Среднее значение за 2010–2014 гг.
Общий объем забора пресных вод:	63805,3	60347,4	58799,	56785,9	57826,7	59512,9
забор воды для земледелия*	16479,0	16458,4	16084,2	15604,5	16019,2	16129,1
% от общего объема забора пресных вод	25,8	27,3	27,4	27,5	27,7	27,1
2. Объем сточных вод в земледелии*:	5078,1	4623,0	3986,4	3620,4	4073,9	4276,4
от объема воды, забираемой для земледелия*	30,8	28,1	24,8	23,2	25,4	26,5
3. Объем загрязненных сточных вод, сброшенных без очистки в земледелии*:	887,4	910,3	867,0	836,9	798,7	860,1
% от общего объема стоков	17,48	19,69	21,75	23,12	19,6	20,3
4. Сброшено нормативно-очищенной на сооружениях очистки воды в земледелии*:	19,7	21,0	29,9	28,9	31,2	26,1
% от общего объема стоков	0,39	0,45	0,75	0,80	0,77	0,6
5. Общий объем оборотного и повторного использования воды в земледелии*:	459,8	541,6	510,6	488,3	564,1	512,9
% от объема воды, забираемой для земледелия*	2,79	3,29	3,17	3,13	3,52	3,2

* Совместно с лесоводством и рыбоводством

компонентами методической базы данной работы явились:

принцип зависимости плодородия почв, урожайности и качества сельскохозяйственной продукции от химического состава, содержания загрязняющих веществ в поливной воде и принцип направленного формирования химического состава и свойств вод, используемых для увлажнения почвы;

информационно-аналитические методы исследования, включающие обобщение, структуризацию и комплексный анализ теоретической, научно-технической и патентной информации по вопросам нормирования и регулирования качественного состава поливных вод.

Результаты и обсуждения. В сложившейся ситуации последних лет для решения вопросов, связанных с созданием устойчивых агроландшафтов на осушаемых землях, необходима новая парадигма, новые подходы и технические решения, направленные на предотвращение загрязнения природных водоемов дренажным стоком и на повышение эффективности использования водных ресурсов, формирующихся на локальном уровне в пределах осушительной системы.

Для ее обоснования в первую очередь нужна доступная и достоверная (или с заданным уровнем достоверности) информация о формировании водного баланса на осваиваемых землях. С этой целью по многолетним рядам наблюдений (более 46 лет) нами выполнен анализ формирования водного баланса в Центральном регионе Нечерноземной

зоны (метеостанция г. Дмитров). Получены бимоминальные кривые распределения (кривые Пирсона III типа) дефицитов испаряемости с заданной вероятностью (1...99 %) за холодный период (X–III месяцы), гидрологический год (X–IX месяцы) и вегетационный период (IV–IX месяцы) (рис. 1).

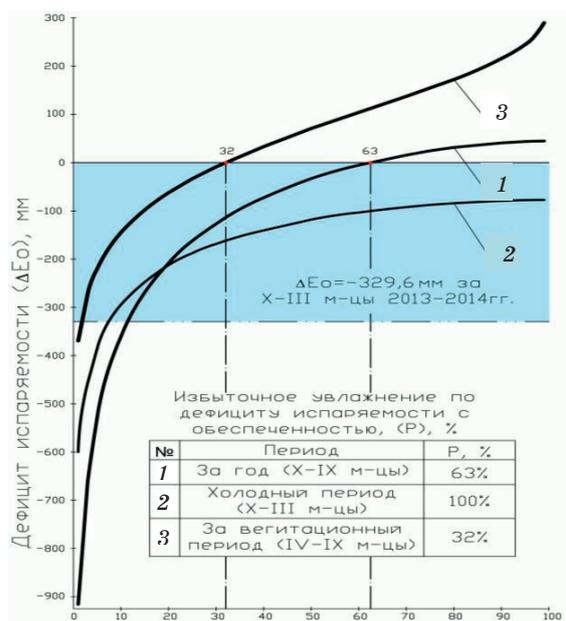


Рис. 1. Вероятностные кривые распределения дефицитов испаряемости (мм): 1 – за гидрологический год; 2 – холодный период; 3 – вегетационный период

Анализ полученных данных и результатов предыдущих исследований показал, что существующие осушительные системы и реконструированные под двухстороннее регулирование влажности почвы далеки от совершенства, которое

в определенной степени закреплено нормативными документами [2, 3], поскольку недостаточно гибко рекомендуют учитывать напряженность гидротермического режима, формирующегося в холодный и летний периоды, а также продолжительность засушливых периодов. Допускается в периоды наибольшей потребности растений в орошении забор воды из водоприемника, в то время как потребный объем дренажных вод был сброшен за пределы осушаемого массива в предыдущий период, что ложится дополнительными затратами на себестоимость продукции. Например, нормативными документами предусматривается осушение пашни на гидромелиоративной системе из возможностей приступить к весенним полевым работам, в связи с этим избыток воды должен быть отведен за пределы системы. Анализ многолетних данных показал, что в зависимости от водности периода потребность в сбросе воды составляет на 1 % уровне обеспеченности около 6100 м³/га, на 10 % – 3000 м³/га, на 25 % – 1920 м³/га и на 50 % – 1210 м³/га (рис. 1, кривая 2). Если проанализировать кривую 3 (рис. 1), отражающую дефицит испаряемости или потребность в дополнительном увлажнении в период вегетации растений, то необходимо аккумулировать следующие объемы воды в пределах системы: на уровне 99 % обеспеченности – 2930 м³/га; 90 % – 2200 м³/га; 75 % – 1580 м³/га и на уровне 50 % обеспеченности – 740 м³/га.

Таким образом, нецелесообразный сброс дренажной воды составляет в относительных значениях – 108, 36, 22 и 64 %. На практике, как правило, эта нецелесообразность в засушливый период покрывается организацией встречного потока воды из природного водоприемника на осушаемый массив.

Отсутствие в нормативных документах критериев по вероятностному обеспечению растениеводческого производства водными ресурсами в складывающихся погодных условиях конкретного года в пределах осушительной системы не обеспечивает товаропроизводителя гарантированным производством продукции и не страхует производство от возможного отклонения погодных условий от проектной обеспеченности. Это отражается на низком уровне использования климати-

ческого потенциала региона и соответствующей продуктивности сельскохозяйственных угодий.

С учетом изложенного дальнейшее совершенствование осушительно-увлажнительных систем должно идти по пути более широкого применения рециклинга дренажных вод для гарантированного обеспечения товаропроизводителя водными ресурсами с заданной обеспеченностью.

Повторное использование дренажных вод без предварительной подготовки возможно лишь в отдельных случаях, когда их общая минерализация и содержание в них загрязняющих компонентов не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК). Однако в большинстве случаев дренажные воды нуждаются в предварительной подготовке, поскольку могут содержать различные загрязнения в виде биогенных веществ, остатков минеральных удобрений, органических соединений, фенолов, пестицидов и тяжелых металлов, поэтому в процессе накопления и перед повторным использованием на орошение они должны подвергаться механической, химической или биологической очистке.

Необходимо учитывать, что концентрации и характер распределения веществ в дренажном стоке подвержены сезонным изменениям. Для торфяных почв наиболее вероятно превышение ПДК аммиачным азотом, калием, магнием, сульфатами, хлоридами, натрием и органическим веществом – летом; железом и кальцием – осенью [4]. Для дерново-подзолистых почв характерны максимальные концентрации фактически всех ингредиентов дренажного стока для периода осень–зима. В большинстве случаев дренажный сток в конце половодья более минерализован, чем в его начале, когда в дренаж поступают воды, фильтрация которых происходит по оттаявшей почве [5].

Разработка мероприятий по улучшению качества дренажных вод должна основываться на оценке объемов и гидрохимических характеристик дренажного стока мелиоративных систем и факторов, обуславливающих его формирование. Нами проанализированы и систематизированы основные факторы, определяющие формирование и изменение состава дренажных вод осушительной сети,

воздействием на которые возможно и качеством, результаты представлены в виде блок-схемы (рис. 2).

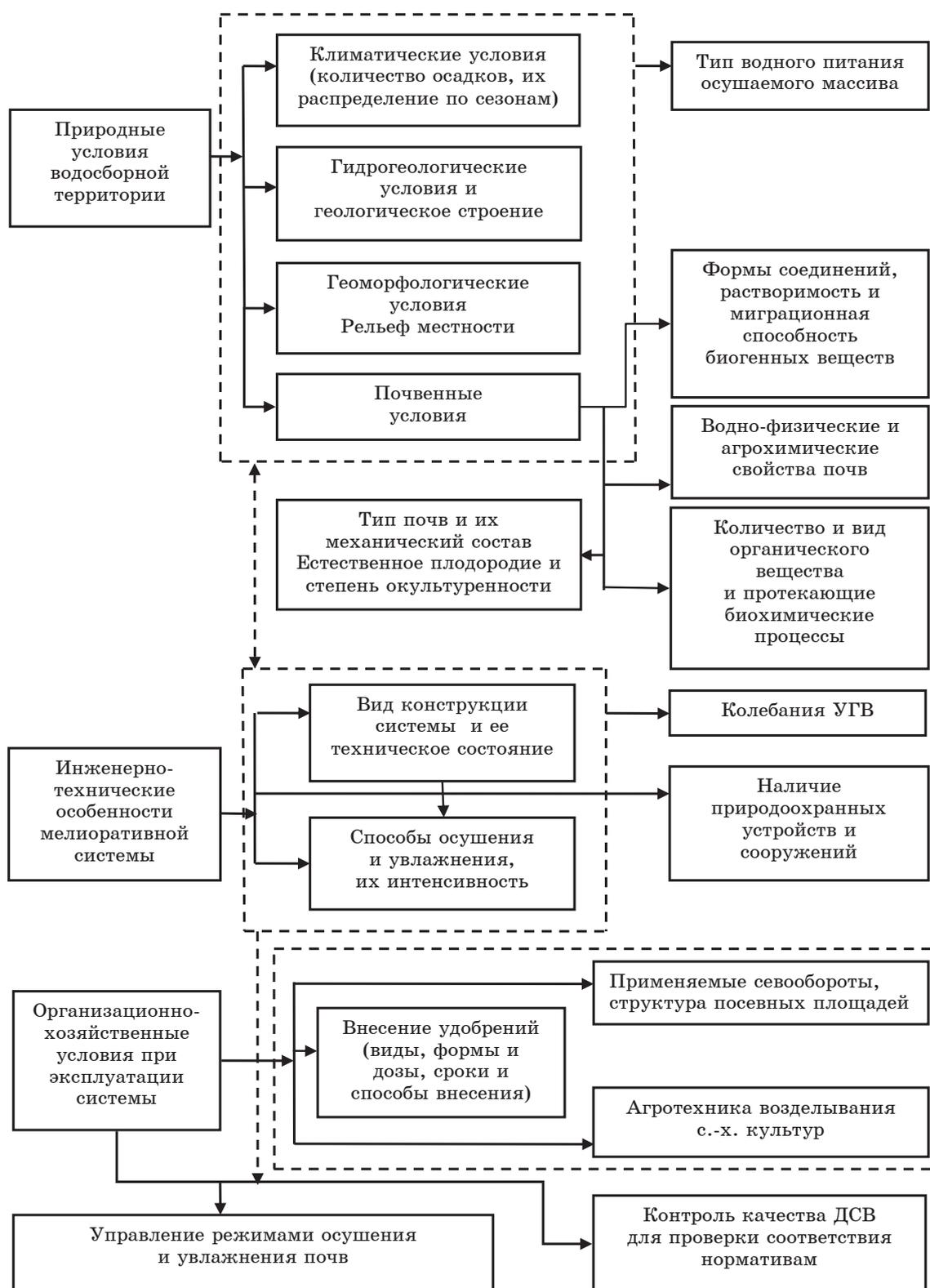


Рис. 2. Факторы, определяющие объемы и качественный состав дренажных вод осушительной сети

Воздействие факторов формирования расположить в следующем убывающем на качество дренажного стока в порядке [6]: количество выпадающих Нечерноземной зоне России можно осадков (и их распределение по

сезонам) и интенсивность орошения при двустороннем регулировании водного режима > гранулометрический состав почвы > дозы, формы и сроки внесения удобрений > характер использования почвы > особенности выращиваемой культуры.

При выборе способа регулирования качественного состава дренажных вод следует ориентироваться на объем, динамику химического состава и степень загрязнения воды, руководствуясь при этом следующими положениями:

учитывать как гидрологические особенности мелиоративной системы и водосбора в целом, так и особенности формирования гидрохимического состава дренажно-сбросных вод;

отвечать принципам экосистемного подхода, в соответствии с которым рассматривать мелиорируемую территорию как единую целостную систему, состоящую из взаимосвязанных блоков (почвы, вода, факторы влияния на качество вод и др.), соединяющихся по признаку причинно-следственных связей;

использовать комплексность и согласованность различных мероприятий, осуществляемых на водосборах для достижения лучших результатов;

основываться на предварительных расчетах и анализе многолетних результатов мониторинга, учитывая результаты используемых методов на других объектах.

В связи с тем, что дренажный сток рассредоточен на больших площадях, имеет место формирование его переменного объема и химического состава. Многими авторами [7] указывается на целесообразность регулировать его состав в небольших объемах в местах формирования. Рекомендуются создавать локальные водоборотные системы на небольших участках 10...100 га с регулированием объема и качества дренажных вод, используемых на орошение, при помощи технологических узлов по очистке от загрязняющих компонентов.

Технологические схемы и приемы обработки и улучшения качества дренажных вод перед их повторным использованием корректируется в процессе привязки к конкретным условиям. В связи с тем, что дренажные воды осушительных систем в гумидной зоне не являются

сильноминерализованными, предпочтительными мерами улучшения их качественного состава для целей увлажнения (повторного использования) следует считать аэрацию, биологический и сорбционный методы очистки.

Повышение уровня кислородного насыщения приводит к созданию окислительных условий во всех горизонтах водной толщи: исчезает сероводород, ускоряются процессы минерализации органических соединений, падает содержание ионов аммония, фосфора, железа, марганца, общего органического углерода. Внедрение аэрационных систем повышает эффективность очистки от органических загрязнений на 5...10 % и соединений аммонийного азота на 30...40 % [8].

Аэрацию дренажных вод необходимо проводить при накоплении стока в прудах-накопителях перед последующим использованием на орошение. Окислению органических соединений и усилению обменных процессов способствует использование в конструкциях дренажных систем перепадных и аэрирующих устройств, рассеянных водовыпусков, усиливающих перемешиваемость водного потока и насыщающих воду кислородом. Снижение концентрации биогенных элементов в дренажном стоке на 30...70 % [9] достигается с помощью его аэрации и равномерного внутриводного рассеивания в корнеобитаемом слое травянистого откоса осушительных каналов или берегах водоприемников. Аэрация вод, дегазация от летучих соединений, окисление токсичного Fe^{2+} и других экологически вредных соединений обеспечивается при помощи конусного рассекателя струи в устье дренажного коллектора [10].

Основным атрибутом осушительно-увлажнительных систем должны стать технические решения по применению биологических методов очистки, основанных на способности фитоценозов высшей водной растительности, организмов планктона, бентоса и бактерий в процессе жизнедеятельности поглощать, деструктурировать и аккумулировать загрязняющие вещества. Основными видами культивируемых прибрежных растений должны быть тростник, рогоз, камыш и манник, погруженных растений – рдест,

элодея, роголистник, уруть. К числу сооружений этого направления относятся биологические каналы, пруды (в том числе при каскадном их расположении), фитофльтрационные устройства, ботанические площадки и биоплато, представляющие специально созданное экологическое сообщество водной растительности.

Например, очистка загрязненных дренажных вод с помощью мелиоративного биоканала [11], в котором основными культивируемыми растениями являются рогоз узколистый, тростник и осоковые, обеспечивается поддержанием определенных условий пропуска расхода воды: минимальные скорости воды в меженьный период должны составлять до 0,4 м/с, в период летне-осеннего паводка – до 0,6 м/с. Наилучшие результаты при этих условиях обеспечиваются по очистке воды от минеральных форм азота (до 92,6 % по NO_3^- и 93,8 % по NH_4^+) и фосфора (88,2 %).

Главными преимуществами сорбционной очистки дренажных вод являются возможность направленного удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы, в том числе солей тяжелых металлов, фенолов и очистка воды от загрязнений практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости.

В качестве сорбционных фильтров могут быть применены натуральные и искусственные материалы: природный цеолит, сапропель и обуглероженная льняная костра; войлок из синтетического волокна при скорости фильтрации 0,2...0,5 м/час; биотекстиль, глауконитовый песок и шлаки; ионообменные смолы и другие микропористые материалы. Природные или модифицированные сорбенты в гранулированном виде рекомендуется помещать в специальные кассеты, которые устанавливаются в накопителе дренажного стока [7]. Сорбционно-фильтрующие узлы следует размещать непосредственно в дрене, а также на трассе открытого дренажного канала, в концевой его части или перед отбором воды для полива.

Способы и технологии направленного регулирования (улучшения) качественного состава дренажных вод, компоновка и размещение технологических узлов очистки дренажного стока могут быть

различными. Комплексное использование различных методов очистки в технологиях регулирования качества дренажных вод и специальные сооружения и устройства в составе мелиоративной системы создает предпосылки безопасного внутрисистемного повторного использования дренажных вод для орошения.

Выводы

Анализ формирования гидротермического режима в гумидных районах показал, что есть реальная возможность в большинстве случаев реализации рециклинговых технологий с использованием дренажного стока, формирующегося непосредственно на осушительно-увлажнительных системах.

Применение рециклинговых технологий на осушительно-увлажнительных системах позволит существенно увеличить эффективность использования водных ресурсов на локальном уровне за счет уменьшения сбросов коллекторно-дренажных вод в водоприемники и снизить негативный антропогенный прессинг на них.

Использование предлагаемой блок-схемы основных факторов, определяющих формирование и изменение состава дренажных вод осушительной сети, для рекогносцировочной оценки возможной степени воздействия на которые позволит регулировать объемы и качество коллекторно-дренажных вод.

В рассматриваемом регионе возможно как прямое применение дренажных вод для орошения, так и с использованием таких эффективных и наиболее распространенных способов их очистки, как аэрационный, биологический и сорбционный.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/online/detail.php?ID=141663> (Дата обращения 20.07.2015).
2. Мелиоративные системы и сооружения. СНиП 2.06.03-85, Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя, 1986. – 60 с.
3. СТО НОСТРОЙ 2.33.21-2011 «Мелиоративные системы и сооружения». Часть 2. Осушительные системы. Общие требования по проектированию и строительству. Издание официальное.

– Москва: ФГБНУ «РосНИИПМ», ООО Издательство «БСТ», 2012. – 60 с.

4. Охрана водоприемников от загрязнения стоком с осушаемых земель / П. К. Кузьмич, Р. М. Максименко, А. Г. Зозулевич // Гидротехника и мелиорация. – 1984. – № 12. – С. 71–74.

5. Панов Е. П. Влияние осушительных мелиораций на природные воды // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 6. – С. 27–30.

6. Потери питательных веществ из почвы и внесенных удобрений вследствие вымывания / А. В. Петербургский, В. П. Никитишен, В. П. Шабаев // Агрохимия. – 1976. – № 7. – С. 144–156.

7. Кирейчева Л. В. Повторное использование дренажного стока для локальных участков орошения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eecca-water.net/content/view/501/52/lang,ru/> (Дата обращения 22.04.2010).

8. Мешенгиссер Ю. М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод: дисс. ... д-ра техн. наук. – М, ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2005.

9. Трифонов В. А. Вынос химических веществ дренажным стоком с осушаемых пойменных почв и его регулирование: дисс. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИГиМ, 1989. – 329 с.

10. Устье дренажного коллектора / И. С. Сорока // А.с. СССР № 1761861; А1, МПК⁵, Е02В 11/00: ВНПО по гидротехнике и мелиорации земель в Украинской ССР и Молдавской ССР. – Опубликовано 15.09.1992. – БИ № 34.

11. Способ очистки сточных, загрязнен-

ных поверхностных и дренажных вод, а также устройство для его осуществления [Текст] / М. Г. Голченко, В. С. Брезгунов, В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко, Ю. А. Мажайский // Патент РФ № 2092455; С1. МПК⁶ С02F3/32: Мещерский филиал ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова. – Опубликовано 30.09.1997. – БИ № 28.

Материал поступил в редакцию 23.12.2015.

Сведения об авторах

Максименко Владимир Пантелеевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом мелиорации земель; ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44; корп. 2; тел. 8 (499)153-63-80; e-mail: maksymenko@mail.ru.

Стрельбицкая Елена Брониславовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44 корп. 2; тел. 8 (499)153-92-08, 8-916-080-78-37; e-mail: trelbitskaya.elena@gmail.com.

Соломина Антонина Павловна, старший научный сотрудник; ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44 корп. 2; тел. 8 (499)153-92-08.

Айриян Нелли Владимировна, научный сотрудник ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44. корп. 2; тел. 8 (499)153-92-08.

V. P. MAXIMENKO, E. B. STRELJBITSKAYA, A. P. SOLOMINA, N. V. AIRIYAN

The Federal state budget scientific institution

«The All-Russian research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A. N. Kostyakov», Moscow

POSSIBILITY OF IMPLEMENTATION OF RECYCLING ON DRYING-HUMIDIFYING SYSTEMS OF THE DAMP AREA

In the article there is justified the necessity of usage of drainage water recycling for regulation of soils humidity on the drained agro landscapes. There are given results of the analysis of water balance formation in the Central region of the Non-black soil area on the basis of long-term series of observations. There is determined the necessity in drainage effluent discharge depending on the water content of the period and necessary for accumulation of water volumes in the range of the system on different provision levels. The flow chart of impact factors on the qualitative composition of drainage effluent is developed. Usage of the proposed flow chart of the basic factors defining formation and change of the drainage water composition of the drainage system for the reconnaissance assessment of the possible degree of impact on them will allow regulating volumes and quality of collecting-drainage water. There are given recommendations on usage of a less expensive and efficient

means of water preparation in recycling technologies of the damp area. In the region under consideration there is possible both direct use of drainage water for irrigation and with usage of such effective and most widely used methods of their treatment as aeration, biological and sorption. The analysis of formation of a hydrothermal mode in damp regions showed that there is a real possibility in most cases of realization of recycling technologies using a drainage effluent which is formed on drainage-humidifying systems. Usage of recycling technologies on drainage-humidifying systems will allow significantly raise the efficiency of water resources usage on the local level due to reducing discharges of collecting-drainage water into water intakes and decrease a negative anthropogenic pressing on them.

Hydro land reclamation systems, recycling technologies, drainage runoff, improvement of the qualitative composition of drainage water, methods of water treatment for a reuse.

References

1. Gosudarstvenny doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchey sredy Rossijskoy Federatsii v 2014 godu» [Electronny resurs]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/online/detail.php?ID=141663> (Data obrashcheniya 20.07.2015).
2. Meliorativnye sistemy i sooruzheniya SNIIP 2.06.03-85, Gosstroy SSSR. – M.: TSITP Gosstroya, 1986. – 60 s.
3. STO NOSSTROY 2.33.21-2011 «Meliorativnye sistemy i sooruzheniya». Chastj 2. Oushitelnye sistemy. Obshchiye trebovaniya po proektirovaniyu i stroiteljstvu. Izdaniye ofitsialnoye. – Moscow: FSBNU «RosNIIPM», OOO Izdateljstvo «BST», 2012. – 60 s.
4. Ohrana vodopriemnikov ot zagryazneniya stokom s osushaemyh zemelj / P. K. Kuzjmich, P. M. Maximenko, A. G. Zozulevich // Hydrotehnika i melioratsiya. – 1984. – № 12. – S. 71–74.
5. Panov E. P. Vliyaniye osushiteljnyh melioratsiy na prirodnye vody // Melioratsiya i vodnoye hozyaistvo. – 1998. – № 6. – S. 27–30.
6. Poteri pitateljnyh veshchestv iz pochvy i vnesennyh udobrenij vsledstviye vymyvaniya / A. V. Peterburgsky, V. P. Nikitishen, V. P. Shabaev // Agrokhimiya. – 1976. – № 7. – S. 144–156.
7. Kireicheva L. V. Povtornoye ispoljzovaniye drenazhnogo stoka dlya lokaljnyh uchastkov orosheniya [Electronny resurs]. – URL: <http://www.eecca-water.net/content/view/501/52/lang,ru/> (Data obrashcheniya 22.04.2010).
8. Meshengisser Yu. M. Teoreticheskoye obosnovaniye razrabotka novyh polimernyh aeratorov dlya biologicheskoy ochistki stochnyh vod: diss. d-ra tech. nauk. – M., FGUP «NII VODGEO», 2005.
9. Trifonov V. A. Vynos himicheskikh veshchestv drenaznym stokom s osushaemyh poimennyh pochv i ego regulirovaniye: diss. d-ra tech. nauk. – M., VNIIGiM, 1989. – 329 s.
10. Ustje drenazhnogo collector / I.S. Soroka // A. s. SSSR № 1761861; A1, MPK⁵, E02V 11/00: VNPO po gidrotehnike i meljioratsii zemelj v Ukrainskoy SSR i Moldavskoy SSR. – Opublikovano 15.09.1992. – BI № 34.
11. Sposob ochistki stochnyh, zagryaznennyh poverhnostnyh i dranzhyh vod, a takzhe ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya [Text] / M. G. Golchenko, V. S. Brezgunov, V. I. Zhelyazko, N. N. Mikhaljchenko, Yu. A. Mazhaisky // Patent RF C1. MPK⁶ C02F3/32: Meshchersky filial VNII gidrotehniki i melioratsii im. A. N. Kostyakova. – Opublikovan 30.09.1997. – BI № 28.

Received on 23.12.2015.

Information about the authors

Maximenko Vladimir Panteleevich, doctor of agricultural sciences, chief researcher, head of the lands department; FGBNI VNIIGiM named after A. N. Kostyakov; 127550, Moscow, ul. Bolshaya Academicheskaya, 44, kor. 2; tel.: 8 (499)153-63-80; e-mail: maksymenko@mail.ru.

Strelbitskaya Elena Bronislavovna, candidate of biological sciences, leading researcher; FGBNI VNIIGiM named after A. N. Kostyakov; 127550, Moscow, ul. Bolshaya Academicheskaya, 44, kor. 2; tel.: 8 (499)153-92-08; e-mail: trelbitskaya.elena@gmail.com.

Solomina Antonina Pavlovna, senior researcher; FGBNI VNIIGiM named after A. N. Kostyakov; 127550, Moscow, ul. Bolshaya Academicheskaya, 44, kor. 2; tel.: 8 (499)153-92-08

Airiyan Nelli Vladimirovna, researcher; FGBNI VNIIGiM named after A. N. Kostyakov; 127550, Moscow, ul. Bolshaya Academicheskaya, 44, kor. 2; tel.: 8 (499)153-92-08.