

УДК 631.674.3:004.728.5

В. В. Бородычев, И. И. Конторович

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова (Волгоградский филиал), Волгоград, Российская Федерация

УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕНАЖНОГО СТОКА С ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ: ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ПРОЦЕССА

Цель исследований – сформулировать совокупность исходных требований к разработке системы утилизации дренажного стока с орошаемых земель, которую предлагается рассматривать как технологический процесс, реализуемый в пределах намеченного интервала времени и обеспечивающий с помощью комплекса технических и техно-природных объектов выполнение в необходимом наборе и комбинации следующих операций: транспортирование, аккумуляция, обработка и эксплуатация собственно дренажного стока, а также продуктов его обработки. При этом разработка процесса утилизации дренажных вод ориентирована на преимущественное использование возобновляемых источников энергии. Методологической основой исследований является системный подход в плане взаимосвязи разрабатываемых исходных требований с компонентами технологического процесса, которые выражаются при помощи категориально-понятийного инварианта. В процессе исследований определены назначение и цели системы утилизации дренажного стока, представлены основные термины, описывающие данный процесс, а также их определения. В результате системного анализа процесса утилизации дренажного стока с орошаемых земель были установлены исходные требования к созданию системы утилизации дренажного стока, включающей девять компонентов технологического процесса, выраженных посредством следующих научных категорий: техника, персонал, ресурсы, среда, управление, информация, модель, время, продукт. Результаты исследований могут применяться для совершенствования нормативно-методического обеспечения проектирования мелиоративных объектов и, в частности, при разработке ведомственных строительных норм и (или) отраслевого стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования систем утилизации дренажного стока».

Ключевые слова: дренаж орошаемых земель, дренажный сток, процесс утилизации дренажного стока, технология, компоненты технологии, исходные требования к разработке.

V. V. Borodychev, I. I. Kontorovich

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation after A. N. Kostyakov (Volgograd branch), Volgograd, Russian Federation

DRAINAGE RUNOFF DISPOSAL FROM IRRIGATED LANDS: BASIC REQUIREMENTS FOR DESIGN PROCESS

The purpose of research is to formulate a set of basic requirements for the development of drainage runoff disposal systems from irrigated lands, which is proposed to be considered as a technological process implemented within the planned time period and providing with the help of technical and techno-natural objects the fulfillment of the following operations in the required set and combination: transportation, accumulation, treatment and exploitation of proper drainage runoff and its processing products. At the same time the process development of drainage water disposal is focused on the prior use of renewable sources of en-

ergy. The methodological basis of research is a systematic approach as to interrelation of developed basic requirements with the components of technological process, which are expressed by means of conceptual-categorical invariant. In the process of research the purpose and goals of drainage runoff disposal systems are identified, the basic terms describing this process as well as their definitions are presented. As a result of the system analysis of the process of drainage runoff disposal from irrigated lands the basic requirements for establishing a drainage runoff disposal system comprising nine components of technological process expressed by the following research categories have been determined: technology, staff, resources, environment, management, information, model, time, product. The research results can be applied to improve the regulatory and methodological support of reclamation facilities design, namely, in development of branch construction norms and (or) industry standard “Land reclamation systems and facilities. Drainage on the irrigated lands. Design standards of drainage runoff systems disposal”.

Keywords: drainage of irrigated land, drainage runoff, drainage runoff disposal process, technology, technology components, the basic requirements for development.

Введение. Гидромелиоративные системы (ГМС) нового поколения наряду с комплексным и целенаправленным регулированием водного, воздушного, пищевого, солевого и теплового режимов почв должны осуществлять утилизацию дренажного стока (ДС), образующегося в процессе их функционирования. ДС как один из продуктов жизнедеятельности ГМС в аридной зоне является мощным антропогенным фактором мобилизации и перераспределения солей в пространстве, что вследствие отсутствия совершенных технологий его утилизации приводит к загрязнению и деградации различных природных объектов [1–4].

Система утилизации дренажного стока (УДС) является частью ГМС (подсистемой), на входе которой имеется ДС, а на выходе – его распределение [без обработки и (или) после нее] по потребителям, в результате чего должна обеспечиваться максимальная эффективность хозяйствования при сохранении экологического благополучия окружающей среды [5].

В настоящее время область поиска технических решений для УДС достаточно ограничена и нуждается в расширении с точки зрения способов обработки стока и повышения их эффективности, а также в плане ресурсо- и энергосбережения при осуществлении данного процесса.

К наиболее перспективным направлениям использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для УДС относятся:

- опреснение минерализованного ДС способом зимнего дождевания;
- испарение минерализованного ДС;
- прогрев дренажных вод [6].

Реализация системного подхода к созданию ГМС нового поколения и ориентация на современные нетрадиционные виды энергии обусловили необходимость формирования совокупности исходных требований к разработке системы УДС. Анализ основных нормативных документов [7–9], регламентирующих проектирование ГМС на орошаемых землях, монографий, посвященных проблемам дренажа и УДС [1, 3, 10, 11], подтвердил отсутствие решения данной задачи. По этой причине в некоторых исследованиях [12] предпринимались попытки сформулировать технические условия для системы УДС, но только по основным операциям процесса: транспортирование, аккумуляция, обработка, использование дренажных вод, т. е. в виде функциональных требований. В связи с этим целью исследований являлось формирование совокупности исходных требований к разработке системы УДС, которая охватывает все компоненты технологического процесса, выраженные посредством следующих научных категорий: персонал, техника, среда, ресурсы, управление, информация, модель, время, продукт.

Актуальность исследований определена необходимостью совершенствования технических решений ГМС нового поколения, в том числе за счет повышения эффективности и экологической безопасности процесса УДС. Процедура сравнения характеристик и параметров, предлагаемых для реализации технических решений по УДС, с разработанной системой требований позволяет оценить степень их соответствия и выявить наиболее совершенный вариант.

Материалы и методы. Для правильного понимания изложенной ниже системы требований приведем определения следующих четырех основных терминов.

ДС – управляемая часть подземного ирригационно-возвратного стока, перехваченная и отведенная за пределы дренируемого объекта систе-

мой дренажных сооружений [13].

УДС – технологический процесс, реализуемый в пределах намеченного интервала времени и обеспечивающий с помощью комплекса технических и техно-природных объектов выполнение в необходимом наборе и комбинации следующих операций: транспортирование, аккумуляция, обработка и использование собственно ДС, а также продуктов его обработки в отраслях экономики [13].

Технология УДС – способ, метод или программа преобразования ДС из заданного начального состояния в заданное конечное с помощью определенных технических и техно-природных объектов. Совокупность этих объектов образует систему УДС. Компоненты технологии: персонал, техника (инженерная система), среда, ресурсы, управление, информация, модель, время, продукт [14].

ВИЭ – источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества [15].

Цели создания системы УДС:

- предотвратить или снизить до допустимых пределов негативное действие ДС на все компоненты природно-территориальных комплексов;

- повысить на этой основе уровень экологической безопасности ГМС и в целом эффективность сельскохозяйственных мелиораций в ее пределах и в зоне влияния;

- сократить энергоемкость процесса УДС за счет использования ВИЭ и снижения затрат дефицитного органического топлива.

Приведенная ниже система требований базируется на системном подходе и методологии [14, 16, 17], которая предписывает раскрывать необходимые девять компонентов технологического процесса следующим образом:

- *персонал (1)* – формулируются требования к профессиональной подготовке персонала, использующего данную технологию;

- *техника (2)* – определяются ее состав и функции;
- *ресурсы (3)* – производится расчет необходимых ресурсов для реализации технологии;
- *среда (4)* – обозначается круг внутренних и внешних сред, с которыми взаимодействует технология;
- *управление (5)* – устанавливаются типы и виды управления технологией;
- *информация (6)* – приводится перечень и состав информации, необходимой для реализации технологии;
- *модель (7)* – дается перечень моделей, по которым выполняются расчеты;
- *время (8)* – указывается временной режим функционирования технологии;
- *продукт (9)* – определяется перечень продуктов, услуг, результатов при выполнении технологии.

Результаты и обсуждение.

Общие требования к системе УДС:

- ДС должен рассматриваться как нетрадиционный источник воды (водный ресурс) для отраслей экономики, а его утилизация – как технологический процесс по приведению водного ресурса из существующего начального состояния к конечному по объему, расходу, минерализации, химическому составу и качеству в соответствии с требованиями (со стороны потенциальных потребителей);
- разработке и реализации технологий УДС на всех этапах жизненного цикла ГМС должно предшествовать получение обоснованного минимального объема ДС путем минимизации водно-солевых процессов в технологической цепочке производства сельскохозяйственной продукции на орошаемом массиве и в рамках установленных пределов регулирования водного, солевого режимов орошаемых земель и экологически допустимых показателей водоподачи применительно к условиям конкретной ланд-

шафтно-географической зоны;

- выбор технического решения ГМС в целом и, системы УДС в частности, должен быть обоснован технико-экономическими расчетами (например, по методике [18]) с учетом следующих приоритетов: сохранение экологического равновесия, минимизация энерго- и ресурсозатрат, получение экологически чистого сельскохозяйственного продукта;

- конструкция системы УДС должна обеспечивать максимально возможное использование полезных свойств ДС;

- конструкция системы УДС должна отвечать требованиям охраны природы и исключать возможность негативного воздействия ДС и продуктов его обработки на окружающую среду;

- конструкция системы УДС должна иметь блочно-модульную основу, позволяющую без изменения технологии варьировать ее производительностью;

- конструкция системы УДС должна отвечать условиям эргономичности, безопасности и технической эстетики;

- безотказность системы УДС должна гарантировать выполнение ее функций в течение запланированного срока службы ГМС;

- технологии УДС должны предусматривать возможность их реализации на следующих уровнях, ранжированных в порядке предпочтительности их применения в пределах:

а) орошаемого участка;

б) ГМС;

в) территории, занятой несколькими ГМС;

г) административного района (области, республики).

Функциональные требования к системе УДС (компонент «техника»):

- для определения основных альтернативных вариантов реализации данного процесса систему УДС следует рассматривать в виде четырех подсистем более низкого уровня (S_1-S_4) (рисунок 1), обеспечивающих вы-

полнение четырех фундаментальных функций: технологической, энергетической, функции управления и планирования:

а) P_1 – технологическая функция: обеспечивает превращение ДС A_0 в конечный продукт A_k (вода с требуемым уровнем качества, рассолы, соли и др.), необходимый потенциальным потребителям;

б) P_2 – энергетическая функция: превращает вещество или полученную извне энергию W_0 в конечный вид энергии W_k , необходимый для осуществления P_1 ;

в) P_3 – функция управления: осуществляет управляющие воздействия U_1 и U_2 на подсистемы S_1 и S_2 в соответствии с заданной программой Q и полученной информацией U_1^0 , U_2^0 о количестве и качестве выработанного конечного продукта A_k и конечной энергии P_k ;

г) P_4 – функция планирования: собирает информацию Q_0 о произведенном конечном продукте A_k и определяет его требуемые Q качественные и количественные характеристики;

- функциональная структура процесса УДС в соответствии с технологической (главной) функцией (P_1) приведена на рисунке 2.

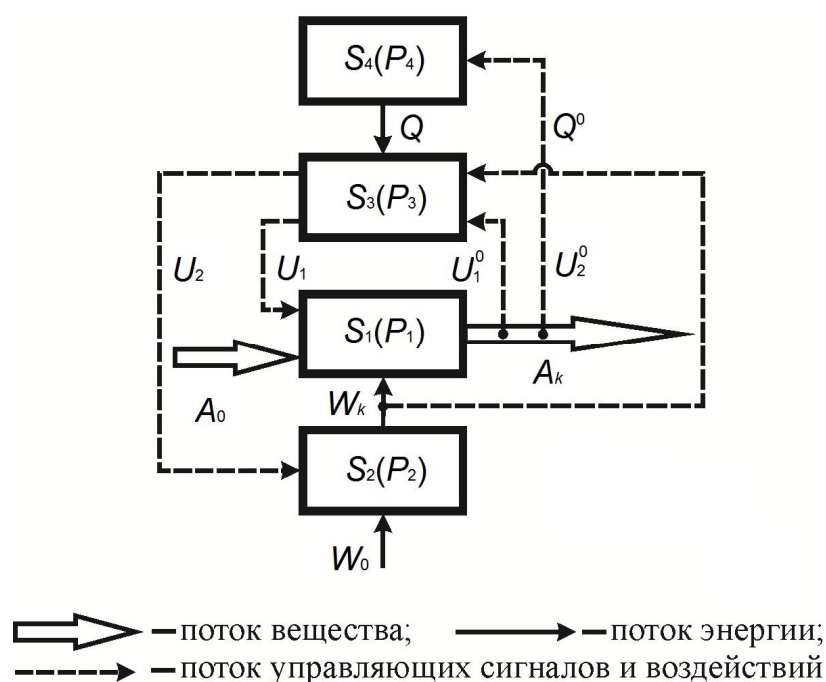


Рисунок 1 – Обобщенная функциональная структура системы УДС ГМС [19]



Рисунок 2 – Функциональная структура процесса УДС (технологическая функция)

Реализация главной функции должна обеспечиваться выполнением четырех подфункций ($P_{1.1}$ – $P_{1.4}$): транспортирование, аккумуляция, обработка, использование, которые, в свою очередь, состоят из подфункций следующего порядка в зависимости от объекта воздействия: собственно ДС, ДС после обработки и продукты его обработки. Их смысловое значение формулируется следующим образом:

а) транспортирование ДС – перемещение ДС и продуктов его обработки от их источников к элементам системы утилизации, между ними и к потребителям;

б) аккумуляция ДС – накопление и хранение ДС и продуктов его обработки в искусственных или естественных специально оборудованных емкостях в целях их последующей обработки и (или) использования;

в) обработка ДС – применение комплекса физических, химических и биологических методов изменения первоначального состава ДС в соответствии с требованиями потенциальных потребителей и преимущественно на основе использования ВИЭ;

г) использование ДС – потребление ДС и продуктов его обработки потребителями в качестве сырья, среды, растворителя, энергоносителя и их комбинаций для производства продукции, выполнения технологических процессов и (или) получения энергии.

Подфункции $P_{1.1}–P_{1.4}$ в конкретной ситуации могут выполняться в необходимом наборе и комбинации:

- проводящая сеть системы УДС должна обеспечивать связь между всеми элементами технологической цепочки и иметь минимальную протяженность;

- транспортирование ДС должно выполняться с минимальными потерями при фильтрации из проводящей сети ($KПД \geq 0,95$), а продуктов его обработки [рассолы и (или) соли] – без потерь;

- конструирование и расчет проводящей сети системы УДС следует выполнять с учетом степени агрессивности ДС и продуктов его обработки;

- при конструировании проводящей сети системы УДС целесообразно предусматривать совмещение во времени выполнения функций «транспортирование» и «обработка»;

- параметры элементов системы УДС, выполняющие функцию «аккумуляция», следует определять по результатам текущих наблюдений за характеристиками ДС и (или) материалов прогнозов его объемов, минерализации и химического состава на период жизненного цикла ГМС;

- при аккумуляции ДС в водоприемниках-испарителях не допускается их полное пересыхание в процессе эксплуатации во избежание переноса ветром солевых отложений на окружающую территорию;

- при аккумуляции ДС в проводящей оросительной сети соотношение расходов ДС и оросительной воды должно обеспечивать необходимые для потенциальных потребителей характеристики качества смешанной воды;

- аккумуляцию ДС в естественных водотоках и водоемах следует

рассматривать как крайнюю меру, требующую соответствующего обоснования и при соблюдении следующих условий:

а) обеспечение очистки ДС от гербицидов, ядохимикатов, удобрений и тяжелых металлов;

б) минерализация ДС не должна превышать минерализацию поверхностных вод, не допустимо нарушение биологической продуктивности водотоков и водоемов, а также их экологического равновесия;

- аккумуляцию ДС в естественных или искусственных подземных емкостях необходимо рассматривать как накопление для их отсроченного во времени использования;

- обработка ДС должна обеспечивать:

а) заданный уровень снижения его минерализации;

б) корректировку ионного соотношения, рН, ХПК, БПК;

в) очистку от загрязнителей;

г) концентрирование или разбавление пресной водой;

д) обогащение необходимыми ингредиентами;

е) прогрев дренажных вод и т. д. в соответствии с требованиями потенциальных потребителей;

- выбор методов и технологий обработки ДС должен базироваться на данных долгосрочных прогнозов динамики объемов, минерализации и химического состава дренажных вод, соответствующих требованиям со стороны потенциальных потребителей и результатам технико-экономического сравнения альтернативных вариантов;

- при выборе методов и технологий обработки ДС следует стремиться к соблюдению следующих принципов:

а) избирательное извлечение негативных ингредиентов и корректировка свойств дренажных вод без изменения всех полезных компонентов и качества стока;

б) максимально возможная регенерация веществ и других компонен-

тов, обеспечивающих процесс обработки ДС;

в) необходимая достаточность, т. е. обработка стока должна производиться в соответствии с требованиями конкретного потребителя;

- при обработке ДС следует максимально возможным образом использовать климатические ВИЭ;

- побочные продукты обработки ДС (например, рассолы) следует рассматривать как сырье для получения товарных солей, при экономической нецелесообразности переработки рассолов их следует подвергать испарению с последующим захоронением в специальных могильниках;

- выбор потребителей ДС (после его обработки или без нее) необходимо выполнять на основании результатов анализа современной и перспективной структуры водопользования в районе создания ГМС.

Требования к персоналу при эксплуатации системы УДС:

- численность эксплуатационного персонала должна быть достаточной для реализации функций системы УДС;

- численность эксплуатационного персонала должна обеспечивать его полную занятость при реализации функций системы УДС;

- квалификация эксплуатационного персонала должна гарантировать эффективное функционирование технических и техно-природных элементов системы УДС во всех режимах работы ГМС.

Требования к ресурсам для реализации процесса УДС:

- принятая исходная ориентация на ресурсо- и энергосбережение при реализации процесса УДС обуславливает наличие в районе предполагаемого создания ГМС достаточного ресурсного потенциала ВИЭ;

- оценка возможности использования ВИЭ для УДС должна учитывать территориальный фактор их формирования и базироваться на последовательном рассмотрении энергетических ресурсов, включая ВИЭ бассейнового, регионального, локального и сублокального уровней, а выбор соответствующих технических решений должен обосновываться энергетиче-

ческими ресурсами, включая ВИЭ локального и сублокального уровней;

- оценка энергетических ресурсов, включая ВИЭ, и обоснование выбора соответствующего технического решения их применения должны соответствовать заранее принятым параметрам преобразования ДС из заданного начального состояния в требуемое конечное, доступное потенциальным потребителям состояние. Возможно и решение обратной задачи: исходя из заданных (известных) энергетических ресурсов, включая ВИЭ, определять альтернативные варианты и степень преобразования ДС.

Требования к среде для реализации технологии УДС:

- при разработке конструкции системы УДС следует в комплексе учитывать текущее состояние и перспективы изменения в течение жизненного цикла ГМС следующих сред: политической, социальной, экономической, культурной, технической и природной;

- при решении частной технической задачи необходимо разработать конструкцию системы утилизации минерализованного ДС на основе использования ВИЭ, при этом имеются следующие исходные ограничения в отношении экономической и технической сред:

а) существуют принятые государством программы развития всех отраслей народного хозяйства (в том числе и мелиорации) для условий каждого экономического района и (или) речного бассейна страны;

б) установлены и обоснованы допустимые пределы изменения параметров мелиоративных режимов;

в) сформулированы требования и методы определения параметров оросительных и осушительных (дренажных) систем;

г) признается, что современный уровень технических решений ГМС, технологий производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях и в целом возможности общества не позволяют в настоящее время и в ближайшем будущем (15–20 лет) полностью исключить формирование ДС.

Требования к управлению технологическим процессом УДС:

- объектом управления является технологический процесс утилизации минерализованного ДС, реализуемый разрабатываемой системой УДС;

- управление системой УДС должно обеспечивать сохранение структуры, поддержание режима, реализацию программы и цели деятельности рассматриваемого объекта;

- управление системой УДС должно осуществлять воздействие на технологический и энергетический элементы подсистемы на основе заданной программы преобразования ДС по объему, расходу, минерализации, химическому составу и качеству в соответствии с требованиями потенциальных потребителей;

- при отсутствии потенциальных потребителей ДС управление системой УДС должно оказывать влияние на технологический и энергетический элементы системы в соответствии с заданной программой снижения и (или) полного исключения негативного воздействия ДС на окружающую среду за счет уменьшения его объемов в жидком состоянии и (или) его концентрирования до твердых солей с последующим захоронением в специальных могильниках.

Требования к информации для разработки системы УДС

При разработке системы УДС необходима основная исходная информационная база в виде следующих банков данных:

- о среде проектирования ГМС (политической, социальной, экономической, культурной, технической и природной);

- об объемах, минерализации, химическом составе ДС с орошаемых земель ГМС;

- о потребителях воды в зоне создания ГМС;

- о требованиях потребителей воды в зоне создания ГМС к объему, минерализации, химическому составу;

- о технологиях обработки минерализованных вод и условиях для их реализации;

- о ВИЭ в рассматриваемом регионе с включением вероятностной оценки их мощности и распределения во времени реализации ежегодного цикла процесса УДС;

- о действующей системе энергоснабжения (если она имеется) в зоне создания ГМС.

Требования к моделям для разработки системы УДС:

- предварительная оценка эффективности предлагаемых альтернативных вариантов системы УДС должна основываться на процедуре моделирования (математического, физического и др.);

- в качестве объектов моделирования должны рассматриваться операции технологического процесса УДС: транспортирование, аккумуляция, обработка и использование собственно ДС и продуктов его обработки;

- с учетом выявленных ранее наиболее перспективных направлений применения ВИЭ для УДС [6] при разработке данной системы следует располагать моделями, описывающими:

а) опреснение минерализованного ДС способом зимнего дождевания;

б) испарение минерализованного ДС;

в) прогрев дренажных вод.

Требования к компоненту «время» для разработки системы УДС:

- при разработке технологического процесса УДС на основе использования ВИЭ следует учитывать различные аспекты фактора времени, в том числе:

а) сезонный характер формирования ДС;

б) суточные, сезонные, годовые, многолетние колебания солнечной радиации и солнечной активности;

в) суточные, сезонные, годовые колебания скорости ветра;

г) внутригодовую изменчивость общего потребления энергии;

д) социально-экономические возможности общества в течение срока жизнедеятельности ГМС и др.;

- технологический процесс УДС должен быть реализован в течение заданного интервала времени:

а) ежегодно за интервал времени работы дренажа и формирования ДС в пределах ГМС (условно – за «теплый» период года);

б) в течение календарного года (условно за «теплый» и «холодный» периоды года);

в) в течение жизненного срока функционирования ГМС.

Требования к компоненту «продукт» для разработки системы УДС:

- компонент технологии «продукт» в качестве результата функционирования системы УДС может быть представлен в виде распределения общего объема дренажных вод W на момент времени t – $W(t)$ по двум группам потребителей:

а) потребители ДС без изменения его качества (i) – $\sum W_{1i}(t)$;

б) потребители ДС после обработки (j) – $\sum W_{2j}(t)$, причем должно выполняться условие:

$$W(t) - [\sum W_{1i}(t) + \sum W_{2j}(t)] \rightarrow 0;$$

- при отсутствии потребителя ДС разрабатываемая система УДС должна в течение заданного интервала времени обеспечить снижение и (или) полное исключение негативного воздействия ДС на окружающую среду за счет уменьшения его объема в жидком состоянии и (или) концентрирования до твердых солей с последующим захоронением в специальных могильниках.

Выводы

1 В результате системного анализа процесса утилизации стоков с орошаемых земель были установлены исходные требования к созданию системы УДС.

2 Впервые исходные требования к созданию системы УДС структурированы по следующим компонентам технологического процесса: персонал, инженерная система, среда, ресурсы, информация, модели, время, управление, продукт. Для компонентов технологического процесса «инженерная система» и «ресурсы» требования ориентированы на преимущественное использование ВИЭ.

3 Результаты исследований могут использоваться для совершенствования нормативно-методического обеспечения проектирования мелиоративных объектов и, в частности, при разработке ведомственных строительных норм и (или) отраслевого стандарта «Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования систем утилизации дренажного стока».

Список использованных источников

1 Кирейчева, Л. В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее / Л. В. Кирейчева. – М.: ВНИИГиМ, 1999. – 202 с.

2 Пособие по очистке и утилизации дренажно-сбросных вод / Л. В. Кирейчева [и др.]. – М.: РАСХН, 1999. – 68 с.

3 Капустян, А. С. Очистка и утилизация дренажно-сбросных вод оросительных систем / А. С. Капустян, В. П. Пальцев, А. В. Щедрина. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2000. – 240 с.

4 Конторович, И. И. Концептуальные аспекты решения проблемы утилизации дренажного стока с орошаемых земель / И. И. Конторович // Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижней Волги / Прикаспийский НИИ аридного земледелия. – М.: РАСХН, 2003. – С. 148–164.

5 Конторович, И. И. Методологические аспекты утилизации дренажного стока с орошаемых земель / И. И. Конторович // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 25–29.

6 Бородычев, В. В. Концепция использования возобновляемых источников энергии для утилизации минерализованного дренажного стока / В. В. Бородычев, И. И. Конторович. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – 104 с.

7 СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные системы и сооружения / Госстрой ССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 60 с.

8 ВСН 33-2.2.03-86. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. – М.: Минводхоз СССР, 1987. – 110 с.

9 Пособие к ВСН 33-2.2.03-86. Обоснование объемов и качества дренажных вод с орошаемых земель. – М.: Союзводпроект, 1994. – 128 с.

10 Лисконов, А. Т. Закрытый дренаж на орошаемых землях / А. Т. Лисконов, Н. Н. Бредихин, Д. П. Савчук. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1992. – 288 с.

11 Горизонтальный дренаж орошаемых земель / В. А. Духовный, М. Б. Баклушин, Е. Д. Томин, Ф. В. Серебренников. – М.: Колос, 1979. – 255 с.

12 Утилизация дренажного стока оросительных систем в условиях Волгоградской области: методические рекомендации / М. С. Григоров [и др.]. – Волгоград: ВГСХА, 1996. – 191 с.

13 Конторович, И. И. Процесс утилизации дренажного стока гидромелиоративных систем: основные термины и определения / И. И. Конторович. – Волгоград: Бланк, 2009. – 223 с.

14 Рекс, Л. М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем / Л. М. Рекс. – М.: Аслан, 1995. – 192 с.

15 Безруких, П. П. Возобновляемая энергетика: стратегии, ресурсы, технологии / П. П. Безруких, Д. С. Стребков. – М.: ВИЭСХ, 2005. – 264 с.

16 Рекс, Л. М. Концепция и технология оценки новых разработок в мелиоративной деятельности / Л. М. Рекс // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 5–6.

17 Рекс, Л. М. Мелиорация деятельно-техноприродных систем / Л. М. Рекс // Природообустройство. – 2009. – № 4. – С. 42–48.

18 Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В. В. Коссов [и др.]. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

19 Половинкин, А. И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применения / А. И. Половинкин. – М.: Информэлектро, 1991. – 104 с.

References

1 Kireycheva L.V. 1999. *Drenazhnye sistemy na oroshaemykh zemlyakh: proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Drainage systems on irrigated lands: past, present, future]. Moscow, VNIIGIM, 202 p. (In Russian).

2 Kireycheva L.V. [et al.] 1999. *Posobie po ochistke i utilizatsii drenazhno-sbrosnykh vod* [Manual on treatment and disposal of drainage-waste waters]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., 68 p. (In Russian).

3 Kapustyanyan A.S., Paltsev V.P., Shchedrin A.B. 2000. *Ochistka i utilizatsiya drenazhno-sbrosnykh vod orositelnykh sistem* [Treatment and disposal of irrigated drainage waters]. Moscow, CSTI “Meliovodinform” Publ., 240 p. (In Russian).

4 Kontorovich I.I. 2003. *Kontseptualnye aspekty resheniya problemy utilizatsii drenazhnogo stoka s oroshaemykh zemel* [Conceptual aspects of problem solution of recycling drainage runoff disposal from irrigated lands]. *Vidovoe raznoobrazie i dinamika razvitiya prirodnykh i proizvodstvennykh kompleksov Nizhney Volgi. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya* [Species diversity and dynamics of natural and industrial complexes of the Lower Volga development. Caspian scientific research institute of arid agriculture]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., pp. 148-164. (In Russian).

5 Kontorovich I.I. 2005. *Metodologicheskie aspekty utilizatsii drenazhnogo stoka s oroshaemykh zemel* [Methodological aspects of drainage runoff disposal from irrigated lands]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management]. no. 4, pp. 25-29. (In Russian).

6 Borodychev V.V., Kontorovich I.I. 2012. *Kontseptsiya ispolzovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii dlya utilizatsii mineralizirovannogo drenazhnogo stoka* [The concept of using renewable energy sources for mineralized drainage runoff disposal]. Volgograd, Volgograd State Agrarian University Publ., 104 p. (In Russian).

7 SNiP 2.06.03-85. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya/ Gosstroy SSR* [Land Reclamation Systems and Facilities / State Committee and Construction SSR]. Moscow, Central institute of standard designing Gosstroy USSR, 1986, 60 p. (In Russian).

8 Industry-Specific Construction Standards 33-2.2.03-86. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Drenazh na oroshaemykh zemlyakh. Normy proektirovaniya* [Land Reclama-

tion Systems and Facilities. Drainage on irrigated lands. Design norms]. Moscow, Minvodkhoz Publ., 1987, 110 p. (In Russian).

9 *Obosnovanie obemov i kachestva drenaznykh vod s oroshaemykh zemel. Posobie to VSN 33-2.2.03-86* [Justification of scope and quality of drainage water from irrigated lands. Manual to ISCS 33-2.2.03-86]. Moscow, Soyuzvodproekt Publ., 1994, 128 p. (In Russian).

10 Liskonov A.T., Bredikhin N.N., Savchuk D.P. 1992. *Zakrytiy drenazh na oroshaemykh zemlyakh* [Closed drainage on irrigated lands]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk University Press Publ., 288 p. (In Russian).

11 Dukhovniy V.A., Baklushin M.B., Tomin E.D., Serebrennikov F.V. 1979. *Gorizontalniy drenazh oroshaemykh zemel* [The horizontal drainage of irrigated lands]. Moscow, Kolos Publ., 255 p. (In Russian).

12 Grigorov M.S. [et al.]. 1996. *Utilizatsiya drenazhnogo stoka orositelnykh sistem v usloviyakh Volgogradskoy oblasti: metodicheskie rekomendatsii* [Drainage runoff disposal of irrigation systems under the conditions of Volgograd Region: methodological recommendations]. Volgograd, VGSKHA, 191 p. (In Russian).

13 Kontorovich I.I. 2009. *Protsess utilizatsii drenazhnogo stoka gidromeliorativnykh sistem: osnovnye terminy i opredeleniya* [Drainage runoff disposal process of hydro reclamation and drainage systems: basic terms and definitions]. Volgograd, Blank Publ., 223 p. (In Russian).

14 Rex L.M. 1995. *Sistemnye issledovaniya meliorativnykh protsessov i sistem* [System research of reclamation processes and systems]. Moscow, Aslan Publ., 192 p. (In Russian).

15 Bezrukikh P.P., Strebkov D.S. 2005. *Vozobnovlyаемая энергетика: strategiya, resursy, technologii* [Renewable energy: strategies, resources, technology]. Moscow, VIESH, 264 p. (In Russian).

16 Rex L.M. 2000. *Kontseptsiya i технологиya otsenki novykh razrabotok v meliorativnoy deyatel'nosti* [The concept and technology of new development assessment in land reclamation activities]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management]. no. 2, pp. 5-6. (In Russian).

17 Rex L.M. 2009. *Melioratsiya deyatel'no-technoprirodnnykh sistem* [Active technologically-natural systems reclamation]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering]. no. 4, pp. 42-48. (In Russian).

18 Kossov V.V. [et al.]. 2000. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov* [Guidelines on the investment projects effectiveness assessment]. Moscow, Economics Publ., 421 p. (In Russian).

19 Polovinkin A.I. 1991. *Teoriya proektirovaniya novoy tekhniki: zakonomernosti tekhniki i ikh primeneniya* [Theory of new technology design: equipment regularities and its applications]. Moscow, Informelectro Publ., 104 p. (In Russian).

Бородычев Виктор Владимирович

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: член-корреспондент РАН

Должность: директор

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (Волгоградский филиал)

Адрес организации: ул. Тимирязева, 9, Волгоград, Российская Федерация, 400002

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Borodychev Viktor Vladimirovich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Corresponding Member of the Russian Academy Sciences

Position: Director

Affiliation: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation after A. N. Kostyakov (Volgograd branch)

Affiliation address: Timiryazeva Street, 9, Volgograd, Russian Federation, 400002

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Конторович Игорь Иосифович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: старший научный сотрудник

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (Волгоградский филиал)

Адрес организации: ул. Тимирязева, 9, Волгоград, Российская Федерация, 400002

E-mail: Kontorovitch2011@yandex.ru, vkovniigim@yandex.ru

Kontorovich Igor Iosifovich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Senior Researcher

Position: Leading Researcher

Affiliation: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation after A. N. Kostyakov (Volgograd branch)

Affiliation address: Timiryazeva Street, 9, Volgograd, Russian Federation, 400002

E-mail: Kontorovitch2011@yandex.ru, vkovniigim@yandex.ru