ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31

OPTIONS FOR RECONSTRUCTION OF HYDROMELIORATIVE SYSTEMS ON FORMER RECLAIMED LONG-USED AGRICULTURAL LANDS

V. A. Shevchenko, V. V. Borodychev, M. N. Lytov

*Federal State Budget Science Center «All-Russian Scientific Research Institute of Hydrotechnics
and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov»*

Received 23.09.20 20

Submitted 25.11.2020

Summary

The problem of renewal of irrigation on previously reclaimed, but not used agricultural lands for a long time is considered. New approaches to the reconstruction of irrigation and drainage systems with partially lost functions have been developed, options for structural and layout solutions have been proposed to solve the problem at the modern level.

Abstract

Introduction The relevance of the study is determined by the urgent problem in Russia of reconstruction of a significant part of the irrigation and drainage systems built in the second half of the 20th century and the need to restore irrigation on the once reclaimed, but unused agricultural lands for a long time. More than half of all previously reclaimed lands in Russia have lost this status. A significant part of this land is not used at all, and the rest are transferred to dry land and are not watered. Moreover, more than 75% of the reclaimed lands taken out of circulation today are not watered due to a malfunction of the irrigation network. The aim of the research is to create a general concept and develop options for the reconstruction of irrigation and drainage systems on the former reclaimed agricultural lands that have not been used for a long time. **Object.** The object of research is irrigation and drainage systems, including those that have partially lost their functions with an actual reduction in the service area of previously reclaimed lands. **Materials and methods.** The research methodology is based on the well-known provisions of the law of development of technical systems, taking into account the trends in the technical improvement of irrigation and drainage systems in particular; taken into account modern developments in the classification of irrigation generations. The studies used publicly available materials on typical designs of irrigation and drainage systems, designed and built in the second half of the 20th century, as well as promising technical solutions used to create new generation irrigation and drainage systems. The concept of segmental rehabilitation of irrigation and drainage systems was developed as a forced alternative to the complex reconstruction of systems, involving active participation in the process of private agribusiness and the possibility of a coordinated, step-by-step solution to the problem. **Results and conclusions.** As an alternative to the complete reconstruction of the irrigation and drainage system, which has an unconditional priority, the research proposed the concept of segmental reconstruction, based on intuitive provisions and assuming, within one segment, the organization of all structural and functional modules inherent in the irrigation and drainage system as a whole. The concept assumes the device within the framework of the reconstructed segment of the functional and structural module of water intake, machine lifting, water treatment, water transport and irrigation. A complex of structural layout solutions has been developed for the reconstruction of the segment of the irrigation and drainage system that has lost its function. Variants of the device for water intake from water conduits of an irrigation and drainage system with an open irrigation network with output to the reconstructed segment of a closed (pressure) type are proposed. The preference was given to the design of the water intake, with a water outlet outside the canal. The layout diagrams of the device of the water treatment unit of the reconstructed segment of the irrigation and drainage system have been developed. A promising option is a combined layout of the water treatment unit, when some functional elements are installed centrally, and others according to a distributed scheme, directly in front of the irrigated area. At the level of the irrigated area, promising designs of combined irrigation systems have been proposed for implementation. This technology should be actively mastered

along with other known irrigation methods. Directly in front of the irrigation module, it is proposed to create technological water storage tanks that ensure uninterrupted operation of the system even without powering the central water pipelines. It is proposed to use the remains of open water pipelines of the reconstructed segment of the irrigation and drainage system for the functions of a water accumulator, with the device of the simplest anti-seepage structures based on a polyethylene film. The use of the proposed concept of segmental reconstruction of the irrigation and drainage system makes it possible to quickly solve urgent problems of development and commissioning for a long time, unused, former reclaimed lands with full restoration of irrigation and drainage functions. The proposed reconstruction options allow us to solve this problem at the modern level, using the latest advances in technology and land reclamation technologies.

Key words: *irrigation and drainage systems, unused reclaimed land, complex reconstruction, segmental reconstruction, structural and layout solutions.*

Citation. Shevchenko V.A., Borodychev V.V., Lytov M.N. Options for reconstruction of hydromeliorative systems on former reclaimed long-used agricultural lands. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020.4(60). 313-327 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.67:631.171

ВАРИАНТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА БЫВШИХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ДЛИТЕЛЬНО НЕ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

В. А. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН

В. В. Бородычев, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

М. Н. Лытов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова

Дата поступления в редакцию 23.09.2020

Дата принятия к печати 25.11.2020

Актуальность. Актуальность исследования определяется назревшей в России проблемой реконструкции значительной части построенных во второй половине XX века гидромелиоративных систем и необходимостью восстановления орошения на некогда мелиорированных, но длительное время не используемых сельскохозяйственных землях. Больше половины всех мелиорированных ранее земель в России утратили таковой статус. Значительная часть этих земель не используется вовсе, а остальные переведены в богару и не поливается. Причем более 75 % выведенных из оборота мелиорированных земель сегодня не поливаются по причине неисправности оросительной сети. Целью исследований является создание общего концепта и разработка вариантов реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях. **Объект.** Объектом исследований являются гидромелиоративные системы, в том числе частично утратившие функции с фактическим сокращением площадей обслуживания ранее мелиорированных земель. **Материалы и методы.** Методология исследований базируется на известных положениях закона развития технических систем, с учетом тенденций технического совершенствования гидромелиоративных систем в частности; учтены современные наработки по классификации поколений оросительных. В исследованиях использованы общедоступные материалы по типовым конструкциям гидромелиоративных систем, спроектированных и построенных во второй половине XX века, а также перспективным техническим решениям, используемым для создания гидромелиоративных систем нового поколения. Концепт сегментарного восстановления гидромелиоративных систем разрабатывался как вынужденная альтернатива комплексной реконструкции систем,

предполагающая активное участие в процессе частного агробизнеса и возможность согласованного, поэтапного решения проблемы. **Результаты и выводы.** В качестве альтернативы полной реконструкции гидромелиоративной системы, имеющей безусловный приоритет, исследованиями предложен концепт сегментарной реконструкции, базирующийся на интуитивно понятных положениях и предполагающий в рамках одного сегмента организацию всех структурно-функциональных модулей, присущих гидромелиоративной системе в целом. Концепт предполагает устройство в рамках реконструируемого сегмента функционально-структурного модуля водозабора, машинного подъема, водоподготовки, транспорта воды и орошения. Разработан комплекс конструктивно компоновочных решений для реконструкции утратившего функции сегмента гидромелиоративной системы. Предложены варианты устройства водозабора из водоводов гидромелиоративной системы с открытой оросительной сетью с выводом в реконструируемый сегмент закрытого (напорного) типа. Предпочтение отдано конструкции водозаборного устройства с вынесенным за пределы канала водовыделом. Разработаны компоновочные схемы устройства узла водоподготовки реконструируемого сегмента гидромелиоративной системы. Перспективным вариантом признана комбинированная схема компоновки узла водоподготовки, когда одни функциональные элементы устанавливаются централизованно, а другие – по распределенной схеме, непосредственно перед орошаемым участком. На уровне орошаемого участка к внедрению предложены перспективные конструкции систем комбинированного орошения. Эта технология должна активно осваиваться наряду с другими, известными способами полива. Непосредственно перед поливным модулем предлагается создавать технологические водонакопительные резервуары, обеспечивающие бесперебойную работу системы даже без запитки центральных водоводов. Под функции водонакопителя предлагается использовать остатки открытых водоводов реконструируемого сегмента гидромелиоративной системы, с устройством простейших противифльтрационных конструкций на основе полиэтиленовой пленки. Использование предложенного концепта сегментарной реконструкции гидромелиоративной системы позволяет оперативно решать актуальные задачи освоения и ввода в строй длительное время не используемых, бывших мелиорированных земель с полным восстановлением гидромелиоративной функции. Предложенные варианты реконструкции позволяют решать эту проблему на современном уровне, с использованием новейших достижений в области техники и мелиоративных технологий.

Ключевые слова: гидромелиоративные системы, неиспользуемые мелиорированные земли, комплексная реконструкция гидромелиоративных систем, сегментарная реконструкция, конструктивно-компоновочные решения.

Цитирование. Шевченко В. А., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Варианты реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях. *Известия НВ АУК.* 2020. 4(60). 313-327. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Процессы вывода из оборота сельскохозяйственных земель в целом, и мелиорированного фонда в частности, в постреформенной России приобрели национальный масштаб, а некоторые тенденции сохраняются и до настоящего времени [6, 7, 13-15]. Сегодня из 4296 тыс. га орошаемых земель России в сельском хозяйстве используется только 3565 тыс. га, а фактически поливается и того меньшая площадь – не более 1723 тыс. га [2, 6]. В Южном федеральном округе сосредоточено более четверти орошаемых земель России, однако большая часть площадей в настоящее время не поливается. В Волгоградской области из 178,8 тыс. га мелиорированных земель сегодня никак не используется и не поливается более 120 тыс. га, более половины мелиориро-

ванного фонда не поливается в Республике Калмыкия, более 130 тыс. га когда-то мелиорированных земель не поливается сегодня в Астраханской области [1, 12]. Такая статистика характерна для большинства регионов Южного федерального округа и России в целом. Причем более 75 % выведенных из оборота мелиорированных земель сегодня не поливается по причине неисправности оросительной сети [2, 9, 11, 12].

Деформации функциональных элементов оросительной сети часто носят критический характер, а в ряде случаев ставят под сомнение целесообразность проведения ремонтных работ. Наиболее перспективным выходом из сложившейся ситуации сегодня признана комплексная реконструкция оросительных систем, предполагающая не только восстановление функций, но и техническое совершенствование, внедрение новейших достижений научно-технического прогресса [8]. Целью исследований является создание общего концепта и разработка вариантов реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях.

Материалы и методы. Исследования проводились на основе анализа информации из общедоступных материалов по типовым конструкциям гидромелиоративных систем, спроектированных и построенных во второй половине XX века, перспективным техническим решениям, используемым для создания гидромелиоративных систем нового поколения, практического опыта возобновления орошения на ранее мелиорированных, но длительно не используемых сельскохозяйственных землях [2, 4, 5, 8, 17-21]. Методология исследований базируется на известных положениях закона развития технических систем с учетом тенденций технического совершенствования гидромелиоративных систем в частности. Учтены наработки известных ученых по классификации поколений оросительных систем [16]. Объектом исследований являются гидромелиоративные системы, в том числе частично утратившие функции с фактическим сокращением площадей обслуживания ранее мелиорированных земель. Предмет исследований – конструкции гидромелиоративных систем и их структурно-функциональных элементов, рассматриваемые в плане реконструкции орошения на ранее мелиорированных, но длительно не используемых землях. Рабочая гипотеза исследований предполагает возможность использования двух подходов к реконструкции гидромелиоративных систем: комплексного (полного) и сегментарного. Концепт сегментарного восстановления гидромелиоративных систем разрабатывался как вынужденная альтернатива комплексной реконструкции систем, предполагающая активное участие в процессе частного агробизнеса и возможность согласованного, поэтапного решения проблемы.

Результаты и обсуждение. Сегодня проблема реконструкции большинства гидромелиоративных систем назрела на всех ее уровнях; поэтому, безусловно, предпочтение следует отдавать полной реконструкции гидромелиоративной системы в целом. Однако ресурсоемкость подобного рода инициатив такова, что реконструкцию каждой гидромелиоративной системы в отдельности без преувеличения можно считать национальным проектом. На уровне субъектов агробизнеса реконструкция может быть осуществлена лишь на особо малых гидромелиоративных системах, построенных, как правило, на местном стоке и имеющих внутрихозяйственное значение. Сегментарная реконструкция гидромелиоративных систем может осуществляться на всех уровнях, с активным привлечением частных инвестиций в первую очередь заинтересованных в этом субъектов агробизнеса. Поэтому в качестве альтернативы полной реконструкции гидромелиоративной системы, имеющей безусловный приоритет, был разработан концепт сегментарной реконструкции, включающий следующие основные положения:

- в общем случае сегментарная реконструкция гидромелиоративных систем предполагает строительство всех структурно-функциональных модулей, присущих гидромелиоративной системе в целом. То есть предполагается организация узлов водо-

забора, водоподготовки, транспорта воды, орошения, а при необходимости – элементов водооборотной системы;

- общая производительность водовыдела должна быть согласована с пропускной способностью и производительностью оросительной сети, от которой запитывается сегментарно восстанавливаемый участок орошения;

- система мониторинга и автоматизированного управления сегментарно-реконструируемых участков единой гидромелиоративной системы должны работать в согласованном режиме. В качестве примера такой системы мониторинга и автоматизированного управления можно предложить облачную систему с центральным сервером, где реконструируемые и действующие сегменты одной ГМС подключены в единую базу данных, на основе согласованного анализа которых вырабатывается оптимальное управляющее решение. Такой подход позволяет согласовать действия различных хозяйствующих субъектов на одной гидромелиоративной системе.

Водозабор устраивается в узле присоединения реконструируемого участка гидромелиоративной системы к водоводам, от которых производится запитка восстанавливаемого сегмента. Водозабор может быть машинным, а также с использованием энергии воды в узле присоединения к сети, от которой производится реконструкция.

Узел водоподготовки устраивается при необходимости и может быть центральным, с установкой сразу после водозабора, распределенным, с установкой непосредственно перед поливными модулями или комбинированным.

Система транспорта воды должна максимально использовать преимущества планировки, а также по возможности – утратившие функции остатки конструкций реконструируемого участка гидромелиоративной системы. При этом приоритетом, безусловно, является проектный план размещения орошаемых участков.

Способы и технологии орошения осваиваемых участков должны учитывать почвенно-гидрологические условия и рельеф местности, положение участка относительно особо-охраняемых объектов, особенности инфраструктуры и проектные севообороты сельскохозяйственных культур, а также лимиты на использование водных ресурсов.

Возможные варианты организации водозабора из водоводов гидромелиоративной системы с открытой оросительной сетью с устройством реконструируемого сегмента закрытого типа представлены на рисунке 1.

На рисунке 1а показан наиболее распространенный в современной практике вариант устройства водозабора из канала открытой оросительной сети. Водозабор в данном случае осуществляется непосредственно из русла канала, куда опускается всасывающая линия насосной станции. На рисунке 2 показаны примеры устройства такого рода водозаборов с электрифицированным и дизельным приводом насосных станций. Основным преимуществом устройства водозабора по такой схеме является простота и минимальная ресурсоемкость, поскольку нет потребности в строительстве каких-либо дополнительных сооружений. Недостатками такой схемы присоединения реконструируемого сегмента к действующей сети ГМС являются:

- изменение руслового просвета канала, что создает непредусмотренные проектом гидравлические сопротивления в русле водовода открытой сети ГМС;

- увеличиваются риски создания заторов в русле канала, обусловленные осаждением органического материала различного происхождения на конструктивных элементах водозабора;

- имеются ограниченные возможности по созданию различного рода защитных сооружений на водозаборных элементах реконструируемого сегмента ГМС;

- затруднено обслуживание открытых водоводов гидромелиоративной сети, к которым присоединяется реконструируемый сегмент ГМС.

Условные обозначения / Legend: 1 – канал / channel, 2 – всасывающая линия насосной станции / pump station suction line, 3 – насосная станция / pumping station, 4 – проезжая часть, примыкающая к каналу / canal carriageway

Условные обозначения / Legend: 1 – канал / channel, 2 – всасывающая линия насосной станции / pump station suction line, 3 – насосная станция / pumping station, 4 – проезжая часть / canal carriageway, 5 – водозаборная ниша / water intake niche

Условные обозначения / Legend: 1 – канал / channel, 2 – всасывающая линия насосной станции / pump station suction line, 3 – насосная станция / pumping station, 4 – проезжая часть / canal carriageway, 5 – водовыдел / discharge, 6 – проводящий трубопровод / connecting pipeline, 7 – запорно-регулирующая арматура / shut-off and control valves

Рисунок 1 – Варианты организации водозабора из водоводов гидромелиоративной системы с открытой оросительной сетью с устройством реконструируемого сегмента закрытого типа

Figure 1 – Options for organizing water intake from water pipelines of an irrigation and drainage system with an open irrigation network with a device for a reconstructed closed-type segment

На рисунке 1б показан вариант устройства водозабора на русле открытого водовода гидромелиоративной системы по типу водозаборной ниши. Вариант предусматривает из-

менение в конструкции канала на месте присоединения реконструируемого сегмента ГМС в форме специальной ниши, устраиваемой на боковом откосе канала, в которую и монтируются водозаборные сооружения. Такой вариант устройства водозабора не изменяет проектного просвета русла канала, позволяет выделить пространство для устройства защитных конструкций, снижает риски создания заторов, так как ниша вынесена за пределы основного русла канала. Пример реализации такого варианта водозабора приведен на рисунке 3. К недостаткам такого варианта устройства водозабора следует отнести необходимость внесения изменений в конструкцию открытого водовода, что предполагает работы по капитальному строительству, сохраняются местные гидравлические сопротивления при движении воды по основному руслу канала, требуется сопряжение противофильтрационных устройств основного русла и водозаборной ниши, возрастают риски отложения наносов в самой конструкции ниши. Кроме того, устройство нишевых водозаборных устройств невозможно при непосредственном примыкании проезжей части к каналу.

а)

б)

Рисунок 2 – Варианты организации водозабора из русла канала: а) – с дизельным приводом насосной станции, б) с электрифицированным приводом насосной станции

Figure 2 – Options for organizing water intake from the canal bed: a) - with a diesel drive of the pumping station, b) with an electrified drive of the pumping station

Рисунок 3 – Вариант устройства нишевого водозабора в КФХ «Выборнов В. Д.» Ленинского района Волгоградской области

Figure 3 – A variant of the device for a niche water intake in the peasant farm
«Vybornov V. D.» Leninsky district of the Volgograd region

Указанных недостатков лишено водозаборное устройство с вынесенным за пределы канала водовыделом (рисунок 1в). Сопряжение такого водовыдела с основным руслом канала осуществляется посредством закрытого водовода с запорно-регулирующей арматурой, что позволяет осушить водозабор при заполненном русле открытого водовода. При организации водозабора по такой схеме не нарушается геометрия русла открытого водовода, практически исключены непредусмотренные проектом гидравлические сопротивления, возможно устройство защитных сооружений, нет препятствий для обслуживания водоводов открытой сети, к которой присоединяется реконструируемый сегмент ГМС. Недостатком такой схемы устройства водозабора является ресурсоемкость и необходимость проведения работ по капитальному строительству.

Узел водоподготовки может отличаться компоновочными схемами относительно функциональных модулей, а также в пространственном отношении к орошаемым участкам реконструируемого сегмента ГМС. При необходимости узел водоподготовки может включать различное число ступеней очистки воды, узел химигации и другие функциональные узлы. Схема централизованного размещения узла водоподготовки показана на рисунке 4а. Это довольно распространенный вариант компоновки для небольших, восстанавливаемых сегментов ГМС. Фильтрация воды, а также приготовление различных функциональных растворов на основе оросительной воды при этом происходит централизованно, после чего раствор по распределительным водоводам подается уже непосредственно на орошаемый участок. Схема распределенной компоновки узла водоподготовки предусматривает установку конструкций непосредственно перед поливным модулем (рисунок 4б). Такой вариант компоновки узла водоподготовки позволяет реализовать индивидуальный подход в отношении применения функциональных растворов на сельскохозяйственном поле, а также повысить точность дозирования средств химигации при поливе. Перспективным вариантом является комбинированная схема компоновки узла водоподготовки, когда одни функциональные элементы устанавливаются централизованно, а другие – по распределенной схеме, непосредственно перед орошаемым участком. Примером такой комбинированной схемы является вариант, в котором фильтростанция устанавливается централизованно, а узлы приготовления питательных и других функциональных растворов непосредственно перед орошаемыми моделями (рисунок 4в).

Организация транспорта воды в восстанавливаемых сегментах ГМС предпочтительна по типу закрытой сети с использованием трубчатых водоводов. При этом важно ориентироваться:

- на использование трубчатых водоводов из современных материалов на основе полимеров, активно внедряемых сегодня в различных отраслях народного хозяйства;
- на использование геодезически спланированных участков старой оросительной сети для устройства закрытых водоводов – распределителей различного уровня;
- прокладку водоводов целесообразно выполнять под землей с учетом того, чтобы мелиоративная инфраструктура не мешала выполнению агротехнических работ, и не возникало риска нарушения ее функциональности в процессе эксплуатации. Пример такого способа укладки распределительных водоводов реконструируемого сегмента ГМС приведен на рисунке 5.

Реконструкция сегмента гидромелиоративной системы на уровне орошаемого участка должна опираться на использование водо- и энергосберегающих технологий, а также многофункциональные технических систем для орошения комбинированного типа. Комбинированные системы орошения являются одним из наиболее перспектив-

ных вариантов конструкции восстанавливаемых сегментов ГМС при специализации хозяйства на овощных культурах, в садах, виноградниках и ягодниках.

Условные обозначения / Legend: 1- насосная станция / pumping station, 2 - станция фильтрации воды / water filtration station, 3 – узел приготовления растворов / solution preparation unit, 4 - узел водоподготовки / water treatment unit, 5 - модуль орошения / irrigation module

Рисунок 4 – Варианты устройства узла водоподготовки реконструируемого сегмента гидромелиоративной системы: а) по централизованной схеме; б) по распределенной схеме; в) по комбинированной схеме

Figure 4 – Variants of the device for the water treatment unit of the reconstructed

segment of the irrigation and drainage system: a) according to a centralized scheme; b) according to the distributed scheme; c) according to the combined scheme

Рисунок 5 – Укладка полиэтиленового трубопровода-водовода в траншею (реконструируемый сегмент Заволжской оросительной системы в АО «Агрофирма «Восток»)

Figure 5 – Laying a polyethylene pipeline-water conduit in a trench (the reconstructed segment of the Zavolzhskaya irrigation system in JSC «Agrofirma «Vostok»)

Комбинированные системы орошения объединяют преимущества разных способов полива для обеспечения комплексного регулирования факторов жизни и защиты растений от климатических рисков. Во ВНИИГиМ предложена идея и конструкции комбинированного использования капельного орошения и мелкокапельного дождевания [3, 10]. Конструкции таких систем предполагают использование единой водоподводящей и водораспределительной сети с осуществлением полива посредством двух типов водовыпусков – капельного и дождевального (рисунок 6а). При этом капельным способом полива обеспечивается возможность гибкого регулирования запасов почвенной влаги, а дождевальные насадки могут использоваться для проведения противозаморозковых или освежительных поливов, некорневой химигации посевов, а также обеспечивают возможность регулирования фитоклимата посредством мелкодисперсного дождевания. Такой набор функциональных возможностей системы обеспечивает возможность комплексного регулирования факторов жизни и защиты растений от различных климатических рисков. Основным недостатком конструкции системы, приведенной на рисунке 6а, является необходимость практически непрерывного поддержания рабочих напоров во всех водоводах системы. Действительно, если основные вегетационные поливы проводятся через относительно продолжительные интервалы времени, то для регулирования фитоклимата мелкодисперсное дождевание осуществляется короткими импульсами, дробно повторяющимися в течение неблагоприятного периода.

Поддержание рабочих напоров во всех водоводах системы требует существенного увеличения энергетических затрат, что, безусловно, снижает эффективность тех-

нологии в целом. Для преодоления этого недостатка в конструктив системы непосредственно перед поливным модулем вводится водонакопитель, обеспечивающий возможность создания рабочего напора в трубопроводах орошаемого участка без запитки основных водоводов реконструируемого сегмента оросительной системы (рисунок 6б). Под функции водонакопителя предлагается использовать остатки открытых водоводов реконструируемого сегмента гидромелиоративной системы (рисунок 7).

Условные обозначения / Legend: 1 – водозабор / water intake, 2 - насосная станция / pumping station, 3 - фильтрационная станция / filtration station, 4 - магистральный трубопровод реконструируемого сегмента ГМС / main pipeline of the reconstructed segment of the irrigation and drainage system, 5 - распределительный трубопровод 1-го и последующих порядков / distribution pipeline of the 1st and subsequent orders, 6 - узел приготовления растворов / solution preparation unit, 7 - поливной трубопровод / irrigation pipeline, 8 - капельный водовыпуск / drip outlet, 9 - дождевальная водовыпуск / sprinkler outlet, 10 - водонакопитель / water storage

Рисунок 6 – Варианты конструкций гидромелиоративной системы

комбинированного орошения

Figure 6 – Design options for the irrigation and drainage system of combined irrigation

Рисунок 7 – Использование остатков утратившей функции оросительной сети для устройства водонакопителя системы комбинированного орошения

Figure 7 – Use of the remains of the irrigation network that has lost its function for the device of a water storage system for a combined irrigation

При этом часть канала утратившей функции системы перегораживается, выполняется реконструкция противофильтрационной оболочки и заполняется водой из трубопроводов вновь созданной оросительной системы. В качестве простейшей противофильтрационной оболочки водонакопителя может использоваться обычная полиэтиленовая пленка.

Выводы. Использование предложенного концепта сегментарной реконструкции гидромелиоративной системы позволяет оперативно решать актуальные задачи освоения и ввода в строй длительное время не используемых, бывших мелиорированных земель с полным восстановлением гидромелиоративной функции. Предложенные варианты реконструкции позволяют решать эту проблему на современном уровне, с применением новейших достижений в области техники и мелиоративных технологий.

Библиографический список

1. Анализ использования потенциала орошаемого земледелия на примере Южного Федерального округа / А. А. Угрюмова, М. П. Замаховский, Л. Е. Паутова, Л. М. Тюрина // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16. № 11 (458). С. 2075-2091.
2. Балакай Г. Т., Куприянова С. В. Техническое состояние мелиоративных систем России и предложения по их восстановлению // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 1 (77). С. 5-9.
3. Дубенок Н. Н., Майер А. В. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 9-19.
4. К вопросу создания электронных баз данных по типовым проектным решениям мелиоративных систем и сооружений / В. Н. Щедрин, В. И. Коржов, А. А. Белоусов, А. В. Шевченко, Т. В. Матвиенко, А. Б. Белоусов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 2 (34). С. 121-136.
5. Кожанов А. Л., Воеводин О. В. К вопросу разработки энергоэффективных ороситель-

ных систем нового поколения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 3 (59). С. 62-65.

6. Липски С. А. Федеральные целевые программы в области мелиорации земель и современное состояние мелиоративного фонда // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2019. № 3. С. 45-55.

7. Никифорова Е. О. Меры по вовлечению в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий // Научное обозрение: теория и практика. 2016. № 8. С. 133-142.

8. О реконструкции и модернизации мелиоративных систем Рязанской области / П. Н. Ваниюшин, А. В. Кузин, А. Е. Морозов, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2019. № 1 (41). С. 5-12.

9. Оценка изменения состояния облицовочных покрытий откосов оросительных каналов, находящихся в процессе длительной эксплуатации / Р. Б. Туктаров, В. П. Мельникова, Р. Д. Пасовец, Л. Н. Мазнева, Д. А. Греков, Л. Н. Горностаева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 1 (73). С. 92-96.

10. Система комбинированного орошения / В. В. Бородычев, М. Ю. Храбров, В. К. Губин, Н. Г. Колесова, Т. С. Акимова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1 (41). С. 201-210.

11. Слабунова А. В., Клишин И. В. Техническое состояние оросительных систем Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3 (75). С. 24-29.

12. Современные оценки неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения на Нижней Волге / В. А. Шевченко, В. В. Бородычев, М. Н. Лытов, Ю. И. Сухарев // Природообустройство. 2020. № 2. С. 6-13.

13. Харитонов А. Е. Статистический анализ состояния и использования сельскохозяйственных угодий в России // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 2. С. 62-67.

14. Хлыстун В. Н., Мурашева А. А., Столяров В. М. Концептуальные подходы к разработке и реализации программы вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 5. С. 2-11.

15. Частные землепользования в России и за рубежом, перспективы их рационализации и оптимизации / А. С. Овчинников, Е. А. Литвинов, Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 282-290.

16. Щедрин В. Н., Колганов А. В., Чураев А. А. Подходы к определению технического уровня мелиоративных систем и обоснование поколений их развития // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2012. № 3 (7). С. 28-51.

17. Effect of polymer materials on soil structure and organic carbon under drip irrigation / X. Tian, H. Fan, Y. Li, M. An, F. Zhang, K. Wang, J. Wang, S. Feng, J. Ippolito // Geoderma. 2019. V. 340. P. 94-103.

18. Implementing block-chain technology in irrigation systems that integrate photovoltaic energy generation systems / F. M. Enescu, N. Bizon, A. G. Mazare, G. Șerban, M. S. Raboaca, A. Onu, P. Thounthong // Sustainability. 2020. V. 12. Iss. 4. P. 1540.

19. Li S., Chu Y. Application research of automatic control technology in agricultural machinery // Revista de la Facultad de Agronomia. 2019. V. 36. Iss. 4. P. 1106-1115.

20. Reducing losses in earthen agricultural water conveyance and distribution systems by employing automatic control systems / S. Barkhordari, S. M. Hashemy Shahadany, S. Taghvaeian, A. R. Firoozfar, J. M. Maestre // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. V. 168. P. 105-122.

21. Solar concentrators manufacture and automation / E. Kussul, T. Baydyk, A. E. Estrada, M. T. R. González, D. Wunsch // Open Physics. 2019. V. 17. Iss. 1. P. 93-103.

Conclusions. The use of the proposed concept of segmental reconstruction of the irrigation and drainage system makes it possible to quickly solve the urgent problems of development and commissioning for a long time, unused, former reclaimed lands with full restoration of irrigation and drainage functions. The proposed reconstruction options allow solving

this problem at the modern level, using the latest achievements in the field of technology and reclamation technologies.

Reference

1. Analiz ispol'zovaniya potentsiala oroshaemogo zemledeliya na primere Yuzhnogo Federal'nogo okruga / A. A. Ugryumova, M. P. Zamahovskij, L. E. Pautova, L. M. Tyurina // Regional'naya]konomika: teoriya i praktika. 2018. Vol. 16. № 11 (458). P. 2075-2091.
2. Balakaj G. T., Kupriyanova S. V. Tehnicheskoe sostoyanie meliorativnyh sistem Rossii i predlozheniya po ih vosstanovleniyu // Puti povysheniya]ffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2020. № 1 (77). P. 5-9.
3. Dubenok N. N., Majer A. V. Razrabotka sistem kombinirovannogo orosheniya dlya poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). P. 9-19.
4. K voprosu sozdaniya]lektronnyh baz dannyh po tipovym proektnym resheniyam meliorativnyh sistem i sooruzhenij / V. N. Schedrin, V. I. Korzhov, A. A. Belousov, A. V. Shevchenko, T. V. Matvienko, A. B. Belousov // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2019. № 2 (34). P. 121-136.
5. Kozhanov A. L., Voevodin O. V. K voprosu razrabotki]nergo]ffektivnyh orositel'nyh sistem novogo pokoleniya // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2015. № 3 (59). P. 62-65.
6. Lipski S. A. Federal'nye celevye programmy v oblasti melioracii zemel' i sovremennoe sostoyanie meliorativnogo fonda // Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta. 2019. № 3. S. 45-55.
7. Nikiforova E. O. Mery po vovlecheniyu v oborot neispol'zuemyh sel'skohozyajstvennyh ugodij // Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika. 2016. № 8. P. 133-142.
8. O rekonstrukcii i modernizacii meliorativnyh sistem Ryazanskoj oblasti / P. N. Vanyushin, A. V. Kuzin, A. E. Morozov, A. V. Nefedov, N. A. Ivannikova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2019. № 1 (41). P. 5-12.
9. Ocenka izmeneniya sostoyaniya oblicovochnyh pokrytij otkosov orositel'nyh kanalov, nahodyaschihsya v processe dlitel'noj jekspluatacii / R. B. Tuktarov, V. P. Mel'nikova, R. D. Pasovec, L. N. Mazneva, D. A. Grekov, L. N. Gornostaeva // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2019. № 1 (73). P. 92-96.
10. Sistema kombinirovannogo orosheniya / V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov, V. K. Gubin, N. G. Kolesova, T. S. Akimova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. № 1 (41). P. 201-210.
11. Slabunova A. V., Klishin I. V. Tehnicheskoe sostoyanie orositel'nyh sistem Rostovskoj oblasti // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2019. № 3 (75). P. 24-29.
12. Sovremennye ocenki neispol'zuemyh zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya na Nizhnej Volge / V. A. Shevchenko, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, Yu. I. Suharev // Prirodoobustrojstvo. 2020. № 2. p. 6-13.
13. Haritonova A. E. Statisticheskij analiz sostoyaniya i ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennyh ugodij v Rossii // }konomika sel'skogo hozyajstva Rossii. 2016. № 2. P. 62-67.
14. Hlystun V. N., Murasheva A. A., Stolyarov V. M. Konceptual'nye podhody k razrabotke i realizacii programmy vovlecheniya v oborot neispol'zuemyh sel'skohozyajstvennyh zemel' // }konomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayuschih predpriyatij. 2020. № 5. P. 2-11.
15. Chastnye zemlepol'zovaniya v Rossii i za rubezhom, perspektivy ih racionalizacii i optimizacii / A. S. Ovchinnikov, E. A. Litvinov, Yu. I. Vasil'ev, S. Yu. Turko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. № 2 (42). P. 282-290.
16. Schedrin V. N., Kolganov A. V., Churaev A. A. Podhody k opredeleniyu tehničeskogo urovnya meliorativnyh sistem i obosnovanie pokolenij ih razvitiya // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2012. № 3 (7). P. 28-51.
17. Effect of polymer materials on soil structure and organic carbon under drip irrigation / X.

Tian, H. Fan, Y. Li, M. An, F. Zhang, K. Wang, J. Wang, S. Feng, J. Ippolito // *Geoderma*. 2019. V. 340. P. 94-103.

18. Implementing block-chain technology in irrigation systems that integrate photovoltaic energy generation systems / F. M. Enescu, N. Bizon, A. G. Mazare, G. Șerban, M. S. Raboaca, A. Onu, P. Thounthong // *Sustainability*. 2020. V. 12. Iss. 4. P. 1540.

19. Li S., Chu Y. Application research of automatic control technology in agricultural machinery // *Revista de la Facultad de Agronomia*. 2019. V. 36. Iss. 4. P. 1106-1115.

20. Reducing losses in earthen agricultural water conveyance and distribution systems by employing automatic control systems / S. Barkhordari, S. M. Hashemy Shahadany, S. Taghvaeian, A. R. Firoozfar, J. M. Maestre // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. V. 168. P. 105-122.

21. Solar concentrators manufacture and automation / E. Kussul, T. Baydyk, A. E. Estrada, M. T. R. González, D. Wunsch // *Open Physics*. 2019. V. 17. Iss. 1. P. 93-103.

Authors Information:

Shevchenko Viktor Alexandrovich, Director of the all-Russian research Institute of hydraulic engineering and melioration named after A. N. Kostyakov (127550, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya street, 44, building 2), doctor of agricultural Sciences, Professor. E-mail: mail@vniigim.ru

Borodychev Viktor Vladimirovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Volgograd Branch of the Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Hydrotechnics and Land Reclamation named after A.N. Kostyakova (400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0279-8090>. E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Lytov Michail Nikolaevich, Leading Researcher, Volgograd Branch of the Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation A.N. Kostyakova (400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), Candidate of Agricultural Sciences,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825> LytovMN@yandex.ru

Информация об авторах:

Шевченко Виктор Александрович, директор Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (127550, Москва, ул. Большая Академическая, 44, корпус 2), доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: mail@vniigim.ru

Бородычев Виктор Владимирович, академик РАН, директор Волгоградского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0279-8090>. E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Лытов Михаил Николаевич, ведущий научный сотрудник Волгоградского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825> LytovMN@yandex.ru