В. Н. Щедрин, В. И. Коржов, А. А. Белоусов

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

А. Б. Белоусов, М. В. Герасименко, В. К. Клевцова

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова –
филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск,
Российская Федерация

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Целью исследований являлось изучение особенностей проектирования оросительных систем и их элементов с использованием средств информационно-технологической поддержки и разработка научно-технических и методологических подходов к их созданию и применению. *Материалы и методы.* В качестве исходного материала для исследований были использованы типовые проектные решения водозаборных сооружений оросительных систем. *Результаты.* Сделан вывод о целесообразности их реализации с использованием средств информационно-технологической поддержки задач проектирования. Разработана структура программного комплекса «Проектирование водозаборных сооружений оросительных систем». Она включила в себя специальные блоки: формирование исходных данных, выбор типовых проектных решений, привязка к объекту, расчеты, документы. Кроме этого, в структуру комплекса вошел ряд общесистемных и сервисных блоков: словари и справочники, архив, файлы, помощь. Сделан вывод, что эффективная работа комплекса во многом определяется не только качеством решения собственных специальных задач проектирования водозаборных сооружений, но и результатами решения других задач, входящих в состав задач других участников мелиоративного комплекса. Поэтому была сформулирована необходимость применения системного подхода к решению данной проблемы. Основные позиции этого подхода включают в себя необходимость использования единых для всех баз данных, словарей, справочников, терминов, программных интерфейсов и т. п. Исходя из этого, в структуру программного комплекса были включены дополнительные информационно-технологические ресурсы, обеспечивающие его реализацию. *Выводы.* Предложенная структура программного комплекса проектирования водозаборных сооружений, а также сформулированные к ее блокам требования может быть использована в качестве методической основы для разработки других программных комплексов, реализуемых в рамках решения задач создания «цифровой» мелиорации.

Ключевые слова: оросительные системы; «цифровая» мелиорация; водозаборные сооружения; проектирование; средства информационно-технологической поддержки; системный подход.

V. N. Shchedrin, V. I. Korzhov, A. A. Belousov

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

A. B. Belousov, M. V. Gerasimenko, V. K. Klevtsova

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State
Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

ON SYSTEM APPROACH TO SOFTWARE PACKAGE DEVELOPMENT FOR SUPPORT OF WATER INTAKE STRUCTURES DESIGN OF IRRIGATION SYSTEMS

The aim of the research was the study of the irrigation systems and their elements design features using information technology support and the development of scientific-technical and methodological approaches to their creation and application. *Material and Methods.* Typical design solutions for water intake structures of irrigation systems were used as the starting material for research. *Results.* The conclusion on feasibility of their implementation using the means of information-technological support for design goals is drawn. The structure of the software package “Design of water intake structures of irrigation systems” was developed. It included special blocks: the formation of the initial data, the selection of typical design solutions, binding to the object, calculations, documents. In addition, a number of system and service blocks: dictionaries and reference books, archives, files, help was included. The conclusion is made that the package effective operation depends largely not only on quality of solving their own special problems of designing water intake structures, but also on the results of solving other problems contained in the tasks of other participants of reclamation complex. Therefore, the need to apply a systematic approach to solving this problem was formulated. The main positions of this approach include the need to use common databases, dictionaries, reference books, terms, software interfaces, etc. Hence, additional information technology resources ensuring its implementation were included in the structure of the software package. *Conclusion.* The proposed structure of the program complex for designing water intake structures, as well as the requirements for its blocks, can be used as a methodological basis for the development of other software systems implemented in the framework of solving the problems of creating “digital” land reclamation.

Key words: irrigation systems; “digital” land reclamation; water intake facilities; design; means of information technology support; system approach.

Введение. Использование современных информационных средств и технологий позволяет значительно увеличить скорость поиска необходимой информации, ее обработки, хранения, передачи и т. п. и за счет этого существенно повысить качество проектирования и эксплуатации технических систем и сооружений, сократить сроки и затраты на их проведение [1]. Однако прямолинейное использование этих средств, ориентированное только на «оцифровку» ранее применяемых технологий проектирования и эксплуатации, в ряде случаев не позволяет в полной мере использовать их потенциал, обеспечить требования современной науки и современной «цифровой» экономики, в т. ч. и «цифровой» мелиорации [2]. В этой связи возникает потребность как в адаптации уже существующих средств и технологий, используемых на протяжении многих лет в мелиоративной науке, к современным информационным форматам, так и в создании новых средств и технологий, использующих возможности этих форматов [3–5].

Водозаборные сооружения составляют основу оросительных систем [6]. Именно они во многом определяют эффективность работы всего мелиоративного комплекса региона в целом. Именно здесь сконцентрированы основные энергетические затраты, связанные с использованием водных ресурсов для орошения. Именно от работы водозаборных сооружений, по сути, зависит работа всех остальных субъектов оросительной системы (или даже невозможность ее проведения) [7].

С другой стороны, очевидно, что технические характеристики самих водозаборных сооружений, их геометрические размеры, режимы работы и т. п., в свою очередь, напрямую зависят от потребностей и режимов работы тех же самых подчиненных им субъектов мелиоративной системы.

Все это означает, что при проектировании и эксплуатации водозаборных сооружений должны быть максимально возможно учтены все информационные, гидравлические, технические и другие связи между всеми элементами системы и тем самым обеспечен системный (комплексный) подход к их учету и обработке [8, 9].

В связи с вышеизложенным цель настоящих исследований заключалась в создании программного комплекса по поддержке проектирования водозаборных оросительных систем, обеспечивающего максимальную научную и техническую совместимость с другими информационно-технологическими ресурсами, разрабатываемыми в рамках реализации задач создания «цифровой» мелиорации.

Материалы и методы. Для разработки вышеобозначенного программного комплекса был проведен обзор существующих типовых проектных решений, связанных с разработкой водозаборных сооружений оросительных систем. В их число вошли следующие наиболее актуальные с точки зрения их практического применения в форматах «цифровой» мелиорации проектные решения:

- Типовые проектные решения 820-4-039.90 «Водозаборные сооружения оросительных насосных станций на подачу до 5 м³/с»;

- Типовые проектные решения 820-1-055с.86 «Водозаборные сооружения из открытых каналов в трубчатую низконапорную сеть с расходом воды до 3 м³/с для диаметра трубопроводов 1000...1600 мм»;

- Типовые проектные решения 820-4-021с.86 «Водозаборные сооружения из открытых каналов и лотков в трубчатую сеть с расходом воды от 50 до 400 л/с для трубопроводов с диаметром 300...800 мм»;

- Типовой проект 820-154 «Элементы закрытой оросительной сети. Водозаборные сооружения из каналов в асбестоцементные трубопроводы на расход до 0.4 м³/с».

С целью создания средств информационно-технологической поддержки задач проектирования и эксплуатации водозаборных сооружений оросительных систем была проведена систематизация данных, содержащихся в этих проектах. Она включила в себя следующие позиции: общие сведения о проекте, назначение и область его применения, принятые правила кодирования и идентификации, основные конструктивные решения, основные расчетные положения, указания по их подборке и привязке к конкретным условиям проектирования и эксплуатации. Это позволило сформулировать исходные требования к разработке электронных баз данных [10], алгоритмов и методик, используемых в составе программного комплекса «Проектирование водозаборных сооружений оросительных систем», являющегося предметом настоящих исследований.

Работы по созданию программного комплекса велись с учетом требований следующих нормативных документов:

- ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания»;

- ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».

Кроме этого, использовались научные положения и рекомендации, из-

ложенные в работах В. В. Васильева, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильева [11] и В. Н. Щедрина [12], а также в описаниях программных средств^{1, 2, 3}.

Результаты и обсуждение. Структура программного комплекса информационно-технологической поддержки проектирования водозаборных сооружений оросительных систем и его связь с другими информационно-технологическими ресурсами, осуществляемая в рамках системного подхода к созданию средств «цифровой» мелиорации, представлена на рисунке 1.

Основу комплекса составляет модуль «Разработка проекта водозаборного сооружения». Он призван обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- формирование исходных данных, необходимых для выбора типового водозаборного сооружения;
- поиск и выборку типовых проектных решений в электронных базах данных, содержащих сведения о типовых водозаборных сооружениях оросительных систем;
- выполнение процедур, обеспечивающих привязку типового проекта к конкретным условиям его применения;
- осуществление необходимых инженерно-технических расчетов, направленных на выполнение задач проектирования данного водозаборного сооружения в составе всего проекта;
- формирование выходных документов, отображающих основные результаты проектирования.

¹ Прогр. для ЭВМ 2018665386. Подбор оптимальной конструкции водозаборного сооружения для оросительной системы / С. М. Васильев, В. В. Слабунов, О. В. Воеводин, М. Р. Гонзалес-Гальего, Д. А. Нецепляев. – № 2018665386; заявл. 25.10.18; опубл. 04.12.18.

² Прогр. для ЭВМ 2016618174. Управление водораспределением на открытой оросительной системе / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, А. В. Акопян, В. В. Слабунов, Д. В. Слабунов. – № 2016618174; заявл. 20.05.16; опубл. 20.08.16.

³ Прогр. для ЭВМ 2018663011. Программа анализа и управления базой данных для ведения государственного водного реестра объектов, используемых в целях мелиорации / И. В. Клишин, Г. А. Сенчуков. – № 2018663011; заявл. 01.10.18; опубл. 18.10.18.

Рисунок 1 – Структура программного комплекса, обеспечивающего системный подход к проектированию водозаборных сооружений оросительных систем

Очевидно, что реализация этих функций сама по себе не является тривиальной. Она требует разработки специальных алгоритмов, программ, информационной базы и т. п. Не останавливаясь в настоящей статье на их подробном описании, отметим, что их реализация требует обладания достаточно большим количеством данных, которые должны (или будут) определяться вне рамок решения специальных задач проектирования самих водозаборных сооружений. А это значит, необходим системный подход к их решению в рамках всего создаваемого мелиоративного комплекса.

Так, например, реализация блока «Формирование исходных данных» формально требует только знания значений максимальных расходов, которые должно обеспечить проектируемое водозаборное сооружение. На самом же деле, получение этих значений требует: анализа всех возможных вариантов режимов забора воды водопользователями в течение всего оросительного периода, учета возможных потерь воды при ее транспортировке, соблюдения возможных ограничений режимов ее забора и т. п. Очевидно, что решение этих задач является отдельно взятой самостоятельной задачей (тоже не тривиальной!), которая должна решаться в составе программного комплекса «Водопользование». То есть этот комплекс, решая свои собственные задачи, должен в рамках системного подхода к проблемам создания «цифровой» мелиорации предусматривать формирование исходных данных для других участников мелиоративного комплекса (блоки «Данные № 1», ..., «Данные № n »). В том числе и для задач проектирования и эксплуатации водозаборных сооружений.

Аналогичным образом обстоит дело и с реализацией блока «Выбор типовых проектных решений». Она предполагает использование электронных баз данных, содержащих сведения по типовым водозаборным сооружениям (блоки «База данных № 1», ..., «База данных № m »). Подготовка этих баз и управление ими является самостоятельной задачей, включающей в себя их создание, наполнение, индексацию, реорганизацию, хранение

ние и т. п. Их решение должно входить в комплекс программ «Управление базами данных» [10]. В рамках же системного подхода в состав этих решений должна входить еще и подготовка данных для других участников мелиоративного комплекса (в т. ч. и занимающихся вопросами проектирования и эксплуатации водозаборных сооружений оросительных систем).

Блок «Привязка к объекту» предназначен для согласования технических и конструктивных характеристик типового сооружения, выбранных из числа имеющихся в базах данных, с конкретными условиями его эксплуатации: отметками местности, источником орошения, геологическими, гидрологическими и другими условиями. Как правило, эти требования приводятся в составе указанных выше типовых проектных решений. В числе одних из самых значимых требований в этом перечне – требования, определяемые режимами и особенностями будущей эксплуатации водозаборного сооружения. Это означает, что при его проектировании должны быть учтены (прямо или косвенно) все возможные режимы работы водораспределительной сети, в которую подает воду данное водозаборное сооружение, ее конструктивные особенности, эксплуатационные ограничения на работу насосно-силового и подпорно-регулирующего оборудования и т. п. То есть в данном случае речь идет об использовании возможностей программного комплекса «Управление водораспределением». Этот комплекс должен обеспечивать как решение специальных задач моделирования и оперативного управления водораспределением на оросительной системе, так и в рамках системного подхода к задачам «цифровой» мелиорации подготовку соответствующих исходных данных для решения смежных задач (и в частности – задач проектирования водозаборных сооружений).

Блок «Расчеты» предназначен для обеспечения инженерно-математической поддержки специальных расчетов, связанных с проектированием конкретного водозаборного сооружения: конструкций, объемов работ, смет и т. п. При этом, как правило, возникает потребность в прове-

дении расчетов, напрямую не связанных с этим сооружением (например, гидравлических расчетов сети, размеров каналов, длины и диаметров трубопроводов и т. п.). То есть в данном случае речь идет об общеинженерных расчетах, которые выполняются специалистами разных направлений по одним и тем же методикам и алгоритмам. Очевидно, что отдельная разработка таких «программ-калькуляторов» каждым из специалистов видится нецелесообразной (да и излишне затратной). В рамках же системного подхода к вопросам «цифровой» мелиорации, по-видимому, целесообразно иметь единый банк таких программ, информационно и методически совместимый со всеми разрабатываемыми в отрасли программными комплексами.

Блок «Документы» является неотъемлемой частью практически любого инженерно-технического продукта, поскольку именно он определяет конечный итог его работы. В его функции входит работа с текстовыми документами, таблицами, чертежами и др. (в т. ч. хранящимися в электронном виде). В соответствии с этим он должен обеспечивать:

- формирование структуры выходного документа в соответствии с его установленной формой и требованиями;
- подготовку и редактирование исходных данных, используемых в исходном выходном документе;
- формирование и печать выходных документов в соответствии с их установленными формами и требованиями к ним.

В дальнейшем в рамках реализации системного подхода к «цифровой» мелиорации эти документы могут передаваться другим службам проектирования оросительной системы, службам их последующей эксплуатации, службам мониторинга и контроля и т. п. (в т. ч. в электронном виде).

Кроме решения специальных задач, входящих в блок «Разработка проекта водозаборного сооружения», структура программного комплекса включила в себя еще целый ряд дополнительных блоков, направленных как на выполнение этих задач, так и на решение общесистемных задач функци-

онирования комплекса в окружающей информационно-технологической среде.

Блок «Словари и справочники» должен обеспечивать возможность работы исходной программы с различного рода справочными данными, содержащими сведения нормативно-правового, научно-технического, методического и другого характера (например, «Справочник по нормативно-правовым документам», «Справочник по материалам», «Справочник по трубам» и т. п.). При этом это могут быть как справочники, строго ориентированные на решение задач проектирования водозаборных сооружений, так и те, которые используются всеми участниками мелиоративного комплекса. Очевидно, что системный подход к «цифровой» мелиорации в этом случае должен быть направлен на обеспечение единых процедур поиска информации, ее выборки, отображения, сохранения, печати и т. п.

Блок «Архив» предназначен для временного и долгосрочного хранения результатов работы программного комплекса, а также обновления и наполнения его баз новыми данными, получаемыми по результатам работы с ним. В соответствии с этим данный блок должен обеспечивать хранение «привязанных» к новым объектам по результатам его работы сведений, их оперативный поиск, выборку, просмотр, редактирование и т. п. Идентификация этих данных может вестись по датам архивирования, присвоенным версиям, комментариям и т. п. В рамках системного подхода к «цифровой» мелиорации блок должен дополнительно предусматривать передачу данных другим программным комплексам по заранее установленным протоколам и в соответствии со структурой данных этих комплексов.

Блок «Файлы» предназначен для обеспечения работы программного комплекса в используемом им файловом пространстве. В соответствии с этим он должен обеспечивать поиск необходимых для его работы файлов, их хранение, размещение, сохранение и т. п. Очевидно, что в рамках системного подхода его работа должна быть идентична работе аналогич-

ных блоков других участников, входящих в структуру информационно-технологического обеспечения «цифровой» мелиорации.

Блок «Помощь» предназначен для обеспечения пользователей сведениями о работе с программным комплексом, используемыми данными, терминами, инструкциями по эксплуатации и т. п. Системный подход к его разработке должен быть направлен на согласование работы всех специалистов, занимающихся вопросами проектирования и эксплуатации мелиоративных систем и их элементов, обеспечение взаимопонимания между ними, обеспечение широкого доступа к имеющейся документации и данным.

В заключение отметим, что в рамках реализации системного подхода к созданию средств информационно-технологической поддержки «цифровой» мелиорации немаловажным фактором является единство их программных интерфейсов. Они должны обеспечивать согласование работы используемых программ с имеющимися системными и техническими ресурсами, управление размещением ее элементов на дисковом пространстве компьютера, информационное взаимодействие с другими ресурсами программного комплекса и т. д.

Выводы. Анализ приведенных исследований показал, что разработка средств «цифровой» мелиорации должна вестись не только путем «оцифровки» ранее используемых задач и технологий, но и путем широкого привлечения других, как уже разработанных, так и вновь создаваемых информационно-технологических ресурсов. Это требует анализа всех имеющихся в отрасли наработок, их систематизации, приведения к единым информационным форматам. Одновременно с этим должна решаться задача создания новых информационно-технологических средств, ориентированных на их системное применение и использование.

Приведенная в статье структура программного комплекса, обеспечивающего системный подход к использованию средств информационно-технологической поддержки проектирования водозаборных оросительных

систем, легла в основу программного обеспечения для их расчета и подбора. Его применение должно обеспечить автоматизацию процессов расчета и подбора водозаборных сооружений, сократить сроки проектирования, снизить затраты на проектные работы.

Данная структура, а также сформулированные к ее блокам требования могут быть использованы в качестве методической основы для разработки других аналогичных программных комплексов, реализуемых в рамках решения задач «цифровой» мелиорации.

Представленные в статье материалы могут быть использованы Минсельхозом России, органами местного самоуправления, ФГБУ по мелиорации земель, подведомственными Минсельхозу России, научными, проектными и эксплуатационными организациями.

Список использованных источников

- 1 Светлов, Н. М. Информационные технологии управления проектами / Н. М. Светлов, Г. Н. Светлова. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 232 с.
- 2 Напрасников, А. Т. Геоинформационная и цифровая мелиорация: методический аспект / А. Т. Напрасников // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 7. – С. 209–214.
- 3 Юрченко, И. Ф. Информационные системы управления водохозяйственным мелиоративным комплексом / И. Ф. Юрченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1. – С. 12–15.
- 4 Васильев, С. М. Стратегические направления развития мелиоративного сектора в АПК / С. М. Васильев // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Барнаул, 27–28 февр. 2017 г. – Новосибирск: СФНЦ РАН, 2017. – Т. 2. – С. 167–169.
- 5 Quinn, N. W. T. Environmental decision support system development for seasonal wetland salt management in a river basin subjected to water quality regulation / N. W. T. Quinn // Agricultural Water Management. – 2009, Febr. – Vol. 96, iss. 2. – P. 247–254.
- 6 Laycock, A. Irrigation Systems: Design, Planning and Construction / A. Laycock. – Wallingford, 2007. – 320 p.
- 7 Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, А. С. Штанько, С. Л. Жук; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 171 с. – Деп. в ВИНТИ 14.04.14, № 96-B2014.
- 8 Коржов, В. И. Информационно-технологическое обеспечение водопользования на оросительных системах: монография / В. И. Коржов. – Ростов н/Д.: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2006. – 128 с.
- 9 Юрченко, И. Ф. Системы поддержки принятия решений как фактор повышения эффективности управления мелиорацией / И. Ф. Юрченко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 2(26). – С. 195–209. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec490-field6.pdf.

10 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 [Электронный ресурс]. – 2019. – № 2(34). – С. 121–136. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec606-field6.pdf. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-121-136.

11 Васильев, В. В. Применение метода динамического программирования для решения задачи управления процессом забора оросительной воды / В. В. Васильев, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 4(12). – С. 43–54. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec209-field6.pdf.

12 Щедрин, В. Н. Совершенствование конструкций открытых оросительных систем и управления водораспределением / В. Н. Щедрин. – М.: Мелиорация и вод. хозяйство, 1998. – 160 с.

References

1 Svetlov N.M., Svetlova G.N., 2012. *Informatsionnye tekhnologii upravleniya proektami* [Project Management Information Technologies]. Moscow, INFRA-M Publ., 232 p. (In Russian).

2 Naprasnikov A.T., 2018. *Geoinformatsionnaya i tsifrovaya melioratsiya: metodicheskiy aspekt* [Geoinformation and digital reclamation: methodological aspect]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], no. 7, pp. 209-214. (In Russian).

3 Yurchenko I.F., 2016. *Informatsionnye sistemy upravleniya vodokhozyaystvennym meliorativnym kompleksom* [Information systems of managing water economy reclamation complex]. *Vestnik rossiyskiy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Russian Agricultural Sciences Bulletin], no. 1, pp. 12-15. (In Russian).

4 Vasil'ev S.M., 2017. *Strategicheskie napravleniya razvitiya meliorativnogo sektora v APK* [Strategic directions for development of reclamation sector in the agricultural industrial complex]. *Strategicheskie napravleniya razvitiya APK stran SNG: materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Barnaul* [Strategic Directions of Development of Agricultural Industrial Complex of the CIS countries: Proc. of the XVI International Scientific-Practical Conference, Barnaul]. Novosibirsk, SFSC RAS Publ., vol. 2, pp. 167-169. (In Russian).

5 Quinn N.W.T., 2009. Environmental decision support system development for seasonal wetland salt management in a river basin finally to water quality regulation. *Agricultural Water Management*, Febr., vol. 96, iss. 2, pp. 247-254.

6 Laycock A., 2007. *Irrigation Systems: Design, Planning and Construction*. Wallingford, 320 p.

7 Shchedrin V.N., Vasil'ev S.M., Slabunov V.V., Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Shtan'ko A.S., Zhuck S.L., 2014. *Pravila ekspluatatsii meliorativnykh sistem i otdel'no raspolozhennykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Rules for reclamation systems and separately located hydraulic structures exploitation]. Novocherkassk, 171 p., deposited in VINITI 04.14.14, no. 96-V2014. (In Russian).

8 Korzhov V.I., 2006. *Informatsionno-tekhnologicheskoe obespechenie vodopol'zovaniya na orositel'nykh sistemakh: monografiya* [Information and technological support of water use on irrigation systems: monograph]. Rostov-on-Don, "Bull. of Universities North Caucasus region" Publ., 128 p. (In Russian).

9 Yurchenko I.F., 2017. [Decision support system as a factor for improving reclamation management efficiency]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(26), pp. 195-209, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec490-field6.pdf. (In Russian).

10 Shchedrin V.N., Korzhov V.I., Belousov A.A., Shevchenko A.V., Matvienko T.V., Belousov A.B., 2019. [On the issue of creating electronic databases of typical design solutions for reclamation systems and structures]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(34), pp. 121-136, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec606-field6.pdf, DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-121-136. (In Russian).

11 Vasil'ev V.V., Domashenko Yu.E., Vasil'ev S.M., 2013. [Application of the dynamic programming method to solve the problem of controlling the process of irrigation water intake]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(12), pp. 43-54, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec209-field6.pdf. (In Russian).

12 Schedrin V.N., 1998. *Sovershenstvovanie konstruksiy otkrytykh orositel'nykh sistem i upravleniya vodoraspredeleniem* [Improving the design of open irrigation systems and water distribution management]. Moscow, Irrigation and Water Industry Publ., 160 p. (In Russian).

Щедрин Вячеслав Николаевич

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: академик РАН, профессор

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Shchedrin Vyacheslav Nikolaevich

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Коржов Виктор Иванович

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный специалист

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Korzhov Victor Ivanovich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Professor

Position: Chief Specialist

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Белоусов Андрей Андреевич

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Belousov Andrey Andreevich

Position: Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Белоусов Антон Борисович

Должность: аспирант

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: korjovatatyana@ya.ru

Belousov Anton Borisovich

Position: Postgraduate Student

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: korjovatatyana@ya.ru

Герасименко Мария Владимировна

Должность: аспирант

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: aspnimi2016-6@mail.ru

Gerasimenko Mariya Vladimirovna

Position: Postgraduate Student

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: aspnimi2016-6@mail.ru

Клевцова Виолетта Константиновна

Должность: аспирант

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: aspnimi2016-6@mail.ru

Klevtsova Violetta Konstantinovna

Position: Postgraduate Student

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: aspnimi2016-6@mail.ru