

УДК 556.06: 631.6.02

ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

© 2016 г. И.Ф. Юрченко

ФГНБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», Москва, Россия

Ключевые слова: водосбережение, мелиоративный водохозяйственный комплекс, управление технической эксплуатацией мелиоративных систем, водоотведение, информационные технологии.



И.Ф. Юрченко

Представлена разработанная компьютерная технология планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса по результатам анализа многовариантного распределения ограниченных инвестиций. Актуальность исследований обусловлена потребностью сферы водопользования в совершенствовании методических, технологических и организационных подходов к организации хозяйственной деятельности в условиях возрастающих требований к водосбережению и оптимизации землепользования мелиорируемых агроландшафтов. С целью повышения информационной поддержки и качества принимаемых решений при определении профилактических работ, обеспечивающих снижение потребления воды на орошение, разработана компьютерная технология планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем. Предложена система показателей и их критериальных значений для включения мелиоративных систем в перечень первоочередных объектов, нуждающихся в текущем или капитальном ремонте, реконструкции, базирующаяся на величине отклонений фактических значений водоподачи (водоотведения) брутто и коэффициента использования оросительной воды от условно-нормативных значений. Представлены модели и алгоритм оптимизации планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса. Выполнена опытно-производственная проверка программного комплекса технологии для объектов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Новизну исследований определяют процедуры методологии создания компьютерной технологии управления, ориентированной на формирование моделей с функциями информационной и технологической поддержки управленческих решений планирования мероприятий технической эксплуатации, обеспечивающих их высокое качество уже на стадии принятия.

Эффективность управления эксплуатацией мелиоративного водохозяйственного комплекса в части экономии и рационального использования важнейших природных ресурсов – земли и воды – в значительной мере определяется мероприятиями повышения функциональной возможности, безопасности и надежности мелиоративных систем, регламентирующими выбор первоочередных объектов текущих и капитальных ремонтов и/или реконструкции.

Компьютерные технологии существенно меняют организацию анализа мелиоративной деятельности за счет применения количественных методов оценки влияния последствий управленческих решений на изменение природных и социально-экономических процессов сельскохозяйственного производства. В условиях все возрастающих требований к водосбережению и оптимизации землепользования мелиорируемых агроландшафтов, а также к охране водных объектов актуальность использования таких методов чрезвычайно высока.

С целью повышения информационной поддержки и эффективности принимаемых при определении профилактических работ для мелиоративных систем решений, обеспечивающих снижение непродуктивного потребления воды на орошение, в ФГБНУ «ВНИИГиМ» разработана компьютерная технология планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса по результатам анализа многовариантного распределения ограниченных инвестиций.

Функциональные возможности технологии поддержки решений при формировании рационального комплекса мероприятий повышения производительности, водосбережения, безопасности и надежности эксплуатируемых мелиоративных систем позволяют:

- выполнять разработку альтернативных вариантов для планирования бюджетного финансирования технической эксплуатации объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса;
- осуществлять по результатам решения задачи оптимизации поиск эффективного варианта плана бюджетного финансирования на федеральном и региональном уровнях;
- автоматизировать процедуры планирования годовых профилактических эксплуатационных мероприятий повышения безопасности и надежности оросительных систем;
- выполнять анализ и оценку технического состояния оросительных систем, структуры и стоимости фондов мелиоративного водохозяйственного комплекса;
- готовить обосновывающие материалы для разработки бюджетного финансирования планово-профилактических мероприятий повышения безопасности и надежности эксплуатации мелиоративных систем;

- формировать информацию о потребности в финансировании планово-предупредительных мероприятий для мелиоративного водохозяйственного комплекса, дифференцированную по регионам, видам работ и объектам;
- осуществлять непрерывное обучение персонала для решения задач повышения безопасности и надежности мелиоративных систем.

Программное обеспечение технологии предоставляет широкий спектр услуг по сбору, хранению и обработке исходной информации о техническом состоянии мелиоративных систем и их надежности, а также по подготовке отчетных документов путем объединения материалов из различных таблиц и форм исходной, промежуточной и результирующей информации в одном документе.

Создание автоматизированной технологии планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем базируется на положениях литературных, фондовых и нормативно-правовых материалов по вопросам разработки, внедрения, использования информационных систем управления и результатах собственных исследований автора в области информатизации мелиоративной деятельности [1–20].

Новизну исследований определяют процедуры методологии создания компьютерной технологии управления, ориентированной на формирование моделей с функциями информационной и технологической поддержки управленческих решений планирования мероприятий технической эксплуатации, обеспечивающих их высокое качество уже на стадии принятия.

Структура программного комплекса технологии планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем (рис. 1) состоит из следующих функциональных блоков:

- ввода, хранения, просмотра и выдачи исходной информации и выходных отчетов;
- ведения мониторинга технического состояния мелиоративных систем и определения потребности в планово-предупредительных мероприятиях для повышения их надежности;
- подготовки фрагментов решений по выбору первоочередных объектов, включающих процедуры обоснования управляющих воздействий и оптимизации распределения инвестиций при проведении планово-предупредительных работ.

В качестве базовых показателей работоспособности, надежности и безопасности функционирующих мелиоративных систем приняты:

- отклонение фактической водоподачи (водоотведения) брутто (P_o) от условно-нормативной ($P_{но}$) – ΔP_o , %;
- отклонение фактического коэффициента использования оросительной воды ($\eta_{фкиов}$) от условно-нормативной величины ($\eta_{нкиов}$) – $\Delta \eta_{фкиов}$, %.

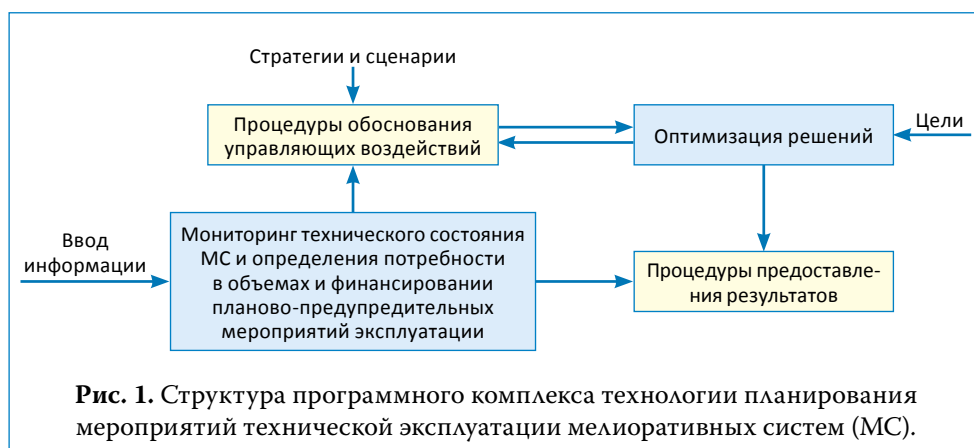


Рис. 1. Структура программного комплекса технологии планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем (МС).

Критериальные (пороговые) количественные значения показателей для включения мелиоративной системы в перечень потенциально опасных, нуждающихся в плано-предупредительных мероприятиях – текущем и капитальном ремонте, реконструкции – назначаются экспертным путем лицом, принимающим решение (ЛПР), с учетом социальных и эколого-экономических требований к формированию природно-ресурсного потенциала агроландшафта.

Первичная фактографическая информация, необходимая для функционирования компьютерной технологии планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем (далее технология), учитывается на уровне федеральных государственных бюджетных учреждений (ФГБУ) и/или специализированных эксплуатационных организаций федеральных округов. Данные, полученные от ФГБУ или специализированных эксплуатационных организаций федеральных округов по сети Internet или на любом типе носителя данных для ПЭВМ, трансформируются в базу данных технологии.

При формировании архитектуры программного комплекса и организации поступления первичной исходной информации потребовалось решить вопросы, связанные с доступностью данных и трудоемкостью их ввода в базу данных технологии. В связи с этим было принято решение максимально использовать базу по ведению паспортов мелиоративных систем и гидротехнических сооружений (ГТС), данные которой и макет форм для их предоставления регламентированы Департаментом мелиорации Минсельхоза России. Указанные формы были дополнены приложением, включающим новые показатели, необходимые для автоматизированного планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративных систем, которое заполняется согласно специально разработанной в составе НИР инструкции.

В функциональном блоке мониторинга технического состояния выполняется расчет показателей надежности и безопасности мелиоративных систем; определяется потребность в планово-предупредительных мероприятиях по каждому объекту и осуществляется свод результирующих данных по административно-территориальному и объектному признакам; обеспечивается просмотр и распечатка информации.

Результирующие данные мониторинга, классифицированные по административно-территориальному признаку, содержат сведения о мелиоративных системах в разрезе страны и федерального округа, а также республики, области, специализированной эксплуатационной организации. Учет технического состояния мелиоративных систем по объектному признаку предусматривает свод данных по типам систем (осушительные системы, оросительные, водохозяйственные системы комплексного назначения) в целом для административно-территориальной единицы округа (ФГБУ, специализированной эксплуатационной организации).

Оптимизация решений по планированию мероприятий повышения эффективности использования оросительной воды, безопасности и надежности мелиоративных систем осуществляется на двух уровнях управленческой деятельности:

- федеральном, где распределяются инвестиции на планово-предупредительные мероприятия между ФГБУ, федеральными государственными учреждениями по эксплуатации каналов и гидроузлов межрегионального значения;

- региональном, обеспечивающем распределение выделенных ФГБУ средств федеральным государственным учреждениям по эксплуатации каналов и гидроузлов межрегионального значения, по конкретным мелиоративным системам.

Распределение инвестиций между субъектами Федерации выполняется пропорционально специально введенному критерию «ценности j бюджетополучателя / субъекта Федерации» – ЦБ $_j$, который определяется в зависимости от перечня показателей, формируемого ЛПР.

Базируясь на существующем порядке распределения средств на планово-предупредительные мероприятия между субъектами Федерации и руководствуясь соображениями доступности получения информации, в перечень включены:

- объем орошаемых и осушаемых земель, обслуживаемых мелиоративными системами федеральной собственности в регионе (S_j);

- балансовая стоимость государственных мелиоративных систем (магистральных каналов и трубопроводов, насосных станций, ГТС) региона (B_j);

- показатель технического состояния мелиоративных фондов, находящихся в федеральной собственности (T_j).

Каждому i показателю приписываются количественные веса b_{ij} , характеризующие сравнительную важность показателя для j бюджетополучателя.

Каждому j бюджетополучателю даются числовые (балльные) оценки (коэффициенты значимости параметров) для каждого i показателя a_{ji}

$$\text{ЦБ}_j = \sum_i^I (b_{ij} \cdot a_{ji}), \quad (1)$$

где i – индекс показателя, $i=1, \dots, I$, I – количество показателей, определяющих приоритет субъекта Федерации при обеспечении бюджетным финансированием ремонтно-эксплуатационных работ, $I = 3$;

j – индекс бюджетополучателя, $j=1, \dots, J$, J – количество бюджетополучателей.

Целочисленные значения коэффициентов значимости показателей (размера площади b_1 , балансовой стоимости системы b_2 , показателя технического состояния b_3) изменяются от 1 до 10 и вводятся для каждого региона в соответствии с предпочтениями пользователя.

Количественные значения весов показателей определяются путем нормирования площадей систем региона S_j , их балансовой стоимости B_j и показателя технического состояния T_j . Нормирование выполняется по следующему алгоритму:

$$a_{1j} = S_j / \sum_{j=1}^J S_j; \quad S_j = \sum_{n=1}^N S_{nj}; \quad (2)$$

$$a_{1j} = S_j(1+S_0/W) / \sum_{j=1}^J S_j \text{ (для оросительных систем)}, \quad (3)$$

$$a_{2j} = B_j / \sum_{j=1}^J B_j; \quad B_j = \sum_{n=1}^N B_{nj}; \quad (4)$$

$$a_{3j} = (1-T_j); \quad (5)$$

$$T_j = O_j / B_j; \quad O_j = \sum_{n=1}^N O_{nj}, \quad (6)$$

где N – количество систем в регионе (для осушительных систем);

S_0 – площадь фактически политых земель;

W – годовой объем водозабора (при $W=0$ $V=S_0/W=0$);

O_j – остаточная балансовая стоимость систем региона.

Для оросительных систем объем планируемого финансирования ремонтно-эксплуатационных работ j бюджетополучателя (КБ $_j$) равен

$$\text{КБ}_j = (K / \sum_{j=1}^J \text{ЦБ}_j) \cdot \text{ЦБ}_j; \quad \text{КБ}_j < K_j^{\text{треб}}, \quad (7)$$

где K – объем бюджетного финансирования ремонтно-эксплуатационных работ оросительных систем;

$K_j^{\text{треб}}$ – объем финансирования ремонтно-эксплуатационных работ, требующийся j бюджетополучателю.

Распределение выделенных бюджетных средств на финансирование ремонтно-эксплуатационных мероприятий по мелиоративным системам региона, представляющего зону деятельности ФГБУ, осуществляется в два этапа. На первом определяется доля средств на содержание и ремонт так называемых пассивных фондов мелиоративной системы, не зависящая от объема поданной воды и определяющая «жизнеспособность» объекта. По экспертным оценкам эти затраты должны составлять не менее 60 % от общего объема финансирования, что и было принято при реализации алгоритма, т. е. $KП = 0,6 КБ$ ($KП$ и $КБ$ – объемы бюджетного финансирования, выделяемого ФГБУ на содержание пассивных фондов и ремонтно-эксплуатационные работы по ФГБУ, соответственно).

Для распределения бюджетного финансирования пассивных фондов субъекта Федерации по системам формируется перечень показателей, определяющих приоритет системы. В перечень включены: балансовая (B_i) и остаточная (O_i) стоимости системы; «ценность» системы (весовой коэффициент) $ЦП_i$, в соответствии с которой распределяются средства, определяется по зависимости

$$ЦП_i = b_{2j} \cdot B_i / \sum_{i=1}^I B_i + b_{3j} \cdot (1 - O_i / B_i), \quad (8)$$

где $i = 1, \dots, I$ – порядковый номер системы, I – количество систем в j регионе.

Целочисленные значения коэффициентов значимости показателей j региона (балансовой стоимости системы b_{2j} и показателя технического состояния b_{3j}) изменяются от 1 до 10 и вводятся пользователем в процессе работы с технологией в соответствии со своими предпочтениями.

Объем планируемого финансирования ремонтно-эксплуатационных работ пассивных фондов i системы ($KП_i$) определяется по зависимости

$$KП_i = (KП / \sum_{i=1}^I ЦП_i) \cdot ЦП_i; \quad KП_i < KП_i^{\text{треб}}, \quad (9)$$

где $KП_i^{\text{треб}}$ – объем финансирования ремонтно-эксплуатационных работ, требующийся для пассивных фондов i системы.

На следующем этапе распределяются средства на содержание активных фондов $КА = 0,4 КБ$. К ним относятся затраты на содержание и ремонт ГТС, гидростов, оградительных дамб и каналов; содержание и ремонт дамб и

каналов, насосных станций и скважин, в т. ч. расходы на электроэнергию и топливо, очистку оросительной и коллекторно-дренажной сети, заготовку аварийного запаса материалов и другие расходы, величина которых прямо или косвенно зависит от объема поданной воды.

Средства на планово-предупредительные мероприятия активных фондов конкретной i системы j региона ($КА_i$) выделяются пропорционально весовому коэффициенту ($ЦА_i$), который определяется по зависимости

$$ЦА_i = b_{1j} \cdot S_i + b_{4j} (B_i - O_i) / \sum_{i=1}^I K_i, \quad (10)$$

где b_{4j} – коэффициент значимости активных фондов для региона, значения целочисленного коэффициента b_{4j} изменяются от 1 до 10;

S_i – площадь системы региона;

B_i – первоначальная балансовая стоимость i системы j региона;

O_i – остаточная балансовая стоимость i системы j региона;

K_i – объем средств, требующийся на планово-предупредительные мероприятия активных фондов i системы j региона.

Объем планируемого финансирования ремонтно-эксплуатационных работ активных фондов i системы ($КА_i$) определяется по зависимости

$$КА_i = (КА / \sum_{i=1}^I ЦА_i) \cdot ЦА_i; \quad КА_i < КА_i^{тр\text{еб}}, \quad (11)$$

где $КА_i^{тр\text{еб}}$ – объем финансирования ремонтно-эксплуатационных работ, требующийся для активных фондов i системы.

Общий объем планируемого финансирования ремонтно-эксплуатационных работ i системы ($КБ_i^{п\text{л}}$), равный сумме объемов финансирования ремонтно-эксплуатационных работ активных ($КА_i$) и пассивных ($КП_i$) фондов должен удовлетворять условиям

$$КБ_i^{п\text{л}} = КП_i + КА_i \leq КБ_i^{тр\text{еб}}; \quad КА + КП \leq КБ. \quad (12)$$

Наряду с запрограммированными процедурами распределения инвестиций, предоставляющими пользователю фрагменты готовых решений о потребности объектов в планово-предупредительных мероприятиях по результатам решения оптимизационной задачи, технология позволяет выбрать управляющие воздействия, обеспечивающие решения в соответствии с предпочтениями пользователя. При этом функциональный блок технологии обеспечивает:

– ввод, просмотр, корректировку и распечатку данных (коэффициентов), которые характеризуют сравнительную значимость принятых показателей, формирующих «ценность» конкретного бюджетополучателя или

мелиоративной системы, в соответствии с которой распределяются бюджетные средства на проведение планово-предупредительных работ;

– ввод и корректировку оперативных данных по региональному и объектному распределению средств на проведение планово-предупредительных работ.

Отладка программного комплекса для принятия управленческих решений по обеспечению надежности мелиоративных систем выполнялась по данным, полученным от ФГБУ, дифференцированным по принадлежности мелиоративной системы к федеральным округам, субъектам Федерации или специализированным эксплуатационным организациям конкретного федерального округа. Всего получено данных от 20 ФГБУ, находящихся в Кабардино-Балкарии, Мордовии, Чеченской и Чувашской республиках, Красноярском крае и 15 областях: Белгородской, Воронежской, Ивановской, Смоленской, Новгородской, Астраханской, Волгоградской, Нижегородской, Пензенской, Самарской, Ульяновской, Иркутской, Кемеровской, Томской и Магаданской.

Программное обеспечение технологии не требует от пользователя специальной подготовки и высокого уровня компьютерной грамотности, включает «дружественный» интерфейс, обеспечивает широкий диалог «компьютер–пользователь» при помощи меню и подсказок. Система максимально самодокументирована, содержит описания и сообщения, выполняющие роль руководства для пользователя в процессе решения задач (рис. 2).

Опытно-производственная проверка программного комплекса для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности мелиоративных объектов выполнялась в ОАО «Севкавгипроводхоз» для объектов Южного (ЮФО) и Северо-Кавказского (СКФО) федеральных округов и показала целесообразность его использования в производственных условиях при подготовке обосновывающих материалов и планировании бюджетного финансирования планово-профилактических мероприятий технической эксплуатации мелиоративных объектов.

Технико-экономические показатели внедрения технологии в практику службы эксплуатации определили:

– повышение коэффициента полезного использования воды за счет снижения объемов водозабора при оптимизации управленческих решений от 10 до 15 %, что составляет от 1663,2 до 2494,8 млн м³ в целом по ЮФО и СКФО;

– рост величины предотвращенного ущерба до 15 % или до 28,68 млрд руб. в целом по ЮФО и СКФО.

– повышение уровня автоматизации труда на 20 %;

– рост производительности труда на 30 %.

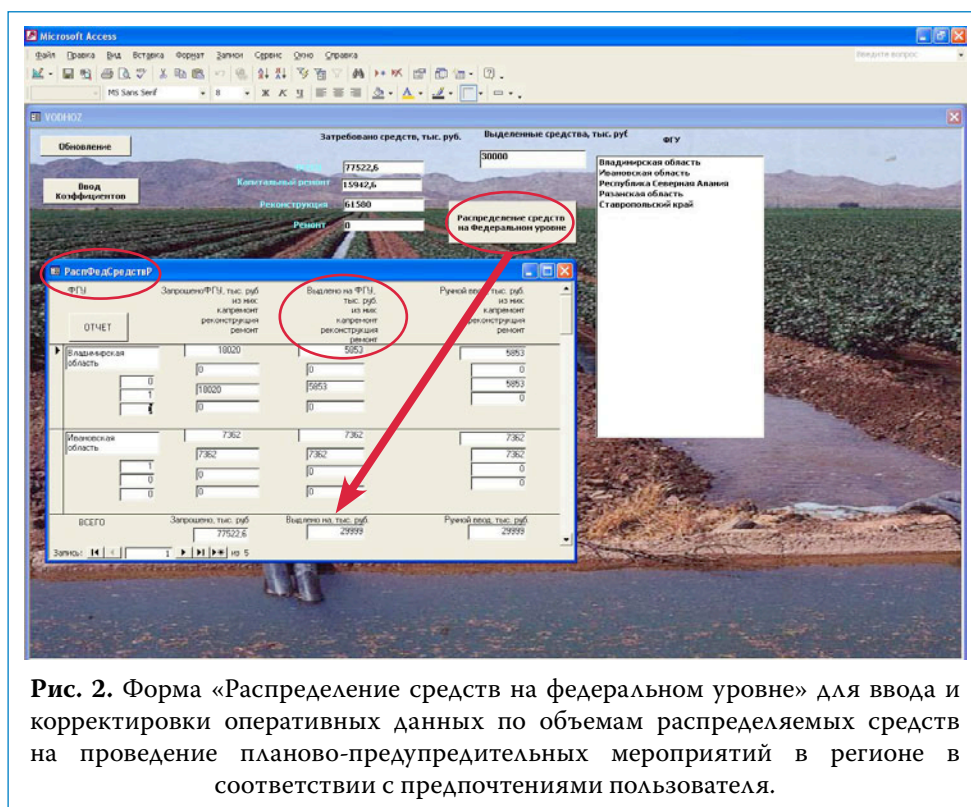


Рис. 2. Форма «Распределение средств на федеральном уровне» для ввода и корректировки оперативных данных по объемам распределяемых средств на проведение плано-предупредительных мероприятий в регионе в соответствии с предпочтениями пользователя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследований выполнен анализ существующих подходов к решению планирования мероприятий технической эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса и сложившихся направлений автоматизированного управления, дана оценка перспектив развития информационных технологий в практике мирового и отечественного менеджмента.

По результатам проведенных исследований разработана компьютерная технология поддержки управленческих решений на федеральном и региональном уровнях управления технической эксплуатацией мелиоративного водохозяйственного комплекса. Технология объединяет подсистемы: мониторинга показателей и расчета критериев оценки технического состояния объектов; обоснования процедур управляющих воздействий; оптимизации управленческих решений и предоставления результатов.

Использование в практике эксплуатации мелиоративных систем компьютерной технологии планирования мероприятий технической эксплуатации, обеспечивающей экономию оросительной воды, позволит:

– осуществлять в условиях ограниченных инвестиций разработку эффективного варианта бюджетного финансирования планово-предупредительных мероприятий, максимально снижающих непродуктивные потери воды, уровень риска аварийных ситуаций и величину материального ущерба от последствий аварий ГТС;

– обеспечить формирование единого информационного, организационного и технического пространства для реализации государственной политики в области безопасности мелиоративных систем, находящихся в ведении Министерства сельского хозяйства Российской Федерации;

– повысить эффективность формирования стратегических целей и решения тактических задач управления эксплуатацией в области мелиорации;

– поднять уровень информационного обеспечения специалистов сферы мелиорации при решении вопросов эксплуатации, ремонта и реконструкции потенциально опасных объектов и, как следствие, качество управленческих решений.

Технология предназначена для применения в соответствующих органах Минсельхоза России, ФГБУ или специализированных эксплуатационных организациях:

– при контроле, анализе и оценке технического состояния мелиоративных систем; структуры и стоимости фондов объектов; экологических показателей, показателей надежности и безопасности мелиорируемых агроландшафтов;

– подготовке обосновывающих материалов бюджетного финансирования планово-профилактических мероприятий повышения функциональных возможностей, безопасности и надежности эксплуатации оросительных систем, обеспечивающих экономию воды;

– при определении перечня мелиоративных систем, требующих первоочередного проведения реконструкции, капитального и текущего ремонтов, при разработке планово-предупредительных мероприятий на федеральном и региональном уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черников Б.В. Информационные технологии управления // Аудит. 2016. № 2. С. 408–415.
2. Пранкевич, Д.А. Популярные методы оценки эффективности внедрения ИТ-проектов // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. Сб. тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. для студентов и учащейся молодежи. Томск: изд-во ТПУ, 2016. Т. 1. С. 395–397.
3. Alam Md Mahbulul and Christian Wagner. The Relative Importance of Monetary and Non-Monetary Drivers for Information and Communication Technology Acceptance in Rural Agribusiness // Information Technology for Development. 2016. P. 1–18.

4. *Ferreira, José Orlando, Mário Otávio Batalha and Jean Carlos Domingos.* Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics // *Computers and Electronics in Agriculture.* 126. 2016. P. 1–11.
5. *Юрченко И.Ф.* Информационные системы управления водохозяйственным мелиоративным комплексом // *Вестник российской сельскохоз. науки.* 2016. № 1. С. 12–15.
6. *Васильев В.В., Шавлинский О.А.* Оптимизация использования ресурсов при эксплуатации мелиоративных систем // *Вестник Белорусской государств. сельскохоз. академии.* 2015. № 3. С. 151–158.
7. *Сафронова Т.И., Хаджиди А.Е., Холод Е.В.* Обоснование метода управления агроресурсным потенциалом агроландшафтов // *Совр. проблемы науки и образования.* 2015. № 2. С. 106–112.
8. *Rivard S., Aubert B.A.* *Information Technology Outsourcing* zanne. Routledge, 2015. 336 p.
9. *Tarafdar M. D'Arcy J., Turel O. Gupta A.* The Dark Side of Information Technology // *Mit Sloan Manage Rev.* 2015. 56(2). P. 61–70.
10. *Hashim J.* Information Communication Technology (ICT) Adoption Among SME Owners in Malaysia // *IJBI (International Journal of Business and Information).* 2007. Vol. 2. No 2. P. 221–240.
11. *Юрченко И.Ф., Трунин В.В.* Система поддержки принятия решений по водораспределению на базе веб-технологий // *Научный журн. рос. НИИ проблем мелиорации.* 2014. № 2 (14). С. 87–97.
12. *Юрченко И.Ф., Носов А.К., Трунин В.В.* Исследование, создание и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиораций // *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ).* 2014. № 4. С. 67–69.
13. *Юрченко И.Ф., Носов А.К.* Оценка рисков мелиоративных инвестиционных проектов // *Мелиорация и водное хозяйство.* 2014. № 2. С. 6–10.
14. *Юрченко И.Ф., Трунин В.В.* Совершенные системы водопользования как фактор сохранения почвенного плодородия и устойчивости сельскохозяйственного производства в орошаемых агроландшафтах // *Агрохим. вест.* 2013. № 1. С. 25–27.
15. *Щедрин В.Н. Васильев С.М., Слабунов В.В.* Основные правила и положения эксплуатации мелиоративных систем и сооружений, проведения водоучета и производства эксплуатационных работ. Новочеркасск: Геликон, 2013. 657 с.
16. *Бандурин М.А.* Совершенствование методов продления жизненного цикла технического состояния длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений // *Инженерный вестник Дона.* 2013. № 2. С. 28–36.
17. *Арефьев Н.В., Венкель К.О., Миршель В., Баденко В.А., Терлеев В.В., Волкова Ю.В.* Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // *сб. Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата.* Тр. АФИ. 2012. С. 468–472.
18. *Ананьев М.А, Ухтинская Ю.В.* Применение информационных технологий в АПК // *Системное управление.* 2012. Вып. 4(17). С. 1–10. Режим доступа: http://sisupr.mrsu.ru/2012-4/PDF/Ananev_Ukhtinskaya.pdf

19. Государственная программа «Информационное общество на 2011–2020 годы». Утв. Распоряжением Правительства РФ от 20 октября 2010 г. № 1815-р.
20. Блеск и нищета информационных технологий. Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом / пер. с англ. М.: Изд. дом «Секрет фирмы», 2005. 176 с.

Сведения об авторе:

Юрченко Ирина Федоровна, д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», Россия, 127550, Москва, Большая Академическая, 44, корп. 2; e-mail: irina.507@mail.ru