

УДК 626.86

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

А.П. Лихацевич, доктор технических наук
Г.Ю. Левин, и.о. зав. лабораторией
В.Н. Титов, кандидат технических наук
Н.Н. Погодин, кандидат технических наук
Е.А. Лукьянова, старший научный сотрудник
Э.К. Карюхина, научный сотрудник
С.Е. Страхов, младший научный сотрудник
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: мелиоративная система, эффективность, сельскохозяйственное использование, мелиорированные земли, техническое обслуживание, технический уход, ремонтно-эксплуатационные работы, очередность проведения ремонтов

Введение

Существующая система оценки эффективности проектов мелиорации (нового строительства и реконструкции) заключается в определении окупаемости капитальных вложений по результатам заложенного в проекте высокоэффективного сельскохозяйственного использования мелиорированных земель. При этом в расчете окупаемости мелиорации учитываются затраты на последующую эксплуатацию как один из элементов общих затрат в виде осредненных расходов на регламентированное техническое обслуживание. Тем самым эффективность вложений в собственно эксплуатацию считается обеспеченной через заданную проектом результативность сельхозпроизводства. Причем плановые размеры ежегодных инвестиций в эксплуатацию устанавливаются в полном объеме, требуемом для поддержания параметров мелиоративной системы в соответствии с проектом мелиорации, с последующей дифференциацией, учитывающей при эксплуатации затраты на отдельные виды работ по техническому обслуживанию, определяемые по данным инвентаризаций и обследований.

Вместе с тем, в современных условиях заложенная в проектах нормативная окупаемость эксплуатации не всегда обеспечивается по причине недостаточно эффективной работы некоторых землепользователей. Как указывалось, в проектах обосновываются плановые показатели землепользования, при которых обеспечивается заданная нормативная окупаемость расходуемых на мелиорацию средств. Если результат работы землепользователя хуже заданного в проекте, то соответствующим образом ухудшаются показатели эффективности мелиорации, которая с какого-то уровня продуктивности ме-

лирированных земель может стать убыточной. Следовательно, для обеспечения гарантированной окупаемости затрат на мелиорацию появляется необходимость установления экономически обоснованной эксплуатации, допускающей различную интенсивность технического обслуживания мелиоративных систем (МС) при разной эффективности использования мелиорированных земель.

Решение проблемы повышения эффективности, зависящей не только от технического состояния всего мелиоративного комплекса или конкретной мелиоративной системы, но и от достигнутой продуктивности мелиорированных земель, связано с согласованностью взаимодействия двух смежных отраслевых структур: инженерно-технической, осуществляющей техническую эксплуатацию мелиоративных систем с целью обеспечения на них условий для высокоинтенсивного сельскохозяйственного производства, и аграрной, непосредственно занимающейся этим производством на мелиорированных землях. Этот вывод очевиден, поскольку регулируемый фактор плодородия мелиорированных почв – их водный режим и его колебания в течение года – определяются конструкцией и техническим состоянием мелиоративной системы, которые задаются в проектах, должны поддерживаться при эксплуатации и рассчитаны под определенное направление, структуру и уровень сельскохозяйственного использования.

Таким образом, максимальное повышение эффективности мелиорации возможно только при адаптивной стратегии эксплуатации мелиоративных систем, которая предполагает согласование перечня выполняемых ремонтно-эксплуатационных работ с достигнутой землепользователем продуктивностью мелиорированных земель [1]. Не случайно «Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений», утвержденные Советом Министров Республики Беларусь в 2009 г., законодательно закрепляют положение (гл. 2, п. 9) о выборе объектов ремонта мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений с учетом эффективности использования мелиорированных земель [2]. Причем в гл. 15 (п. 60) Правил эксплуатации указано, что организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем имеют право устанавливать по согласованию с местными исполнительными и распорядительными органами ограничения объемов оказываемых услуг по техническому обслуживанию и регулированию водного режима почв на мелиоративных системах. Тем самым законодательно подтверждено, что уточнение, согласование и утверждение (с участием субъектов мелиоративного комплекса, местных исполнительных и распорядительных органов) перечня выполняемых работ по техническому обслуживанию мелиоративных систем, включая и регулирование водного режима почв, проводится в соответствии с достигнутой продуктивностью мелиорированных земель. Целью этой процедуры является обеспечение окупаемости инвестиций в ремонтно-эксплуатационные работы через достижение баланса между затратами на мелиорацию, достигнутой продуктивно-

стью (выручкой от реализации продукции) и прибылью, полученной с мелиорированных земель.

Методы и объекты исследований

Для достижения максимальной эффективности эксплуатации, помимо определения целесообразного (экономически обоснованного) перечня ремонтно-эксплуатационных работ, требует обоснования очередность их выполнения по элементам мелиоративных систем. В некоторые годы, например в 2007 г., на части мелиоративных объектов выявлены факты неудовлетворительного состояния водного режима (длительных подтоплений и затоплений) на значительных участках после прохождения экстремальных весенних и летне-осенних паводков при вполне удовлетворительном состоянии мелиоративной сети этих участков. Причиной явилась пониженная водопропускная способность и подпор стоку воды расположенными ниже по течению не отремонтированными проводящими каналами и водоприемником, до ремонта которых очередь так и не дошла. Очевидно, что для исключения подобных фактов и снижения ущербов от экстремальных природных явлений необходимо более обоснованно планировать и проводить ремонтно-эксплуатационные работы, включая проведение технического ухода и выполнение ремонтов различной степени сложности.

Для повышения эффективности технического обслуживания мелиоративных систем, начиная от совершенствования организации выполнения всего комплекса работ и заканчивая применением новых или усовершенствованных технологий их производства, в лаборатории эксплуатации РУП «Институт мелиорации» разработаны Методические указания по выполнению комплекса ремонтно-эксплуатационных работ на открытой проводящей и закрытой мелиоративной сети, которые предназначены для использования эксплуатационными и проектными организациями. Помимо инновационных технологий технического обслуживания, они содержат новую методику определения очередности выполнения обследования, технического ухода, планирования и выполнения ремонтов мелиоративных систем. Тем самым в разработанных Методических указаниях в расширенном варианте раскрыт порядок реализации проектной организацией того положения Правил эксплуатации, которое требует в проектной документации по мелиорации земель устанавливать порядок ремонта элементов мелиоративных систем.

Параметры, по которым рассчитывается очередность и производится выбор элементов для ремонта, устанавливаются в соответствии с Правилами эксплуатации в ходе обследования мелиоративных систем и ее элементов. Очередность выполнения операций технического обслуживания основывается на вычисляемых по результатам обследований количественных показателях приоритетности каждого элемента мелиоративной системы с выстраиванием показателей очередности по их численным значениям в убывающем порядке (табл.1).

Таблица 1 – Схема проведения работ по техническому обслуживанию мелиоративной системы

Номер этапа обслуживания	Наименование этапа технического обслуживания	Порядок выполнения	Выполняемые операции	Устанавливаемые показатели по операциям технического обслуживания
1	2	3	4	5
1	Подготовительные работы	1 2 3 4 5	Деление МС на участки технического обслуживания (участки ТО) Определение площадей участков ТО Определение зон влияния участков ТО Определение показателей значимости участков ТО Разработка маршрута проведения обследования по участкам ТО	Границы участков ТО $\sum_{i=1}^n F_i = F$ Z_i $Z_i = Z_i / F$ $z_{i-1} \leq z_i \leq z_{i+1}$
2	Обследование	6	Проведение обследования и инструментальной проверки параметров сети и сооружений; составление дефектных актов, их обработка; разделение выявленных дефектов на устранимые путем технического ухода и требующие ремонта	Результаты инструментальной проверки параметров сети и сооружений; акты обследования, уточнение очередности технического ухода по участкам ТО
3	Технический уход	7	Проведение работ по техническому уходу	Контроль качества работ по техническому уходу
4	Изыскания перед проектированием ремонтов	8	Изыскания, необходимые для проектирования ремонтов	Результаты инструментальной проверки параметров сети и сооружений, материалы изысканий
5	Проектирование ремонтов	9	Разработка проектно-сметной документации	Проектно-сметная документация
6	Планирование очередности ремонтов	10 11 12	Балансовая стоимость j -го сооружения (элемента МС), требующего ремонта Стоимость ремонта j -го сооружения (элемента МС) Определение показателя технического состояния j -го сооружения (элемента МС), требующего ремонта	S_j C_j $c_j = C_j / S_j$

Окончание табл. 1				
1	2	3	4	5
6	Планирование очередности ремонтов	13 14 15	Определение показателя функционального назначения j -го сооружения (элемента МС), требующего ремонта Определение комплексного показателя очередности ремонта j -го сооружения (элемента МС) Определение очередности проведения ремонтов сооружений (элементов МС)	B_j $r_j = z_i \frac{c_j}{B_j}$ $r_{j+1} \leq r_j \geq r_{j-1}$
7	Ремонты	16	Проведение ремонта сооружений (элементов МС) в соответствии с установленной очередностью	Контроль качества ремонтных работ

Обозначения: n – количество участков ТО на мелиоративной системе; F_i – площадь выделенного (i -го) участка ТО, га; F – площадь всей мелиоративной системы (гидротехнического комплекса), га; Z_i – площадь зоны влияния выделенного (i -го) участка ТО, га; Z_i – показатель значимости участка ТО; C_j – стоимость устранения дефектов j -го сооружения (участка канала); S_j – балансовая стоимость j -го сооружения (участка канала); c_j – показатель технического состояния j -го сооружения (участка канала); B_j – показатель функционального назначения j -го сооружения; r_j – комплексный показатель очередности ремонта j -го сооружения.

Схема проведения работ по техническому обслуживанию в общем случае включает (табл.1):

1. Подготовительные работы (разработка маршрута проведения обследования и технического ухода).
2. Обследования с выбором участков под технический уход и ремонт.
3. Проведение технического ухода по установленным маршрутам, за исключением участков ремонта.
4. Предпроектные изыскания на участках, предназначенных для ремонта.
5. Проектирование ремонтов и планирование их очередности по установленным показателям.
6. Проведение ремонтов в очередности, рекомендуемой проектом.

Для реализации стратегии, закрепленной в Правилах эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений (с целью формализации управления эксплуатацией), в Методические указания по выполнению комплекса ремонтно-эксплуатационных работ на открытой проводящей и закрытой мелиоративной сети включен ряд количественных показателей, которые предназначены для использования проектной организацией при разработке раздела «Эксплуатация» в проекте мелиоративной системы. В данном разделе проекта должны быть разработаны маршруты обследований и проведения работ по техническому уходу. При обосновании этих маршрутов в первую очередь устанавливается влияние каждого участка мелиоративной системы на ее общую работоспособность. При определении очередности ремонтов учитываются, кроме того, техническое состояние и функциональное назначение сооружений, требующих ремонта.

Классификация мелиоративных сооружений, учитывающая их значимость в функционировании мелиоративной системы, предложена давно. Например, можно сослаться на А.Н. Костякова, который привел подобное разделение в своем классическом труде «Основы мелиораций». С использованием предложенных А.Н. Костяковым критериев выполнена группировка мелиоративных сооружений по их функциональному назначению.

В *первую группу* (показатель функционального назначения $B=1$) с наиболее высоким уровнем ответственности включаются сооружения, которые построены для защиты от затоплений и для регулируемого сопряжения открытых водотоков при напоре (перепаде уровней), превышающем глубину водотока. К ним относят плотины, дамбы, водосливы, водосбросы, дюкеры, быстротоки, перепады и т.п., а также оборудование и устройства для эффективного управления этими сооружениями.

Вторую группу ($B=2$) составляют сооружения, с помощью которых обеспечивается регулирование водного режима на межхозяйственной части мелиоративной системы, в том числе оборудование и устройства для эффективного управления этими сооружениями, а также переездные сооружения на межхозяйственной сети. К этой группе отно-

сятся межхозяйственные каналы и расположенные на них шлюзы-регуляторы, трубы-регуляторы, мосты, трубы-переезды и др. К этой же группе относят сооружения, обеспечивающие сток поверхностных и грунтовых вод в межхозяйственную сеть (воронки стока, дренажные устья, колонки и колодцы-поглотители, колодцы с регулирующими устройствами и др.), а также все элементы межхозяйственных каналов, включая средства крепления от размыва и деформаций.

Третья группа (B=3) включает сооружения, с помощью которых обеспечивается регулирование водного режима на внутрихозяйственной части мелиоративной системы, в том числе оборудование и устройства для эффективного управления этими сооружениями, а также переездные сооружения на внутрихозяйственной сети. К этой группе относятся внутрихозяйственные каналы и расположенные на них шлюзы-регуляторы, трубы-регуляторы, мосты, трубы-переезды и др. Сюда же относятся сооружения, обеспечивающие сток поверхностных и грунтовых вод во внутрихозяйственные каналы (воронки стока, дренажные устья, колонки и колодцы-поглотители, колодцы с регулирующими устройствами и др.), а также средства крепления внутрихозяйственных каналов от размыва и деформаций.

Четвертая группа (B=4) состоит из сооружений, обеспечивающих прогон скота, переход людей через каналы. Это броды, скотопрогоны, пешеходные мостики.

К *пятой группе (B=5)* относят эксплуатационные и рекреационные сооружения, места экологического обустройства мелиоративных систем, гидрометрические створы, береговую обстановку, реперную сеть, водоемы-копани, пляжи, места для отдыха населения, экологические ниши и др.

Некоторые сооружения мелиоративных систем могут выполнять несколько функций. Например, труба-регулятор может использоваться одновременно для регулирования уровней воды в водотоке и служить переездным сооружением. Водоем-копань может принимать воду с осушаемых полей, т.е. являться регулирующим сооружением для некоторой части мелиоративной системы и одновременно выполнять функцию экологической ниши. Подобные сооружения следует относить к верхней группе их функциональной принадлежности.

Если при обследовании установлено, что следствием дефектов сооружения менее ответственной группы (например, четвертой или пятой) является снижение водопропускной способности канала более высокого уровня ответственности (например, второго), то данному сооружению присваивается номер группы водотока, на пропускную способность которого оно влияет (в данном случае – второй).

Результаты и обсуждение

Для повышения эффективности ремонтно-восстановительных работ необходимо обеспечить контроль не только за фактическим состоянием элементов мелиоративной системы, но и за состоянием водного режима (мелиоративным состоянием) осушенных

земель. Профессиональная комплексная оценка технического состояния элементов мелиоративной системы и водного режима мелиорированных земель позволяет выявить главные признаки, характеризующие фактическое мелиоративное состояние и причины его несоответствия условиям эффективного производства, начиная от возможного несоответствия проектных решений изменившимся природным условиям объекта и завершая возможным неудовлетворительным качеством строительных и ремонтно-эксплуатационных работ.

Ресурсосберегающая стратегия проектирования ремонтно-восстановительных работ основана на максимальном сохранении конструкций элементов мелиоративной системы, продемонстрировавших при эксплуатации высокую надежность. При проведении ремонтно-восстановительных работ кроме планового восстановления в проектных параметрах предусмотрена модернизация: замена неисправных конструкций или их элементов на более современные, надежные, технически совершенные, экономически эффективные. В отдельных случаях рекомендуется адаптировать структуру использования мелиорированных земель к фактически установившемуся водному режиму, не восстанавливая к проектному уровню измененные в процессе эксплуатации параметры элементов мелиоративных систем, показавшие устойчивость к внешним воздействиям (табл.2).

Поскольку адаптивная стратегия эксплуатации мелиоративных систем основывается на согласовании перечня выполняемых ремонтно-эксплуатационных работ с достигнутой продуктивностью мелиорированных земель, предполагается ежегодное уточнение планируемых работ по техническому обслуживанию мелиоративных систем и регулированию водного режима почв на мелиорированных землях каждого землепользователя (табл. 3). Как альтернатива проведению экологически и экономически сбалансированных ремонтно-эксплуатационных работ, в разработанной адаптивной стратегии эксплуатации допускается изменение направлений использования осушенных земель, вплоть до консервации мелиоративной системы или вывода земель из сельскохозяйственного оборота.

Установление баланса между затратами на эксплуатацию и достигнутой продуктивностью мелиорированных земель не означает, что допускаются нарушения водного режима на отдельных участках мелиоративной системы. Задача организаций по строительству и эксплуатации мелиоративных систем состоит в том, чтобы независимо от уровня работы землепользователя обеспечить равнозначное состояние водного режима на всей мелиорированной площади, своевременно устраняя отдельные отклонения (вымочки, переувлажнения и затопления) на участках мелиорированных земель (табл. 4). Баланс между затратами на эксплуатацию мелиоративных систем и пониженной продуктивностью мелиорированных земель (табл. 3) достигается за счет повышения продолжительности сброса избыточных вод с мелиорированных земель (путем снижения расчетной обеспеченности функционирования мелиоративной системы).

Таблица 2 – Стратегия проектирования ремонтно-восстановительных работ на гидромелиоративных системах

Реализованные проектные решения по способам мелиорации	Выявленные главные признаки	Рекомендуемые решения
Соответствуют природным условиям объекта мелиорации	<p>Приобретенные в процессе эксплуатации и длительное время не изменяющиеся, устойчивые к внешним воздействиям формы открытых каналов и водотоков с осушительной способностью, обеспечивающей производительную работу необходимой (под определенное направление использования) сельскохозяйственной техники на прилегающих площадях даже при отсутствии ремонтно-восстановительных работ на мелиоративной сети</p> <p>Неисправности, повлекшие нарушения заданного проектом режима функционирования конструкций</p> <p>Дополнительно к неисправностям несовершенство конструкций</p>	<p>Сохранение устойчивых к внешним воздействиям форм открытых каналов и водотоков, внесение соответствующих корректив в проектные решения с целью адаптации направленных и структуры использованных мелиорированных земель к фактически установившемуся водному режиму</p> <p>Восстановление в проектных параметрах</p> <p>Восстановление с модернизацией.</p>
Не обеспечивают качественного регулирования водного режима почв на отдельных участках мелиорации	Подтопления, затопления либо иссушение почв на отдельных участках объекта мелиорации, локально нарушающие заданный проектом водный режим, при экономически или экологически обоснованной нецелесообразности, либо недостаточности полного восстановления относящихся к ним элементов мелиоративной системы до проектных параметров	Применение дополнительных мероприятий (новые проектные решения, агромелиоративные мероприятия, устройство экологических зон)
Требуют существенной корректировки	Нарушения водного режима на значительной площади при экономически или экологически обоснованной нецелесообразности, либо недостаточности восстановления основных элементов мелиоративной системы до проектных параметров	Реконструкция

Таблица 3 – Стратегия адаптивной эксплуатации гидромелиоративных систем (ГМС)

Продуктивность мелиорированных земель	Перечень требуемых работ (до начала реконструкции или вывода мелиорированных земель из сельхозоборота)	
	Техническое обслуживание	Управление водным режимом
Более 85% от проектной (более 1,1 ц.к.ед./балл пашни)	Проведение РЭР в полном объеме: ежегодные окоска и подчистка открытых каналов, контроль состояния закрытого дренажа, определение и реализация мер по повышению надежности его работы, поддержание в работоспособном состоянии всех сооружений ГМС, проведение необходимых эксплуатационных работ, включая ремонты, агро-мелиоративные и природоохранные мероприятия	Любые технологии в зависимости от наличия ресурсов ГМС
70 – 85% от проектной (0,8-1,1 ц.к.ед./балл пашни)	Ежегодная разовая окоска проводящей открытой сети и ее подчистка при снижении водопродвижающей способности ниже 70% от проектной; нормативный уход за устьевой и коллекторной частью закрытого дренажа; проведение необходимых агро-мелиоративных мероприятий	Технология регулирования уровней воды в каналах (уровней грунтовых вод) без организации мониторинга водного режима
50 – 70% от проектной (0,5-0,8 ц.к.ед./балл пашни)	Проведение агро-мелиоративных мероприятий, направленных только на организацию поверхностного стока, обеспечение водопродвижающей способности открытых каналов не ниже 50% от проектной (начало консервации системы)	С учетом наличия ресурсов ГМС простейшая технология управления уровнем воды в каналах (без организации мониторинга водного режима) или функционирование только в режиме осушения
Менее 50% от проектной (менее 0,5 ц.к.ед./балл пашни)	Проведение агро-мелиоративных мероприятий, направленных только на организацию поверхностного стока, обеспечение стока воды из открытых каналов (консервация системы)	Обеспечение работы ГМС только на сброс избыточных вод

Таблица 4 – Основные направления эксплуатации гидромелиоративных систем при нарушениях водного режима на отдельных участках мелиорированных земель (наличие вымочек, переувлажнений, затоплений)

Возможные причины нарушений в работе мелиоративной системы	Перечень работ для устранения выявленных нарушений
Снижение водопродвижающей способности открытой сети (зарастание, заиливание). Создание подпора стоку воды неисправными сооружениями. Неисправность закрытого дренажа (устья, коллекторы, дренажная сеть, сооружения). Неудовлетворительное агро-мелиоративное состояние почв.	Установление места (участка) неисправности. Инструментальная проверка соответствия участка (сооружения) проектным параметрам и определение объемов неисправности. Установление вида работ для устранения неисправностей (технический уход, ремонт, реконструкция). Ликвидация неисправностей при проведении технического обслуживания МС. При необходимости подготовка к проведению реконструкции. Выполнение агро-мелиоративных мероприятий. При соответствующем обосновании – планирование реконструкции, консервации или перевод сельскохозяйственных мелиорированных земель под другие виды использования.

Заключение

На основании обобщения полученных в последние годы результатов научных исследований предложена адаптивная стратегия эксплуатации сельскохозяйственного мелиоративного комплекса Беларуси. Ее цель состоит в максимальном повышении эффективности мелиорации, что должно быть достигнуто приведением в обоснованное соответствие затрат на выполнение ремонтно-эксплуатационных работ к уровню интенсивности сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях (табл. 3).

Чем эффективнее сельхозпроизводство у землепользователя, тем качественнее должен поддерживаться рекомендуемый водный режим мелиорированных почв. При снижении эффективности работы землепользователя устанавливаются причины этого снижения. Если они не лимитируются водным режимом участков мелиорированных земель, то согласовано снижаются затраты на ремонтно-эксплуатационные работы вплоть до консервации системы. При потенциальном плодородии мелиорированных почв, превышающем средний уровень плодородия на прилегающих площадях (хозяйства района), может планироваться передача мелиоративной системы более успешному землепользователю. При пониженном плодородии целесообразно выводить мелиорированные земли из сельскохозяйственного оборота. Альтернативным вариантом при достаточно высоком потенциальном плодородии мелиорированных почв может быть адаптация направлений и структуры их использования к создаваемому (с экономически обоснованными затратами) водному режиму.

Литература

1. Стратегия адаптивной эксплуатации сельскохозяйственного мелиоративного комплекса Беларуси / А.П. Лихацевич // Мелиорация. – 2008. – № 2 (60). – С. 23-34.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.07.2009 №920 "О некоторых вопросах эксплуатации (обслуживания) и ведения государственного учета мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений" // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь", 03.08.2009, № 183, 5/30173.

Summary

Likhatsevich A.P., Levin G.Y., Titov V.N., Pogodin N.N., Lukyanova E.A., Karyukhina E.K., Strakhov E.E.
IMPROVEMENT OF MAINTENANCE OF THE LAND-RECLAMATION SYSTEMS

The adaptive strategy of utilization of agricultural land-reclamation complex of Belarus was offered on the basis of generalization of results of scientific studies.

Its objective lies in maximum enhancement of land-reclamation, which can be achieved by rationalized adjustment of costs on maintenance works to the level of intensiveness of agricultural production on reclaimed lands.

Поступила 30 декабря 2010 г.