

УДК 631.6:626.8

**УЧЕТ СОСТОЯНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ
РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

А.П. Лихацевич, доктор технических наук
С.Е. Страхов, младший научный сотрудник
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: планирование, теория надежности, мелиоративные системы, техническое состояние, ремонт, агромелиоративные мероприятия, кадастровая оценка, продуктивность

Введение

В соответствии с Республиканской программой «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2006-2010 годы» на ремонтно-эксплуатационные и агромелиоративные мероприятия выделяется 704,7 млрд. руб., в том числе будет очищено 41 тыс. км каналов от сверхдопустимого заиления и 38,3 тыс. км от кустарника (итого 42% всех каналов), производиться ремонт и обслуживание гидротехнических сооружений, каналов, дренажных систем, насосных станций и дорог. Агромелиоративные мероприятия (на площади 162 тыс. га на сумму в 162 млрд. руб.) обеспечат проектные нормы осушения мелиорированных земель на площади 2,2 млн.га и повышение урожайности на 9 ц кормовых единиц с гектара, или получение 19,8 млн. ц дополнительной продукции с осушенных земель. Данная прибавка урожая обеспечивает ежегодную окупаемость расходов на ремонтно-эксплуатационные работы (РЭР) и агромелиорацию, составляющие 70,3 тыс. руб. на гектар [1].

Плановые показатели основываются на осредненных по республике статистических данных. Вместе с тем исследования последних лет показывают, что эффективность использования инвестиций в мелиоративную отрасль можно повысить за счет более обоснованного планирования РЭР.

В настоящее время не существует единой методики планирования эксплуатационных мероприятий, а единственный нормативный документ косвенно определяет лишь укрупненное направление планирования, но не указывает, на каком основании и в какой очередности должен выполняться ремонт того или иного объекта, какой из них первоочередной, какому участку следует отдать предпочтение. Нормативами только установлено, что в качестве основных приоритетов проведения ремонтно-эксплуатационных мероприятий выступают:

- земли сельскохозяйственных организаций [2, 3]:

а) базовых по наращиванию объемов выпуска сельскохозяйственной продукции, повышению экономической эффективности хозяйственной деятельности;

б) имеющих крупные животноводческие фермы и комплексы по оснащению их кормами;

в) имеющих в пользовании более 50% мелиорированных земель;

- гидротехнические сооружения водохозяйственных комплексов с целью обеспечения безопасной их эксплуатации, инженерные защитные сооружения, реки-водоприемники мелиоративных систем в паводковых районах;

- мелиорированные земли, по которым проходит граница Республики Беларусь с сопредельными государствами.

Указанных приоритетов недостаточно, чтобы эффективно распределить инвестиции на выполнение ремонтно-эксплуатационных и агромелиоративных работ по участкам мелиоративных систем. Поэтому требуется разработать алгоритм планирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий, учитывающий не только техническое состояние сооружений на мелиоративных системах (МС), но и технологическое состояние мелиорированных земель (МЗ). Актуальность данной работы возросла в последнее время. Не случайно директор Департамента по мелиорации и водному хозяйству А.А. Булыня на семинаре-совещании в Солигорском районе, определяя задачи отрасли на 2009 г., отметил, что необходимо «...как можно эффективнее использовать выделенные средства. В Год родной земли мелиораторы должны особенно позаботиться о качестве мелиорированных площадей, их высокой эффективности. Земля – главное достояние страны» [4].

Основная гипотеза заключается в том, что при подборе определенных групп факторов и определении их числовых характеристик (показателей) для мелиоративной системы необходимо охарактеризовать степень пригодности мелиорированных земель для эффективного сельскохозяйственного использования.

Методика планирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий должна учитывать влияние каждого из вышеприведенных факторов и на этой основе устанавливать очередность обслуживания сооружений и участков мелиоративных систем в соответствии с их характеристиками.

Методика исследований

За основные объекты исследований и анализа с целью планирования эксплуатационных мероприятий приняты *элемент мелиоративной системы* (каналы, сооружения, дренаж) и *участок технического обслуживания* (участок ТО). Участок ТО включает расположенные на нем отдельные каналы, закрытый дренаж и гидротехнические сооружения, функционально взаимно связанные и непосредственно влияющие на водный режим почв данного участка. Участок ТО может состоять из одного или нескольких кадастровых участков. Основным элементом участка ТО является часть магистрального или проводящего канала, называемая головной частью участка ТО. Территория участка ТО состоит из водосборной площади, расположенной в пределах МС, и примыкающей к головной части участка ТО. Границы участка ТО проводятся по внешним контурам мелио-

ративных систем, а внутри МС – по границам зон влияния гидротехнических сооружений, границам землепользователей. Расчет и анализ производится по участкам ТО одного уровня.

Участок ТО – комплексный элемент мелиорированных земель. В то же время за единичные объекты для проведения частных оценок (технического, мелиоративного, сельскохозяйственного состояния) необходимо принимать единичные части участка ТО, по которым в установленном порядке собирается основная информация (дефекты элементов МС, инвентаризация, кадастровая оценка, оценка состояния площадей). Так, для оценки технического состояния единичным являются гидротехнические сооружения данного участка и их конструктивные элементы. Но все частные единичные объекты должны быть приведены к общему – участку ТО. Это связано с тем, что в рамках участка ТО эти элементы являются частными (сбор информации, назначение), но функционируют для получения конечного результата – продукции.

Выбор показателей по группам факторов

Уровень и возможности производства продукции на мелиорированных землях во многом зависят от их мелиоративного состояния, и чем оно лучше, тем проще землепользователю повышать эффективность своей работы.

Техническая эксплуатация проводится специализированными предприятиями мелиоративных систем (ПМС) в границах конкретных мелиоративных систем. В свою очередь, роль МС складывается из показателей в границах составляющих ее участков мелиорированных земель (участков ТО) и показателей в границах землепользователей, производящих продукцию на данной мелиоративной системе.

Известны показатели, характеризующие техническое состояние элементов мелиоративной системы и мелиоративное состояние. Как дополнительные можно привлечь показатели относительно землепользователя, характеризующие значимость мелиорированных земель (участка ТО, МС), их потенциальное плодородие, эффективность работы землепользователя.

Таким образом, к основным показателям отнесем:

зону влияния – часть площади мелиоративной системы, состояние которой зависит от технической исправности данного элемента;

техническое состояние – учитывает надежность функционирования элемента (элементов) участка ТО, МС. Численные показатели – показатели надежности и технического состояния;

мелиоративное состояние – характеризует водный режим мелиорированных земель участка (участка ТО, МС). Численный показатель – индекс мелиоративного состояния – площадь территории участка с неудовлетворительным водным режимом (вымочки, переувлажнения) относительно всей его площади.

Исходные данные для оценки включают:

- данные инвентаризации мелиоративных систем
 - картографический материал по мелиоративной системе;
 - площадь мелиорированных земель по землепользователям, га;
 - площадь и границы принятой к выполнению реконструкции мелиоративной системы по землепользователям, га;
 - наличие элементов на сети по мелиоративным системам и землепользователям, а также их состояние (наличие сооружений, требующих ремонта). Спецификация сооружений: каналы, дамбы (км), шлюзы-регуляторы, трубы-регуляторы, трубы-переезды, мосты, мосты пешеходные, колодцы-регуляторы, колодцы-поглотители, смотровые и дренажные колодцы, устья, водосбросы, водовыпуски, водопои, скотопрогоны, водоемы-копани, колодцы для наблюдателей за УГВ, воронки, водозаборные колонки, ложбины, насосные станции, колодцы питьевые (шт.), пруды (водохранилища), пруды противопожарные (га), эксплуатационные дороги (км);
 - дефектные акты;
 - данные по оценке состояния мелиорированных земель (наличие и площади вымочек и переувлажнений).

Результаты и обсуждение

Зона влияния сооружения f_k – часть площади мелиоративной системы, состояние которой зависит от технической исправности данного элемента [5]. В разработанной технологической схеме (Лихацевич А.П., Лукьянова Е.А.) выбора очередности технического обслуживания элементов мелиоративной системы принято, что площадь зоны влияния элемента приравнивается к водосборной площади в границах МС в нижнем створе расположения данного элемента, т.е. зона влияния элемента мелиоративной системы соответствует водосборной площади (в рамках МС), с которой вода поступает к данному элементу. Зона влияния k -го сооружения рассчитывается по формуле:

$$f_k = \frac{F_k}{F} \quad (1)$$

где F_k – площадь влияния k -го сооружения участка ТО на работоспособность МС, га; F – площадь МС, га. Площадь F_k приравнивается к водосборной площади в границах МС относительно устьевового створа k -го сооружения участка ТО.

Показатель функционального назначения (весовой коэффициент) сооружения. Любую часть мелиоративной системы можно рассматривать как сложный объект, который состоит из ряда простых объектов. Каждый элемент мелиоративной системы характеризуется своей значимостью (весом), который определяет роль и функцию сооружения. Значимость каждого сооружения можно обозначить численно. Для этого используем

уровень функционального назначения (В). При этом следует разграничить значимость важнейших для мелиоративной системы сооружений, оказывающих влияние на значительную площадь: каналы высшего порядка, головные подпорные сооружения и т.п. Например, В=1 для главных сооружений, обеспечивающих первичную (осушительную) функцию на каналах высших порядков (проектную водопропускную способность мелиоративной сети при работе на осушение, пропуск заданных расходов); В=2 для прочих сооружений, обеспечивающих первичную (осушительную) функцию (проектную водопропускную способность мелиоративной сети при работе на осушение, пропуск заданных расходов); В=3 для всех сооружений, обеспечивающих вторичную (сельскохозяйственную) функцию (своевременное и качественное проведение всех посевных, агротехнических, уборочных и других сельскохозяйственных работ); В=4 для всех сооружений участка ТО и их элементов, обеспечивающих своевременное и качественное увлажнение осушаемых земель или контроль за уровнем режимом, В=5 для всех сооружений, обеспечивающих прочие функции (например, закрепление створов, пикетаж, реперная сеть, береговая обстановка и т.д.).

Для многофункциональных элементов в качестве расчетного принимается верхний уровень их функциональной принадлежности (например, для головного шлюзорегулятора, обеспечивающего пропуск необходимых расходов при осушении, проезд сельскохозяйственной техники через шлюзуемый канал, задержание стока в канале для увлажнения прилегающих почв характеризуется показателем В=1).

Показатель функционального состояния k-го сооружения. Мелиоративная сеть имеет сложную структуру, состоит из ряда сооружений и земель, на которые оказывает влияние техническая исправность сооружений. Техническое состояние каждого сооружения характеризуется степенью исправности (либо неисправности). Если рассматривать сооружения, то они также состоят из ряда элементарных частей (затвор, понур, перила мостика, откос, дно, берма и т.д.). При этом каждая часть является частным случаем последовательной структуры, и от его технической исправности зависит общая техническая исправность как сооружения, так и земель в зоне его влияния [6].

Рассмотрим k-тое сооружение. Оно состоит из ℓ элементов. Каждый элемент сооружения оценивается в двоичной системе (исправен или неисправен). Функциональная надежность k-того сооружения складывается из показателей исправности (неисправности) составляющих его элементов. В соответствии с положениями теории [6] общий показатель надежности, функционального состояния (работоспособности) k-того сооружения t_k в первом приближении равен:

$$t_k = \frac{\sum_{\ell}^{n_k} b_{\ell} - \sum_{\ell}^{n_{0k}} b_{0\ell}}{\sum_{\ell}^{n_k} b_{\ell}} = 1 - \frac{\sum_{\ell}^{n_{0k}} b_{0\ell}}{\sum_{\ell}^{n_k} b_{\ell}}, \quad (2)$$

где b_{0l} – весовой коэффициент, характеризующий функциональную значимость l -го неисправного элемента для функционирования k -того сооружения; b_l – весовой коэффициент, характеризующий значимость l -го элемента для функционирования k -того сооружения; n_k – число всех элементов в k -том сооружении; n_{0k} – число выявленных неисправных элементов в k -том сооружении.

Свяжем функциональное назначение конструктивного элемента сооружения с его функциональной принадлежностью. Для этого оценочно примем обратную зависимость между весовым коэффициентом и уровнем функционального назначения конструктивного элемента:

$$b_l = \frac{2}{1 + B_l} \quad (3)$$

где B_l – уровень функционального назначения l -го элемента.

С учетом (3) из (2) получим:

$$t_k = 1 - \frac{\sum_{l=0}^{n_{0k}} \frac{2}{1 + B_{0l}}}{\sum_{l=1}^{n_k} \frac{2}{1 + B_l}} \quad (4)$$

где B_{0l} – функциональное назначение неисправного l -го элемента.

Все сооружения мелиоративной системы группируются по участкам технического обслуживания (участкам ТО). Формулы (1), (4) определяют функциональное состояние k -того сооружения и его зону влияния относительно всей мелиоративной системы. Но если представить участок ТО как совокупность сооружений, то для оценки технической надежности, значимости и функционального состояния всего j -того участка принимаем:

$$T_j = \frac{1}{n_k} \sum_{k=1}^k f_k (1 - t_k) \quad (5)$$

При совпадении численных значений показателей функционального состояния нескольких участков ТО приоритет отдается участку, где хуже техническое состояние головных сооружений (канал, шлюз и т.п.).

Если все элементы сооружения неисправны, показатель t_k будет равен 0. Такое значение состояния сооружения определяет его полную неисправность. Следовательно, данное сооружение требует аварийного ремонта.

По рассмотренным показателям вначале отдельно оценивается состояние сооружений внутри участка ТО t_k , а затем функциональное состояние всего участка T_j . При этом значение первого показателя определяет приоритет ремонтов сооружений внутри участка ТО. Значение второго показателя учитывается при расчете очередности прове-

дения работ на данном участке ТО относительно всех участков внутри мелиоративной системы.

Показатель мелиоративного состояния j -того участка ТО рассчитывается как отношение площадей вымочек (переувлажнений) на участке ТО к общей площади участка ТО [7]:

$$M_j = \frac{V_{0j}}{V_j} \quad (6)$$

где V_{0j} - площадь вымочек (переувлажнений) на участке ТО; V_j - общая площадь участка ТО.

Показатель технологического состояния участка ТО определяется как произведение показателей функционального и мелиоративного состояния

$$A_j = T_j(1 - M_j) \quad (7)$$

При планировании ремонтно-эксплуатационных мероприятий их очередность устанавливается по результатам ранжирования всех участков ТО в порядке возрастания показателей их технологического состояния. Порядковый номер участка ТО в данном перечне и будет являться номером очереди в планируемом проведении ремонтно-эксплуатационных работ, включая ремонты и агромелиоративные мероприятия.

Заключение

Применение данной методики даст возможность с достаточно высокой точностью определить участки МС, требующие первоочередного ремонта, т.е. установить очередность выполнения ремонтно-эксплуатационных работ, что весьма значимо при невозможности проведения в течение сезона комплексного ремонта всей системы (каждого элемента).

Приведенные методы позволяют в обоснованной очередности вести регламентные работы, однако для перераспределения ресурсов между участками ТО МЗ района требуется дополнительно оценить продуктивность мелиорированных земель.

Для внедрения методики в производство необходимо продолжить исследования на ряде мелиоративных систем республики с целью привлечения показателей качества мелиорированных земель и эффективности работы землепользователей.

Наиболее целесообразно внедрение данной методики в виде программы для персонального компьютера, например, в виде модуля или подсистемы установления очередности ремонтов внутри системы учета технического состояния мелиорированных земель.

Литература

1. Республиканская программа «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2006-2010 годы» от 5 мая 2005 г., №459. / Совет министров.
2. Мелиоративные системы и сооружения. Организация работ по проектированию, строительству

- и эксплуатации. КМДМ 1.06-01/ Минсельхозпрод. – Минск, 2006. – 55 с.
3. Положение о порядке выбора объектов ремонта мелиоративных систем и проведения агро-мелиоративных мероприятий на мелиорированных сельскохозяйственных землях / ГПО «Белмелиоводхоз». – 19 февраля 2007 г.
 4. Булыня, А.А. Эффективность использования выделяемых средств приобретает сейчас особую актуальность /А.А.Булыня // Живая вода, 16 мая 2009 г. – С.1-2.
 5. Лихацевич, А.П. Направления совершенствования нормативного обслуживания мелиоративных систем Беларуси. /А.П.Лихацевич // Мелиорация. – 2008. – №1(59). – С.5-13.
 6. Половко, А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – Санкт-Петербург. – 2006. – 704 с.
 7. Методика подбора мелиоративных объектов для реконструкции и восстановления с модернизацией и устройством экологических зон. – Минск, 2007. – 23 с.

Summary

Likhatsevich A., Strakhov S. Taking into Account the Condition of Reclaimed Lands While Planning Repair-and-Operational Works

Methods of integral assessment of reclaimed lands is presented, by using various factors with due consideration of technical and melioration condition. The main objects of situation analysis on reclaimed lands and for carrying out of operational works are defined – element of melioration system and maintenance section. Key indices, characterizing technical condition of reclaimed lands are defined. Numerical values formula for each index are given. Method of their categorizing is proposed, which allows defining the order of carrying out operational works on reclaimed lands. Application of proposed methods will allow planning and exercising complex repair-and-operational works on melioration systems, providing the most effective utilization of resources, allocated for repair-and-operational works and agro reclamation measures.

Поступила 26 мая 2009 г.