

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ

УДК 626.8: 631.6

СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

А.П. Лихацевич, доктор технических наук, профессор

Г.Ю. Левин, ведущий научный сотрудник

(Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси)

В настоящее время в использовании мелиорированных земель в Беларуси основной задачей (в ближайшей перспективе и до 2020 г.) является повышение эффективности, достижение высокой продуктивности мелиоративного земледелия и луговодства при минимальных издержках и удовлетворении экологических требований [1]. Новая концепция как приемлемое решение рассматривает возможность трансформации использования мелиоративных систем (МС), в случае экономической нецелесообразности их реконструкции, соответственно условиям нарастания переувлажнения, например, по схеме «полевые севообороты – сенокосно-пастбищное использование – насыщение травами-влаголюбями – вывод части земель из сельхозиспользования».

С учетом сказанного изменяются задачи эксплуатации – они должны учитывать при планировании ремонтно-эксплуатационных работ новые агроэкологические и экономические решения по использованию мелиорированных земель (МЗ) с соответствующей корректировкой применяемых агро-мелиоративных технологий производства сельскохозяйственной продукции (в том числе и под ограниченные материально-финансовые ресурсы).

Указанные подходы к эксплуатации, на наш взгляд, могут быть определены понятием «адаптивная эксплуатация». Последняя должна опираться на научно-методические и технологические решения, обеспечивающие:

- совершенствование системы планирования и организации выполнения эксплуатационных работ для создания условий по регулированию водного режима мелиорированных земель в «увязке» с агротехническими решениями конечного пользователя – сельхозпроизводителя, требованиями экологической безопасности, минимизации затрат при производстве работ;
- объективную оценку текущего состояния МС, включая ранжирование влияния технического состояния элементов МС на ее работоспособность, прогноз остаточного ресурса элементов и, соответственно, возможного «ущерба» в сельхозпроизводстве, экологическом состоянии (например, при частичном восстановлении работы системы);
- обоснованность планирования эксплуатационных работ: необходимые ресурсы, объемы и виды ремонтно-эксплуатационных работ должны оцениваться не только с пози-

ций достаточности запланированных мероприятий для восстановления проектной работоспособности систем, но и соразмерности мероприятий планируемой (фактической) эффективности текущего сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, требованиям «неухудшения» экологического состояния МС;

- контроль выполнения эксплуатационных работ – с позиций технического обеспечения требуемого (сельхозпроизводством) водного режима, соблюдения экологических требований при проведении работ.

Схема совершенствования управления текущей эксплуатацией мелиоративных систем, разрабатываемая нами, особое место отводит технологиям оценки и прогнозирования изменения технического состояния мелиоративных систем (МС), их элементов, обеспечению вариантного поиска обоснованных эксплуатационных решений (в том числе по видам и объемам ремонтных работ, регулированию водно-воздушного режима) за счет повышения наукоемкости, привлечения компьютерных возможностей для информационного обеспечения.

Критерием для выбора эксплуатационного технического решения принята возможность обеспечения на мелиоративной системе требуемого водного режима, «неухудшение» экологического состояния объекта (минимум в рамках решений, разработанных и реализованных при проектировании, его строительстве и сельскохозяйственном использовании МЗ).

При достаточности выделяемых средств и нормативной эксплуатации МС (в соответствии с проектом мелиорации) создаваемые технологии должны обеспечить снижение затрат на сбор данных для контроля за водным режимом и его оптимизацию в ходе эксплуатационного регулирования (например, под условия вегетационных периодов), ресурсосбережение при выполнении ремонтных работ. В противном случае должен предусматриваться поиск вариантов эксплуатационных решений с прогнозированием ущербов, включая оценку остаточного ресурса мелиоративной системы, очередность ремонтов и др. Результат должен содержать предложения, вплоть до вывода поля из севооборота.

В схеме информационной поддержки эксплуатационных решений предусмотрено применение методов и средств, упрощающих процедуры получения данных, а также расчетных методов для прогнозирования изменения контролируемых характеристик на базе эксплуатационного мониторинга [2].

В такой постановке оценка работоспособности МС, нормирование ее эксплуатации и др. требует привлечения геосистемного подхода, методов имитационного (и др.) моделирования для описания как «жизнедеятельности» системы в целом, так и отдельных ее элементов. Для информационного наполнения указанных моделей необходимо применение геоинформационных систем в качестве средства, обеспечивающего ввод, хранение, визуализацию, анализ и обработку пространственно-распределенной информации о мелиоративной системе, водном режиме, площадях, почвах и т.п.

Лабораторией эксплуатации МС Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси разработана функциональная структура информационной поддержки эксплуатации

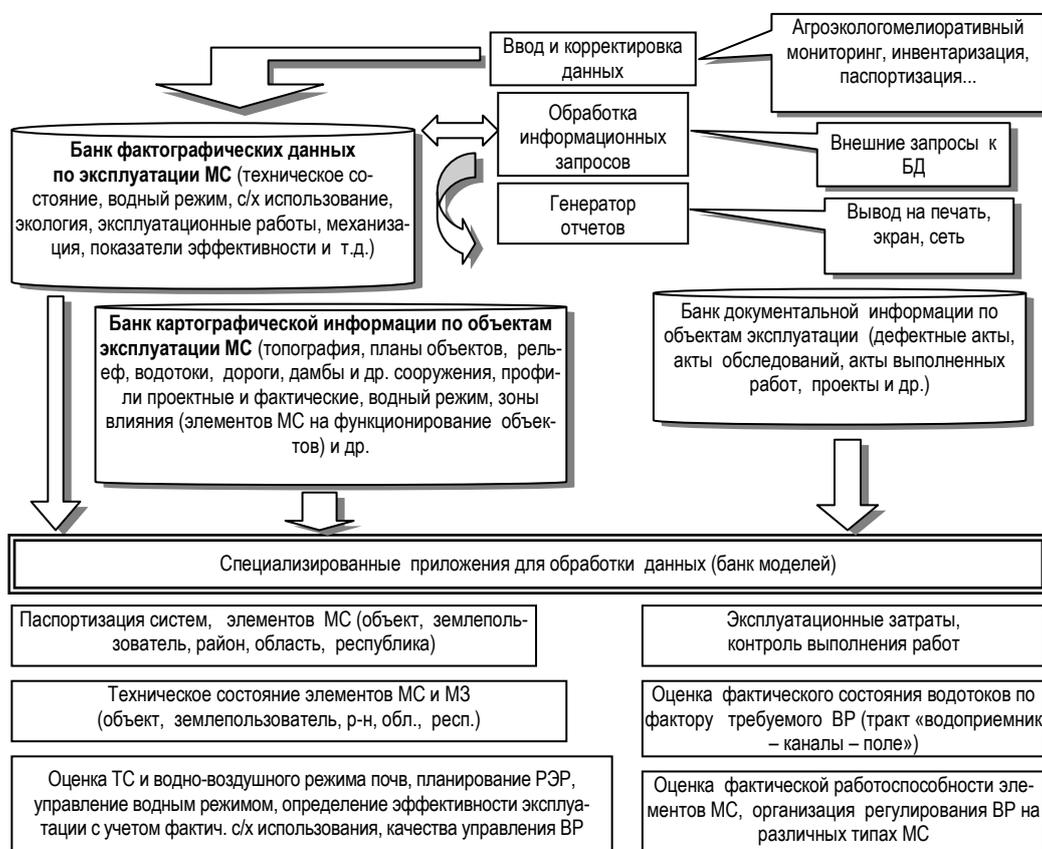


Рис. 1. Функциональная структура информационной поддержки эксплуатации мелиоративных систем

(рис. 1), включающая блоки ведения фактографических, картографических и документальных банков данных, а также блок специализированных приложений для обработки информации – банк моделей технологических процессов. Уточнена на концептуальном уровне схема взаимодействия моделей при планировании эксплуатационных мероприятий, проведена ее декомпозиция на предметно-ориентированные блоки низшего порядка (например, «оценка технического состояния открытой сети каналов», «оценка водного режима на осушительно-увлажнительных системах» и др.), разработаны базовые решения для отдельных процессов, методики описания ситуаций, структуры данных и др.

Как отмечено выше, целевой функцией (критерием эффективности) при анализе эксплуатационного состояния мелиоративных систем и планировании мероприятий нами принято создание требуемого водного режима. Учитываемые ограничения – эффективное использование МЗ, требования экологической безопасности в пределах МС, материально-финансовые ресурсы на производство эксплуатационных работ, ресурсосбережение [3].

По постановке проблемы и области применения разрабатываемых решений задачи

моделирования в эксплуатации относятся к природно-ресурсным. Так, мелиоративная система обладает территорией, на ее «площадях» осуществляется хозяйственная деятельность (сельхозпроизводство и др.), эксплуатационные работы влияют на экологическое состояние этой территории, затрагивают интересы населения. Соответственно, необходимо применение геосистемных методов для организации эксплуатационного мониторинга, анализа данных, информационных решений. При реализации отдельных предметно-ориентированных блоков в основном применялись методы имитационного моделирования. При этом «дальность моделирования» ограничивалась относительно короткими временными рамками – текущим периодом эксплуатации (например, для управления водным режимом – вегетационный период, интервал регулирования, декада, сутки). Это позволило применить для оперативного прогнозирования эксплуатационных ситуаций упрощенные схемы, используя фактические данные для корректировки прогнозов (аналогично в метеорологии точность «суточных – двухсуточных – недельных» прогнозов достаточна для планирования текущей хозяйственной деятельности, а их подготовка не требует сложных моделей).

При анализе предметной области «эксплуатация мелиоративных систем» (рис. 2) были выделены подуровни, обеспечивающие эффективную эксплуатацию: надзор за техническим состоянием МС с группировкой по видам элементов и дефектов; планирование видов и объемов ремонтных работ, регулирование водного режима по типам мелиоративных систем.

Предметные области «Использование мелиорированных земель» и «Экология мелиоративного объекта» были также выделены в отдельные подуровни. При планировании эксплуатационных мероприятий модели процессов этих областей необходимы для учета таких факторов, как эффективность использования земель и «неухудшение» экологического состояния в ходе выполнения ремонтных работ.

При определении структуры объекта моделирования нами использован подход [4], заключающийся в «вычленении» геосистемы из природной среды и имитации происходящих в ней процессов с помощью компьютерных технологий. Таким «вычленением» является «мелиоративная система». Вместе с тем для сопоставимого анализа мелиоративного (технического), сельскохозяйственного (агрономического) и экологического состояния предложен дополнительный уровень деления МС на «кадастровые массивы». Под последними понимаются участки мелиоративной системы, соотносимые с границами полей севооборота, участков регулирования, обеспечивающие технические возможности для локального управления водным режимом в требуемых пределах.

Интеграция моделей, разрабатываемых для подуровней, предусматривается через единообразно организованное информационное обеспечение, использование интерфейса географической информационной системы.

Здесь требование «единообразности» понимается в значении:

- обеспечение сопоставимости информации о моделируемых процессах в про-

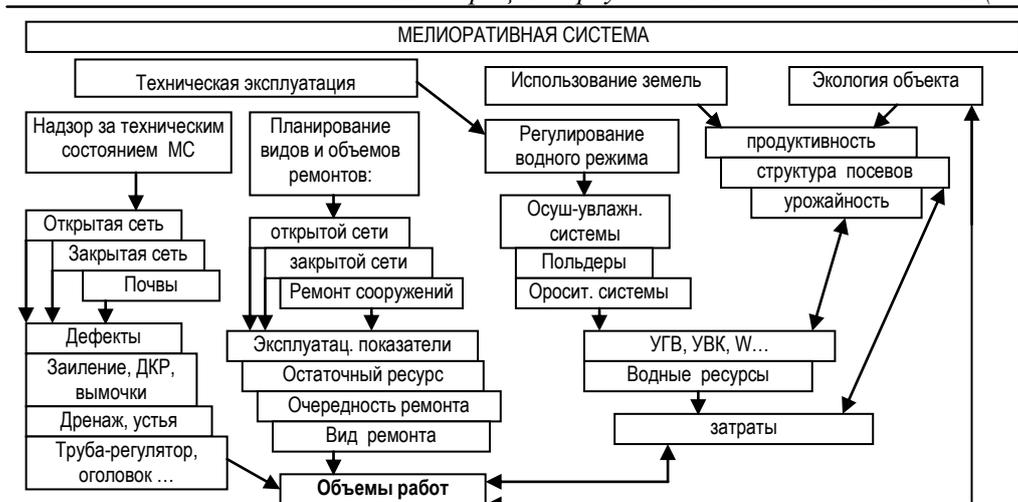


Рис. 2. Схема предметной области объекта моделирования «техническая эксплуатация МС»

странстве (данные для объектов моделирования структурируются в пределах одних и тех же участков МС, инженерных элементов систем, почвенных условий и т.п.);

- накопление данных по одним и тем же объектам во времени, в том числе с переменным шагом дискретизации;

- возможность накопления данных различной степени «генерализации», например, о физических характеристиках (уровни воды в каналах, температура, осадки и др.) и техническом состоянии систем (состав элементов МС, эксплуатационные показатели надежности, профили водотоков и др.);

- организация данных с использованием объектно-реляционных компьютерных баз, поддерживающих SQL доступ к данным.

Приведенная концептуальная схема была использована для установления взаимосвязи отдельных блоков информационной поддержки эксплуатации МС, разработки структуры математических моделей, баз данных информационной системы.

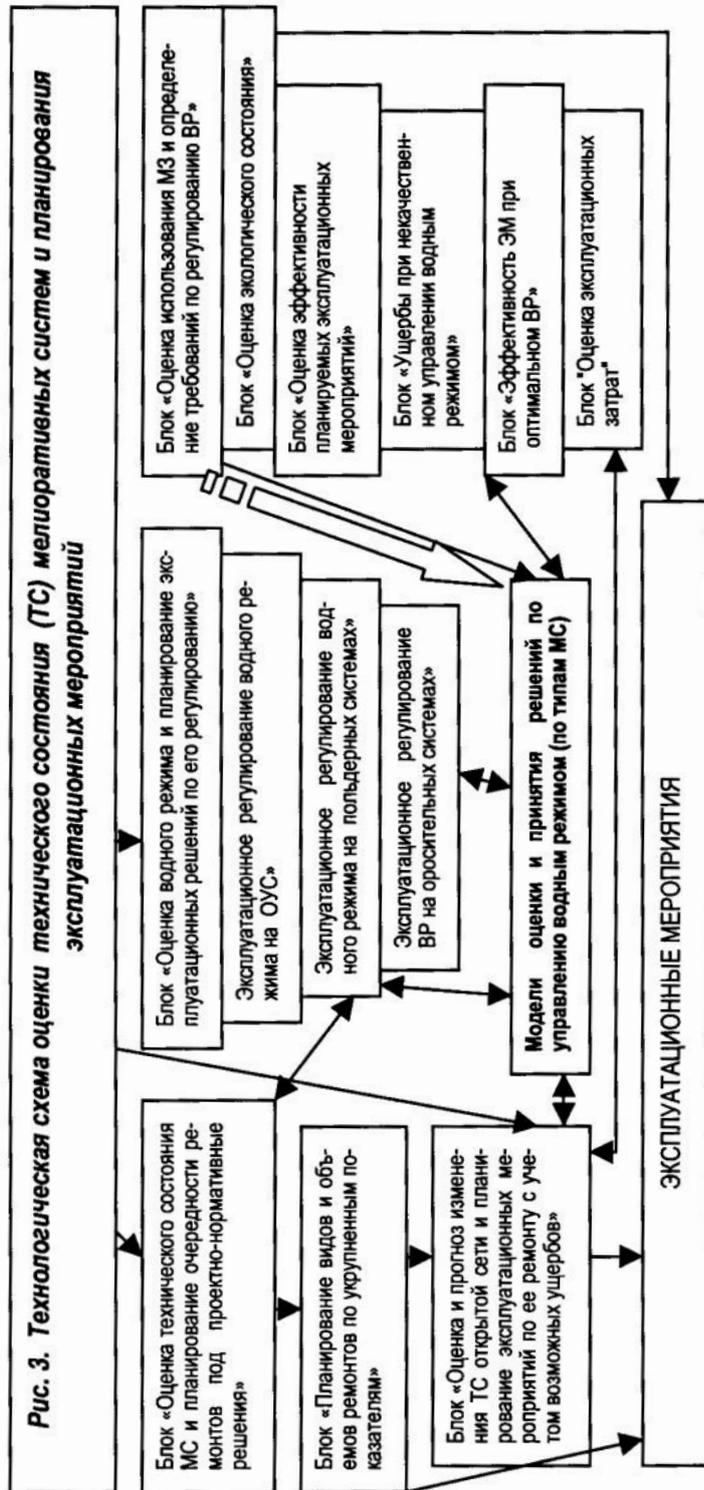
Учитывая ограниченные финансовые возможности проведения НИР и, вместе с тем, для обеспечения целостности при разработке моделей основное внимание было уделено:

- оценке показателей надежности МС, обеспечивающих создание требуемого водного режима;

- оценке состояния и планирования ремонтных работ на открытой проводящей и регулирующей сети каналов;

- оценке эффективности эксплуатационных мероприятий как при оптимальном водном режиме, так и фактически обеспеченном;

- методикам определения проектно-нормативного состояния и эксплуатационных



показателей МС, эксплуатационного регулирования водного режима на польдерных и осушительно-увлажнительных системах и др.

Технологическая схема планирования эксплуатационных мероприятий предполагается (рис. 3) следующая.

Шаг 1. Определяется степень надежности мелиоративных систем по фактору обеспеченности требуемого водного режима.

Шаг 2. Для мелиоративных систем, на которых выявлена невозможность обеспечить регулирование водного режима при текущем эксплуатационном состоянии, осуществляется анализ фактического технического состояния МС, определяются эксплуатационные показатели работоспособности элементов систем и устанавливается очередность ремонтов.

Шаг 3. По укрупненным показателям определяются виды и объемы работ, оцениваются затраты.

Шаг 4. При наличии материально-финансовых и технических возможностей на выполнение ремонтных работ результаты анализа (шаги 1-3) используются для планирования и реализации ремонтных работ (шаги 5, 6).

Шаг 5. На основании анализа использования МЗ определяются требования к водному режиму, выбирается схема его оценки и планируется эксплуатационное регулирование водного режима.

Шаг 6. В ходе выполнения запланированных мероприятий оцениваются либо эффективность мероприятий при оптимальном ВР, либо ожидаемые ущербы при отклонениях в ходе регулирования.

Шаг 7. При недостаточности средств, невозможности выполнения ремонтных работ в полном объеме осуществляется анализ вариантов текущей эксплуатации.

Шаг 8. Определяются по фактическому состоянию открытой и проводящей сети условия для создания водного режима на объекте (поле, участки) регулирования (объемы и продолжительность подтоплений, задержки сроков проведения агротехнических работ и т.п.).

Шаг 9. Определяется приемлемый уровень сельскохозяйственного использования земель объекта и ожидаемая эффективность (либо ущербы) при неполном выполнении эксплуатационных работ. Сопоставляются эксплуатационные затраты и планируемая эффективность.

Шаг 10. Делается вывод о степени пригодности объекта к сельхозпроизводству и, соответственно, к управлению водным режимом.

В противном случае могут предлагаться решения, вплоть до вывода части мелиорированных земель объекта из сельхозоборота и др.

Вышеописанные подходы и методические решения использованы при разработке инструментальных средств геоинформационной поддержки эксплуатации МС, работа над созданием которых ведется в лаборатории эксплуатации Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси.

Литература

1. Мясникович М.В., Гусаков В.Г., Лиштван И.И., Логинов В.Ф., Лихацевич А.П. Стратегия эколого-безопасной реконструкции мелиоративных систем и повышения продуктивности мелиорированных земель Полесья: государственная проблема и предложения по ее решению.// Вести НАН Беларуси. Сер. Аграрных наук. – 2002. – №4. – С. 3-9.
2. Лихацевич А.П., Левин Г.Ю. Совершенствование эксплуатации мелиоративных систем в Республике Беларусь.// Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: Матер. конф. – Мн.: БелНИИМил, 2000. – С. 128-131.
3. Лихацевич А.П. Критерии оценки мелиорированных земель. //Мелиорация переувлажненных земель. Сб. науч. тр. БелНИИМил. Т. XLVII. – 2000. – С. 5-9.
4. Арефьев Н.В. и др. Концептуальные основы комплексной социально-экономической оценки природно-ресурсного потенциала территории с учетом экологических факторов.// Информ. бюлл. ГИС-Ассоциации. – 1998. – №4. – С. 87-89.

Резюме

Приводятся решения по разработке комплексных технологических схем планирования текущей эксплуатации мелиоративных систем. Предлагается адаптивный подход, ориентированный на учет новых агроэкологических и экономических решений по использованию мелиорированных земель. Методическая и инструментальная база – модели технологических процессов эксплуатации, геоинформационные средства анализа, обеспечивающие оперативную оценку и прогнозирование изменения технического состояния мелиоративных систем, «вариантный» выбор эксплуатационных мероприятий.

Ключевые слова: мелиоративные системы, эксплуатация, моделирование, прогноз изменения технического состояния.

Summary

Likhatsevich A., Levin G. The scheme of simulation of processes in planning operational measures

The solutions on development of complex flow charts for planning routine operation of reclamative systems are presented. The adaptive approach that is oriented to the account of new agroecological and economic decisions for usage of reclaimed lands is offered. Methodical and tool base of model of operational processes, geoinformation means of analysis that provide routine assessment and forecasting change of technical state of reclamative systems, “alternative” choice of operational measures are offered.

Keywords: reclamative system, operation, simulation, forecast of change of technical state.