

УДК 658

### **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Н.С. Быстрицкая**

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В практической водохозяйственной деятельности явно ощущается незавершенность системы законодательства в регулировании водных отношений, некоторая нечеткость и зачастую даже противоречивость формулировок в принятых законодательных актах. В части экономики, несмотря на принятые законодательные акты о платном водопользовании, основным источником финансирования остается федеральный бюджет, дефицитность которого не позволяет обеспечить надлежащую финансовую основу водохозяйственной деятельности.

Проблема инвестиций в новое водохозяйственное строительство является еще более сложной, чем финансирование эксплуатационной деятельности. Длительность строительного цикла в водном хозяйстве в сочетании с инфляцией и отсутствием государственных гарантий не позволяет рассчитывать на привлечение не только средств частных инвесторов, но и собственных средств водопользователей. Это делает государственную поддержку необходимым условием оживления инвестиций в водное хозяйство.

Сокращение бюджетного финансирования наряду с возрастающей потребностью в средствах актуализирует необходимость поиска источников финансирования и в первую очередь, необходимость углубления экономических отношений в водном хозяйстве. Это в свою очередь обуславливает развитие новых форм организации водохозяйственной деятельности, создание производственных водохозяйственных организаций, наделенных основными производственными фондами и основными средствами, к которым относятся и вода, и земля. Водохозяйственная деятельность (производственная и оказание услуг) должна осуществляться непосредственно за счет заинтересованных субъектов, использующих водные ресурсы с целью удовлетворения своих потребностей или получения прибыли.

В поиске оптимального решения проблемы управления водохозяйственным комплексом страны требуется учитывать особые свойства природных водных ресурсов как необходимого условия жизни человека и производственного ресурса многоцелевого назначения. Учет этих свойств необходим при решении всех вопросов их хозяйственного использования, в том числе в процессах управления, так как в противном случае происходит подрыв базы экономического и социального развития общества.

Объективный с государственных позиций учет потребительских свойств водных ресурсов, ранжирование их многоцелевого использования возможны лишь на основе внеотраслевых подходов, исключая преобладание интере-

сов того или иного потребителя. Однако это очевидное положение постоянно приносилось в жертву текущим выгодам той или иной отрасли - “владельца” водохозяйственных сооружений, создающего условия для использования водных ресурсов. Возникшие вследствие этого диспропорции в развитии отраслей-водопользователей, неустойчивость их экономической эффективности носили долговременный характер и отрицательно влияли на эффективность всего общественного производства.

Территориальное и межотраслевое распределение водных ресурсов с обеспечением максимального экономического эффекта должно осуществляться лишь органами государственного управления водным фондом, задачей которых будет являться не только использование водных ресурсов, но и сохранение качества воды водных объектов и удовлетворение потребностей экономики и населения в воде.

Указанные цели могут быть достигнуты путем решения ряда задач:

### **1. Организационно-правового преобразования водного хозяйства в формы, наиболее адекватные рыночным условиям**

Необходимым условием является проведение ряда институциональных и организационных преобразований в системе водопользования, как-то:

- образование на бассейновом уровне государственных унитарных водохозяйственных эксплуатационных предприятий, наделенных правом оперативного управления находящимися в государственной собственности водными объектами и гидротехническими сооружениями;
- создание и функционирование бассейновых ассоциаций, включающих в свой состав водохозяйственные эксплуатационные предприятия и водопользователей, расположенных на данной территории;
- создание четкой системы разделения функций между хозяйствующими субъектами при формировании заказов на продукцию (работы и услуги) водного хозяйства.
- формирование товарных отношений между сельскохозяйственными и водохозяйственными предприятиями, основанных на балансе экономических интересов субъектов.

По организационно-правовой форме водохозяйственные организации могут быть государственными предприятиями, образуемыми на праве оперативного управления и принципах производственной и экономической самостоятельности. В круг их задач должно входить оказание на платной основе основных видов услуг, направленных на создание надлежащих условий для водоснабжения населения и народного хозяйства, охраны вод и предотвращения их вредного воздействия.

Теория и практика организации водохозяйственной деятельности свидетельствует о том, что наиболее предпочтительной является схема, в соответствии с которой плата за воду вносится водопользователями в виде взносов на проведение водохозяйственных и водоохраных работ и содержание осуществляющей их водохозяйственной организации.

Мелиоративная водохозяйственная деятельность менее всего подготовлена экономически к современным условиям хозяйствования. До последнего времени все водохозяйственные системы были собственностью государства. В результате приватизации инженерно оборудованные орошаемые и осушаемые земли в большинстве регионов переданы в собственность хозяйств. Обслуживающие хозяйства межхозяйственные и магистральные каналы, водозаборы и др. отнесены к собственности государства. В новых условиях развитие экономических структур допустимо в рамках различных форм собственности (государственной, акционерной) на межхозяйственную сеть, которые обеспечивали бы ее нормальное функционирование.

Оценка эффективности функционирования систем водопользования в АПК практически реализуема для тех из них, которые осуществляют производственную деятельность на возмездной основе и имеют финансовые результаты. Мелиоративные водохозяйственные системы, осуществляющие транспортировку воды сельскохозяйственным пользователям и являющиеся по сути производственными предприятиями, не имели и не имеют собственных источников финансирования. Результаты их хозяйственной деятельности определяются сметой бюджетного финансирования, а эффективность производственной деятельности оценивается косвенно, по результатам сельскохозяйственного производства.

Сохранение полностью бюджетного финансирования в современных условиях в сфере водообеспечения может носить лишь временный характер, что вкупе с его недостаточностью обуславливает поиск источников и способов финансирования водно-мелиоративной деятельности. Экономической базой этого финансирования может и должна быть плата за водопользование. Плата за водопользование является и необходимым условием проведения экономической оценки эффективности водохозяйственных систем в современных условиях, поскольку обеспечивает экономическую самостоятельность систем, получение доходов от основной производственной деятельности, возможность сопоставления доходов с затратами.

Плата за водопользование основывается на возмещении издержек водохозяйственных эксплуатационных организаций с учетом специфики водохозяйственного и сельскохозяйственного производства, экологических и социальных факторов. Тарифы на услуги по подаче воды управлениями оросительных систем разрабатываются исходя из затрат на:

- эксплуатацию систем водопользования, выполняющих функцию подачи воды в точки выдела хозяйствам и отводящих дренажные и сбросные воды и находящиеся на балансе управлений оросительных систем;

- капитальное строительство и реконструкцию объектов по подаче воды, охране водных ресурсов и защите от вредного воздействия вод на ближайшую перспективу, увеличивающих стоимость существующих межхозяйственных фондов;

- накопления на расширенное воспроизводство.

Суммарная плата за услуги по подаче воды в точки выдела складывается из: платы за подачу воды на орошение и обводнение с учетом скидок и надба-

вок; платы за проведение работ по обслуживанию орошаемых и обводняемых земель во вневегетационный период, платы за подачу воды на другие производственные нужды.

Способ дифференциации тарифов за использование воды из поверхностных водных объектов заключается в добавлении или убавлении к установленному тарифу соответствующих доплат или изъятий. Лимитирующим обстоятельством при установлении дифференцированных тарифов (сборов) за использование поверхностных водных ресурсов является главное и строгое условие процедуры дифференциации, установленное «Законом о плате» – неизменность общей суммы сбора средств по установленному нормативу платы за воду по району (бассейну) в целом.

В настоящее время, как известно, загрязнение водных ресурсов достигло значительных масштабов и по диапазону, и по объему, что может отрицательно влиять не только на урожай и состояние почв, но и на здоровье населения. С другой стороны, две организации, отвечающие за подачу воды (кстати, относящиеся к различным ведомствам), в настоящее время влиять на качество воды хозяйственными мерами не могут.

В сложившихся условиях может быть предложен следующий способ учета качества воды при ее использовании. Установленные Законом о плате ставки служат для оплаты воды по худшей категории качества. Тариф для каждой следующей категории увеличивается числовым коэффициентом. Дополнительно взимаемые платежи аккумулируются в соответствующем фонде и направляются на мероприятия по улучшению качественного состояния вод.

## **2. Создание финансово-кредитного механизма регулирования водохозяйственной деятельности, учитывающего отраслевою специфику**

В современных условиях водохозяйственные объекты находятся в ведении различных ведомств и предприятий. Это создает большие трудности при решении вопросов водообеспечения, защиты от наводнений, селей, разрушения водных объектов, охраны источников воды от загрязнения и истощения. Каждый “хозяин” водохозяйственного объекта стремится удовлетворить в первую очередь собственные нужды, что, естественно, ведет к ухудшению условий водообеспечения других водопользователей и состояния водного объекта. В последние годы процессы, связанные с вредным воздействием вод: паводки, наводнения, подтопление и затопление ценных земель, населенных пунктов и объектов экономики, размыв и разрушение берегов рек, водохранилищ, морей, - резко активизировались. Борьба с ними носит чрезвычайный, постфактумный характер.

Исключить полностью участие государства в правовом и экономическом регулировании процесса водопользования и водообеспечения нельзя. Это связано с многоплановостью использования водных ресурсов и жизнеобеспечивающей их значимостью, а также монопольным характером производственной водохозяйственной деятельности. Регулирующая функция государства обеспечивается как прямыми, так и косвенными методами. Степень участия государства в содержании систем водопользования должна определяться реальными

возможностями сельскохозяйственных водопользователей по оплате услуг по подаче воды.

Государственная поддержка и регулирование хозяйственной деятельности может осуществляться в форме прямых и косвенных методов. К прямым методам, как правило, относят бюджетное финансирование производственной и непроизводственной инфраструктуры, антимонопольные регулирования и т.п., к косвенным - бюджетно-налоговые и кредитно-денежные методы регулирования. Практика использования прямых и косвенных методов регулирования позволяет утверждать, что в рыночной экономике периоде они должны применяться в тесном взаимодействии.

Бюджетное финансирование, дотации, субвенции выделяются, в основном, на инвестирование крупных водохозяйственных мероприятий, целевых мероприятий межреспубликанского, межрегионального масштабов. Финансирование должно осуществляться в форме целевых программ и проектов, с выделением приоритетных направлений.

Бюджетным финансированием должна обеспечиваться также инфраструктурная деятельность водохозяйственных предприятий – предотвращение паводков, подтоплений и пр.

### **3. Придание решающей роли экологическим критериям при оценке эффективности и принятии организационно-технических решений при проектировании, строительстве и эксплуатации гидромелиоративных систем**

Различают следующие показатели эффективности:

-показатели коммерческой эффективности, учитывающие финансовые результаты;

-показатели бюджетной эффективности, отражающие финансовые последствия осуществления деятельности для федерального, регионального или местного бюджета;

-показатели совокупной экономической эффективности, учитывающие как затраты и результаты, непосредственно связанные с осуществлением деятельности, так и выходящие за пределы прямых финансовых интересов участников процесса водопользования, отражающие его социальную значимость, учитывающие требования обеспечения экологической безопасности функционирования водохозяйственной системы и допускающие стоимостные измерения.

Коммерческая оценка может считаться положительной, если деятельность обеспечивает достижение двух главных целей: получение приемлемой прибыли на затраченные средства и поддержание устойчивого финансового состояния. Основным результатом производственной (операционной) деятельности является получение прибыли на вложенные средства. Соответственно в денежных потоках при этом учитываются все виды доходов и расходов, связанные с производством продукции (услуг), и налоги, уплачиваемые с указанных доходов. Объемы производства указываются в натуральном и стоимостном выражении.

В процессе осуществления деятельности систем производится оценка ее социальных и экологических последствий, а также затрат, связанных с социальными мероприятиями и охраной окружающей среды. Для стоимостной оценки сопутствующих результатов могут быть применены различные методы: метод прямого счета, метод косвенной оценки сопутствующих результатов, метод определения предотвращенного ущерба, нормативный метод, позволяющий произвести самостоятельную оценку сопутствующих результатов на основании системы экономических нормативов, устанавливаемых централизованно или на региональном уровне.

Совокупная эффективность функционирования систем водопользования определяется как для деятельности, влияющей на природу, окружающую среду и меняющую условия жизни людей. При этом учитываются положительные экономические, экологические и социальные эффекты, а также ущербы (потери воды и земли, ухудшение качества важнейших компонентов окружающей среды, в первую очередь, земли и воды, сельскохозяйственной продукции и т.п.). Для получения такой совокупной оценки суммарный эффект в денежном выражении сопоставляется с совокупными затратами по осуществлению деятельности с учетом всех природоохранных мер и решения социальных проблем.

В настоящее время наука не располагает достоверными научными сведениями и эмпирическими данными для оценки всех возможных нарушений окружающей среды и отрицательных воздействий водохозяйственной и мелиоративной деятельности. Расчеты потерь и ущерба, их стоимостная оценка зависят от особенностей тех отраслей народного хозяйства и сфер человеческой деятельности, свойств тех конкретных природно-экономических территорий, на которые распространяется влияние водохозяйственных объектов. Они зависят также от действующей там системы цен, экономических оценок природных ресурсов, полноты анализа зависимостей и количественного их определения и т.д. Однако даже неполный учет потерь и ущерба, приблизительная их оценка, уровень достоверности которой по мере углубления исследований в этом направлении будет повышаться, позволяет более обоснованно принимать решения относительно эффективности гидромелиоративных и водохозяйственных объектов.

Для учета влияния мелиоративных мероприятий на экологию определяется конкретный набор экологических показателей, на которые оказывает непосредственное влияние мелиорация. Экологические стандарты и нормативы устанавливаются в соответствии с составом нормативов, утвержденных государственными организациями. Эти нормативы выступают в форме ограничений на деятельность систем водопользования.

Для реализации указанного экономического механизма, включающего и организационно-структурную перестройку, необходимо совершенствование правовой базы водохозяйственной деятельности. Очевидно, что в каждом из направлений должны рассматриваться организационно-правовые преобразования, осуществляемые на различных уровнях: предприятия - регион - отрасль в целом.

Введение предлагаемого экономического механизма является сложной проблемой, затрагивающей интересы государства как собственника водного фонда, эксплуатационных водохозяйственных предприятий, водопользователей. Осуществление его окажет влияние на систему ценообразования на услуги эксплуатационных водохозяйственных предприятий по содержанию и эксплуатации водных объектов и гидротехнических сооружений и существенно усилит экономическое стимулирование рационального использования водных объектов и их охрану от загрязнения и истощения.

УДК 626.923.2

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГТС**

**М. Б. Дуэль**

ОАО «Севкавгипроводхоз», Пятигорск, Россия;

**И. Ф. Юрченко**

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В последнее время в сфере мелиорации наметились положительные изменения в подходах к решению задач обеспечения надежности и безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Департамента мелиорации земель и технического обеспечения Минсельхоза РФ.

В соответствии с поручением Комиссии Правительства Российской Федерации по вопросам агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса от 06.07.2005г (протокол заседания комиссии №7) ОАО «СЕВКАВГИПРОВОДХОЗ» совместно с ВНИИГиМ выполнил по заданию Депмелиотехобеспечения разработку Программы по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений федеральной формы собственности на территории Южного Федерального округа (далее по тексту Программы).

В процессе разработки Программы:

- сформирована система показателей и критериев для оценки технического состояния и уровня безопасности ГТС, определения очередности выполнения планово предупредительных мероприятий и потребности в ассигнованиях для их реализации;

- определено наличие проектно сметной документации на выполнение мероприятий повышения безопасности ГТС и необходимость в ее разработке;

- выполнена оценка потребности в проведении специальных исследований по надежности ГТС и риску возникновения чрезвычайных ситуаций и/или потребности в выполнении научно исследовательских работ (НИР);

- создан инструментарий информационного обеспечения разработки мероприятий безопасности ГТС (алгоритмы, процедуры и компьютерная система для ввода, хранения, обработки и предоставления необходимой информации в удобной и привычной для пользователя форме).

Важным аспектом разработки Программы является оценка эффективности инвестиций, требующихся для ее последующей реализации.

В рамках настоящей статьи изложены методические подходы, используемые при определении эффективности инвестиционного проекта по обеспечению безопасности ГТС.

Расчеты эффективности Программы базируются на «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)», утвержденных Министерством экономики, Министерством финансов Российской Федерации, Государственным комитетом Российской Федерации по строительной, архитектурной и жилищной политике (№ВК-477 от 21.06.1999 г.), и «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель» (РД-АПК 3.00.01.003-03), согласованных с Министерством экономики и утвержденных Министерством сельского хозяйства РФ 24.01.2003г.

Для определения возможности государственной поддержки проекта оценивалась общественная эффективность Программы в целом, учитывающая последствия осуществления Программы для общества с точки зрения единственного участника проекта (государства) в целях выяснения потенциальной привлекательности проекта для возможных других участников.

При оценке общественной эффективности Программы определялись *денежные потоки от инвестиционной и операционной деятельности* за весь расчетный период эффективного функционирования ГТС, принятый равным 25 годам. В *денежных потоках* учитывались как изменение непосредственных результатов (*притоков*) и затрат (*оттоков*) за счет реализации инвестиционного проекта в мелиорации, так и «внешние» результаты (*притоки*) в смежных секторах экономики (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, водоснабжение), а также экологические, социальные и иные внеэкономические результаты.

В качестве основного критерия для оценки эффективности принят дисконтированный прирост чистого дохода (ДПЧД) от инвестиционной и операционной деятельности, определяемый как накопленное за весь расчетный период сальдо приростного денежного потока.

$$\text{ДПЧД} = \sum_m f_m a_m$$

где:  $\sum f_m$  – сальдо приростного денежного потока на  $m$ -м шаге;

$\alpha_m$  – коэффициент дисконтирования, а сумма распространяется на все шаги расчетного периода;

$m$  – количество лет рассматриваемого периода.

$$\alpha_m = 1/(1+E)^m$$

$E$  – норма дисконта. В соответствии с рекомендациями (РД-АПК 3.00.01.003-03) принята равной 6%.

*Социально-экономические и эколого-экономические результаты* достигаются после осуществления строительных работ.

*Социально-экономический эффект* в результате осуществления мелиоративного инвестиционного проекта (МИП) определялся в сфере налоговых поступлений в бюджет и учитывает налог на добавленную стоимость, единый социальный налог и налоги на доходы физических лиц.

Неотъемлемой составной частью эффективности государственных инвестиций является эффект мультипликации. Социально-экономическая эффективность в статье “Налоги” повышена при учете эффекта мультипликатора в таких отраслях, как сельское хозяйство и строительство. Мультипликативный эффект учитывался введением повышающего коэффициента на вышеуказанные налоги. Количественное значение мультипликационного коэффициента для сельского хозяйства и строительства получено по рекомендациям /Старов Н.Н., 2000, Зинченко А.П., 2002/. Он изменяется от 1,41 до 4,0 соответственно для строительства и сельского хозяйства.

В основу определения размера налоговых поступлений в бюджет с учетом мультипликатора при определении эффективности инвестиций в «Программу» положена величина мультипликатора 1.4 и 1.9 соответственно в строительстве и сельском хозяйстве.

*Эколого-экономический результат* осуществления МИП определялся по величине предотвращенных убытков, причиняемых авариями потенциально опасных ГТС. Расчеты убытков включают определение реального (прямого) ущерба и упущенной выгоды, которые могут понести физические и юридические лица.

Кроме основного критерия при оценке эффективности МИП использовался прирост чистого дохода, сроки окупаемости затрат по приросту чистого дохода и дисконтированному приросту чистого дохода.

Выполнены расчеты эффективности программы для трех вариантов распределения инвестиций пессимистического, реалистического и оптимистического. Варианты различаются объемами ежегодной реализации эксплуатационных мероприятий по обеспечению безопасности ГТС ЮФО (табл.1.).

Таблица 1 - Объемы реализации эксплуатационных мероприятий

Объем капиталовложений, млн. руб	Всего	в том числе по годам									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Пессимистический	27172,1	3532,4	3532,4	3532,4	3532,3	2173,8	2173,8	2173,8	2173,8	2173,8	2173,7
Реалистический	27172,1	4456,2	4836,6	4836,6	4021,5	4021,5	4999,7				
Оптимистический	27172,1	4021,5	4999,7	8070,1	10080,8						

Затраты федерального бюджета на эксплуатационные планово-предупредительные мероприятия по безопасности ГТС ЮФО обеспечивают пропорциональное снижение потенциальных ущербов от возможных аварийных ситуаций, в том числе в размере 7 -14% в период 2006-2010г.г.

Сравнительная характеристика эффективности вариантов представлена в таблице 2. Анализ материалов оценки свидетельствуют об удовлетворительной эффективности инвестиций в программу «Безопасность».

По всем вариантам как дисконтированный прирост чистого дохода так и прирост чистого дохода положителен, что свидетельствует о целесообразности государственной поддержки инвестиций в программу.

### ***Эколого-экономический эффект***

Экологический результат Программы достигается за счет проведения эксплуатационных планово предупредительных мероприятий (ремонта, капитального ремонта и реконструкции ГТС):

- защитой от затопления, подтопления, заболачивания и засоления земель сельскохозяйственного назначения; территорий и населенных пунктов; рыбных запасов;

- сохранением производства электроэнергии;

- обеспечением питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Эколого-экономический результат Программы представляет собой оценку предотвращенного ущерба от недобора сельскохозяйственной продукции в зоне затопления и подтопления сельскохозяйственных земель, снижения рыбопродуктивности из-за ликвидации рыбоводных прудов, снижения производства электроэнергии, нарушения водообеспечения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, затопления территории и населенных пунктов.

Для расчета предотвращенного ущерба использован метод укрупненной оценки. Он базируется на использовании данных о параметрах гидродинамической аварии ГТС и данных макроэкономического состояния территорий, подверженных негативному воздействию этой аварии. Метод применяется при отсутствии и невозможности получения электронных карт, он ориентирован на использование имеющейся и доступной информации об освоении территории зон затопления.

Экономическая оценка ущербов определяется при среднестатистических значениях стоимости основных фондов в целом по региону с выделением в зоне затопления подзон, различающихся по хозяйственному использованию: городскую застройку, сельские населенные пункты, сельхозугодия и т.д.

Определение предотвращенного ущерба выполнялось по данным, представленным ФГУ «Управление «Мелиоводхоз» МСХ России и ФГУ Управления эксплуатации объектов межреспубликанского назначения ЮФО по каждому потенциально-опасному ГТС.

Для определения косвенного ущерба (упущенной выгоды) использовались следующие данные:

Таблица 2 - Результаты оценки эффективности МИП «Программа «Безопасность»

№	Наименование	Ед. изм.	ВАРИАНТЫ		
			Пессими- стический	Реалистический	Оптимис- тиче- ский
1	Дисконтированный прирост чистого дохода	млн. руб	29898.4	33334.9	34077.2
	- в том числе за период 2006 – 2010 гг.		1524.92	1995.59	2610.40
2	Прирост чистого дохода	млн. руб	121056.8	134070.9	137976.2
	- в том числе за период 2006 – 2010 гг.		1925.17	2519.38	3295.57
3	Срок окупаемости по дисконтированному приросту чистого дохода	лет	4	4	4
4	Срок окупаемости по приросту чистого дохода	лет	4	4	4
5	Социально экономический эффект	млн. руб	33535,2	38976,9	39534,3
	- в том числе за период 2006 – 2015 гг.		22169,4	25895,64	26551,16
6	Эколого-экономический результат	млн. руб	137626.9	146731.8	150730.9
	- в том числе за период 2006 – 2015 гг.		72400.89	81545.57	85504.82
7	Прибыль от операционной деятельности	млн. руб	1070.4	4979.6	4885.9
	- в том числе за период 2006 – 2015 гг.		573.42	2767.19	2771.65
8	Затраты на техническую эксплуатацию ГТС	млн. руб	22933.3	24465.7	25116.8

- размер регулярно орошаемых площадей, исключаемых из полива;
- размер рыбоводных прудов, на которые прекращается водоподача;
- количество человек проживающих в населенных пунктах, где будет прекращено питьевое и хозяйственно бытовое водоснабжение;
- количество электроэнергии, выработка которой будет прекращена гидроэлектростанциями на магистральных каналах.

Для определения прямого ущерба использовались данные о количестве населенных пунктов, попадающих в зону затопления.

Величина общего предотвращенного эколого –экономического эффекта за расчетный 25 – летний период функционирования системы составит по вариантам

- для пессимистического 137626.9 млн. руб., из них за период 2006-2015гг. 72400.89 млн. руб.; период полного предотвращения ущерба -34 года.
- для реалистического 146731.8 млн. руб., из них за период 2006- 2015гг. 81545.57 млн. руб.; период полного предотвращения ущерба -30 лет.
- для оптимистического 150730.9 млн. руб., из них за период 2006-2015гг. 85504.82 млн. руб.; период полного предотвращения ущерба -28 лет.

### ***Социально- экономический эффект программы***

Социальный эффект при выполнении мероприятий программы обеспечивается поступлением в бюджет налогов, величина которых составляет:

- для пессимистического варианта 33535,2 млн. руб., в том числе налог на добавленную стоимость 6847.4 млн. руб., единый социальный налог – 1794.0 млн. руб., налог на доходы физических лиц 635.8 млн. руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006-2015гг составят -22169,4млн. руб, из них за счет НДС 6847.37 млн. руб, единый социальный налог -1794.01 млн. руб, налог на доходы физических лиц -890.16 млн. руб.

- для реалистического варианта 38976,9млн. руб., в том числе налог на добавленную стоимость 6847.4 млн. руб., единый социальный налог – 1794.0 млн. руб., налог на доходы физических лиц 890.2 млн. руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006-2015гг составят -25895,64млн. руб, из них за счет НДС 6847.37 млн. руб, единый социальный налог -1794.01 млн. руб, налог на доходы физических лиц -890.16 млн. руб.

- для оптимистического варианта 39534,3млн. руб., в том числе налог на добавленную стоимость 6847.4 млн. руб., единый социальный налог – 1794.0 млн. руб., налог на доходы физических лиц 890.2 млн. руб. Налоговые поступления в бюджет за период 2006-2015гг составят -26551,16 млн. руб, из них за счет НДС 6847.37 млн. руб, единый социальный налог -1794.01 млн. руб, налог на доходы физических лиц -890.16 млн. руб.

Налог на добавленную стоимость принят в соответствии в действующими нормативами 18% от сметной стоимости строительства и 10% от выручки за сельскохозяйственную продукцию. Единый социальный налог составляет 26,2%.налоги на доходы с физических лиц – 13% от фонда заработной платы.

Фонд заработной платы по рекомендациям /Краснощеков В.Н.,2001/ определяется в размере 18% от сметной стоимости строительства.

### **Заключение**

Как отмечалось выше все рассмотренные варианты имеют положительную общественную эффективность и практически одинаковый срок окупаемости. Вместе с тем показатели - денежные потоки от инвестиционной и операционной деятельности, социально-экономический и эколого-экономический эффекты - выше у оптимистического варианта. Пессимистический вариант имеет самые низкие значения этих показателей.

С учетом реальной оценки возможности строительных организаций по освоению инвестиций в реконструкцию и капитальный ремонт ГТС ЮФО к реализации рекомендован «Реалистический вариант» распределения инвестиций в Программу «Безопасность».

### **Литература**

- 1.Зинченко А.П. Сельское хозяйство в системе национального счетоводства. М., МСХ., 2002.
- 2.Краснощеков В.Н.Теория и практика эколого-экономического обоснования комплексных мелиораций в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. Московский государственный университет природообустройства. М., 2001.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). М.1999 г.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. (РД-АПК 3.00.01.003-03).
5. Старов Н.Н. Теория и практика использования инвестиционного мультипликатора при обосновании целесообразности развития транспортной инфраструктуры: Автореферат дисс...к.э.н., М, 2000.

УДК 502.7

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КАК ФАКТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**В.В. Каштанов,**

ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Одним из основных путей обеспечения устойчивого экономического развития сферы сельскохозяйственного производства является ресурсосбережение, заключающееся в развитии технологий, которые обеспечивают не только процесс удовлетворения потребностей общества, но и наиболее рациональное использование природных ресурсов и защиту окружающей среды.

Сельское хозяйство большого количества стран развивается на базе орошаемого земледелия. В Российской Федерации, например, самым распространенным видом орошения является дождевание. Этим способом орошается около 96% поливных площадей. По осредненным данным в мире расходуется от 1,7 до 2,5 тыс. км<sup>3</sup> пресных вод на одно только орошение, а все отрасли хозяй-

ства вместе потребляют её около 3,3 тыс. км<sup>3</sup> [1]. При этом, использование устаревших технологий полива и несовершенной дождевальной техники, сопровождается потерей 50% и более оросительной воды, большими энергетическими и материальными затратами, деградацией орошаемых земель [3] и рядом других экологически опасных факторов.

В общем случае, экологически опасные факторы воздействия на окружающую среду можно разделить на два основных типа: природные и антропогенные.

Дождевальная техника по определению является антропогенным объектом, т.е. объектом, созданным человеком для обеспечения его социальных потребностей и оказывает соответствующее воздействие на окружающую среду. Такое воздействие принято характеризовать пятью основными классами экологической опасности: экономическим, политическим, социальным, правовым и непредвиденным [2]. Понятно, что основанием для такой классификации являются основные виды человеческой деятельности.

Для характеристики дождевальной техники, использующей природный объект – воду, наиболее значимым является экономический класс антропогенного воздействия на окружающую среду. Основными показателями этого класса являются ресурсные и энергетические факторы.

К ресурсным факторам при оценке дождевальной техники следует отнести, прежде всего, использование воды, необоснованное потребление которой и нерациональное распределение в виде дождя по орошаемой площади сопровождается поверхностным стоком и эрозией почвы. Это приводит к чрезмерным агротехническим нагрузкам на почву, ухудшает её состояние и снижает урожайность орошаемых сельскохозяйственных культур.

Техническими характеристиками дождевальных машин и установок, отражающими ресурсный фактор антропогенного воздействия на природные объекты, являются: расход воды машиной; средняя интенсивность искусственного дождя, отражающая дождевую нагрузку на орошаемую площадь; средний диаметр капель дождя; равномерность распределения воды (коэффициент эффективного полива). Для снижения негативного влияния ресурсного фактора в практике использования дождевальной техники применяют приёмы экономного расходования воды, связанные с внедрением прогрессивных технологий, обеспечением экологически безопасных параметров искусственного дождя, учетом конкретных природно-климатических условий эксплуатации и организации орошаемой территории [4].

Энергетический фактор экономического класса антропогенного воздействия дождевальной техники определяется её концентрацией на сельскохозяйственных производственных объектах, что ведет к концентрации потребления энергии и необходимости перераспределения её между антропогенными объектами. Кроме того, энергетический фактор экологической опасности проявляется в сбоях при поставке энергии, обеспечивающей работоспособность технических средств орошения.

Реальными вариантами решения этой проблемы, с целью сбалансированного использования энергии, являются: уменьшение энергопотребления; повы-

шение надежности работы дождевальных систем; максимальное использование рабочего времени машин и операторов.

На практике это достигается путем снижения напора потока воды на входе в машину или установку, при условии обеспечения экологически безопасных характеристик искусственного дождя и/или путем устранения причин, вызывающих сбои (отказы) в работе технического средства орошения, связанные с прекращением подачи энергии, как электрической, так и гидравлической.

Для иллюстрации уровня энергетических затрат на орошение, показательна следующая статистика. На производство одного и того же вида продукции в странах СНГ расходуется энергии в два-три раза больше, чем, например, в США и Японии [5].

Техническими характеристиками дождевальной техники, влияющими на энергетический фактор, являются: напор воды на входе в машину или установку; коэффициент использования времени смены; коэффициент готовности.

В таблице 1 приведены количественные значения показателей ресурсных и энергетических факторов экономического класса антропогенного воздействия на окружающую среду серийных и усовершенствованных (модернизированных) дождевальных машин и установок [6]. Анализ этих данных, полученных при Государственных испытаниях дождевальной техники (Владимирская МИС) позволяет констатировать следующие факты:

- технические и качественные характеристики модернизированных дождевальных машин существенно выше характеристик серийных машин;
- экологическая направленность усовершенствования характеристик дождевальной техники позволяет предупредить её негативное воздействие на окружающую среду и расширить диапазон применимости дождевальных машин;
- вновь создаваемая дождевальная техника, стационарная оросительная система для полива рассады овощных культур, выращиваемой в кассетах, дождевальная установка ДШУ-0,9М (табл. 1) имеет агротехнические показатели, обеспечивающие экологически безопасные технологии полива.

Усовершенствование дождевальной техники позволяет также повысить экономический эффект её применения, уровень рентабельности орошаемого земледелия с 50% при орошении серийными дождевальными машинами до 250% при дождевании модернизированными машинами [6].

В ФГНУ ВНИИ «Радуга» (г. Коломна Московской области) накоплен большой опыт модернизации многих видов дождевальной техники на действующих оросительных системах России [7]: Республике Башкортостан, Ставропольском и Краснодарском крае, Челябинской и Рязанской областях, Москве и большинстве районов Московской области.

Использование усовершенствованной дождевальной техники и внедрение новых технологий снижает водопотребление на орошаемых площадях до 40-60% [1], а энергопотребление на 15...20% в сравнении с серийными дождевальными машинами [8].

Таблица 1 – Показатели факторов экономического класса антропогенного воздействия на окружающую среду серийной и модернизированной дождевальной техники

Наименование показателя	Тип дождевальной техники и значения показателей									
	Фрегат-Н (7 тел)		Кубань-ЛК		ДДА-100МА		Стац. оро-сит. система		ДШУ-0,9М	
	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М
<b>Ресурсные факторы</b>										
Расход воды, л/с	28	20	75	63	130	100	5,4	2,4	1,0	0,9
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3	0,3	0,9	0,4	4,85	2,22	0,77	0,33	0,3	0,2
Средний диаметр капель, мм	1,5	0,9	1,0	1,0	1,3	0,8	1,2	0,6	0,9	0,8
Коэффициент эффективного полива	0,6	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,50	0,77	0,6	0,8
<b>Энергетические факторы</b>										
Напор воды на входе, МПа	0,5	0,4	0,4	0,3	0,37	0,25	0,20	0,15	0,3	0,1
Коэффициент использования времени смены	0,8	0,9	0,8	0,9	0,75	0,92	0,80	0,92	0,7	0,9
Коэффициент готовности	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,95	0,95	0,99	0,8	0,9

С – серийная; М – модернизированная

С 2004 года на основе разработок ФГНУ ВНИИ «Радуга» организован промышленный выпуск усовершенствованных образцов дождевальной техники. Это позволит решать вопросы продовольственной и экономической безопасности страны на основе стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур при улучшении качества полива, снижении энергозатрат и обеспечении экологической безопасности агроландшафта.

#### Литература

1. К. П. Арент «Экономические аспекты экологизации развития народного хозяйства» МГУП, М., 2001, 193 с.
2. А.Г. Шмаль Национальная система экологической безопасности. Издательство: МУП «ИКЦ БНТВ», 2004г., г. Броницы, 200 с.
3. Н.И. Парфенова Потенциальная экологическая устойчивость геосистем к мелиоративному и водохозяйственному воздействию ВНИИГиМ, Москва, 2002, 28 с.
4. Е.В. Полуэктов, М.И. Арбузов Методология организации территории на экологическом ландшафтном основании - Новочеркасск, НГМА, 2000 г. 114 с.
5. В.А. Василенко Экология и экономика: Проблемы и поиски путей устойчивого развития. // Аналитический обзор. Новосибирск.: РАН СО, 1995, 122 с.
6. В.В. Каштанов Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук «Технология и дождевальная установка для орошения приусадебных и садово-огородных участков», Рязань, РГСХА, 2005 г. , 186 с.
7. А. И. Рязанцев Механико-технологическое совершенствование дождевальной техники. Монография-Коломна, ФГОУ Коломенский ИППК Минсельхоза РФ, 2003,-246 с.
8. Протоколы Государственных испытаний Владимирской МИС № 1180062, 4180142, 2180092, 1180012, 1180022.

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Л.В. Кирейчева, И.В. Белова**

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия;

**М.В. Глистин, М.Т. Устинов**

ФГУП «Запсибгипроводхоз, Новосибирск, Россия

Барабинская низменность (Бараба) расположена в северной и западной частях Новосибирской области и занимает площадь 11,7 млн. га, т.е. 62 % всей территории области. Разнообразие климатических, почвенных, геологических, гидрогеологических, гидрологических условий, наряду со значительной заболоченностью территории, является отличительной особенностью Барабинской низменности и придает уникальность этому природному объекту. Заболоченность территории Западно-Сибирской равнины предопределена сочетанием природных факторов – гумидным климатом, плоским рельефом, неудовлетворительной дренирующей способностью речной сети.

Вследствие значительного разнообразия природных условий почвенный покров Барабы представлен широким спектром почв и их комбинаций. В Барабе распространены черноземы, приуроченные к гривам и предгорным равнинам, луговые солончаковые и солонцеватые, лугово-болотные, болотные солончаковые, солонцеватые и осолоделые почвы, а также солонцы и солончаки /1,2/. Кроме того, значительные площади занимают лугово-черноземные почвы, большей частью солонцеватые, отличающиеся высоким потенциальным плодородием. Разновидностями черноземных и лугово-черноземных почв занято более 50 % площади пахотных земель, а также более 40 % площадей кормовых угодий.

Характеристика основных рассматриваемых типов почв представлена в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что обеспеченность почв азотом колеблется от низкой (на черноземах) до высокой (на торфяниках). Содержание калия практически везде высокое, а фосфора – низкое на солонцах и южном черноземе, среднее – на обыкновенном черноземе и торфяниках, на остальных почвах содержание доступных форм фосфора достаточное. Практически все почвы засолены: сумма солей находится в пределах от 0,029 (чернозем обыкновенный) до 2,6 % (солончак луговой). По гранулометрическому составу почвы делятся на средне- и тяжелосуглинистые.

В настоящее время на большей части Барабинской низменности наблюдается подъем уровня грунтовых вод, причиной чего, наряду с климатической стадией повышенного увлажнения, является выход из строя более 90% магистральных осушительных каналов из-за прекращения работ по их эксплуатации и ремонту. Это привело не только к снижению природно-ресурсного потенциала, но и ухудшению социально-экономических условий – подтоплено большинство районных центров и около 200 сельских населенных пунктов; разрушаются до-

рожные покрытия; создается угрожающая санитарно-эпидемиологическая обстановка. Особую тревогу вызывает состояние сельхозпроизводства Барабы, так как в этом регионе сосредоточена основная часть (47%) сельскохозяйственных земель Новосибирской области.

Таблица 1 – Характеристика основных типов почв (по данным Запсибгипрводхоза)

Тип почвы	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	рН	Гумус, %	С <sub>гк</sub> / С <sub>фк</sub>	Мощность гумус. горизонта, см	Содержание физической глины, %	Сумма солей, %
	мг/100г								
Черноземно-луговая солонцевато-солончаковатая	2,6	18	22,3	8,0	8,3	1,5	30-50	38,4	0,052-0,200
Чернозем выщелоченный	4,8	17	22,4	6,7	6,0	1,2	25-45	45,5-48,0	-
Чернозем обыкновенный	2,22	11	4,9	6,9-7,5	4-5	1,2	25-45	37,9-39,4	0,029
Чернозем южный	2,6	1,3	9	7,3	4,6	1,2	18-35	31,2-32,1	-
Лугово-черноземная солонцеватая	4-7	3 -9	15-45	7,2	7-9	1,5	30-50	44,9-65,3	0,078
Луговая солонцевато-солончаковатая	6,77	14	28,1	7,3	6,2-10	1,5	30-45	52,1-59,9	0,304
Торфянисто-болотная	2,14 %	4	6	7,2	13	0,4	20-30	61,1	более 2
Торфяно-болотная	2,14 %	4	6	5,9-7,3	13	0,5	30-50	61,1	
Солонец глубокоореховатый	4,04	5,0	20	7,1	6,1	1,5	18-25	45,0-63,7	0,081-0,566
Солонец среднестолбчатый	4,75	5,0	20,0	6,7	6,2	1,5	10-18	45,0-52,0	0,093-0,175

Сельскохозяйственное производство является основным направлением народного хозяйства во всей Новосибирской области. На территории Барабинской низменности под сельхозугодиями занято 4099,5 тыс. га, что составляет 37% ее общей площади, в том числе пашни – 1505, 4 тыс. га (13,7 %), сенокосов и пастбищ – 2568,7 тыс. га (23,4 %).

Растениеводческая отрасль в основном направлена на производство зерна и обеспечение животноводства кормами (66,4 % и 30,1% посевной площади соответственно) /5/. Производственная деятельность сельскохозяйственных предприятий в Барабе имеет молочно-мясное направление с развитым зерновым производством. В связи со снижением урожайности основных сельскохозяйственных культур, уменьшается кормовая база для животноводства.

Решить проблему обеспечения населения Барабы сельскохозяйственной продукцией в полном объеме и улучшить качество жизни сельского населения возможно за счет развития производительных сил АПК. Основные усилия должны быть направлены не только на восстановление осушительных систем, но и проведение комплексной мелиорации для повышения природно-ресурсного потенциала Барабинской низменности, сельхозугодья которой способны удовлетворить потребность животноводства в кормах, а, следовательно, население – в основных продуктах питания. В связи с этим целью комплексной мелиорации Барабы является более полное использование природно-ресурсного потенциала территории для устойчивого развития сельскохозяйственного производства путем **создания гарантированной кормовой базы** животноводческой отрасли и улучшение социально-экономических условий.

Эффективность проведения мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение мелиоративного состояния сельскохозяйственных угодий, повышение их плодородия и создание высокопродуктивных и устойчивых агроландшафтов, обеспечивающих стабильное развитие сельского хозяйства, оценивалась по двум интегральным показателям состояния агрогеосистемы: продуктивности сельскохозяйственных угодий и их экологической устойчивости.

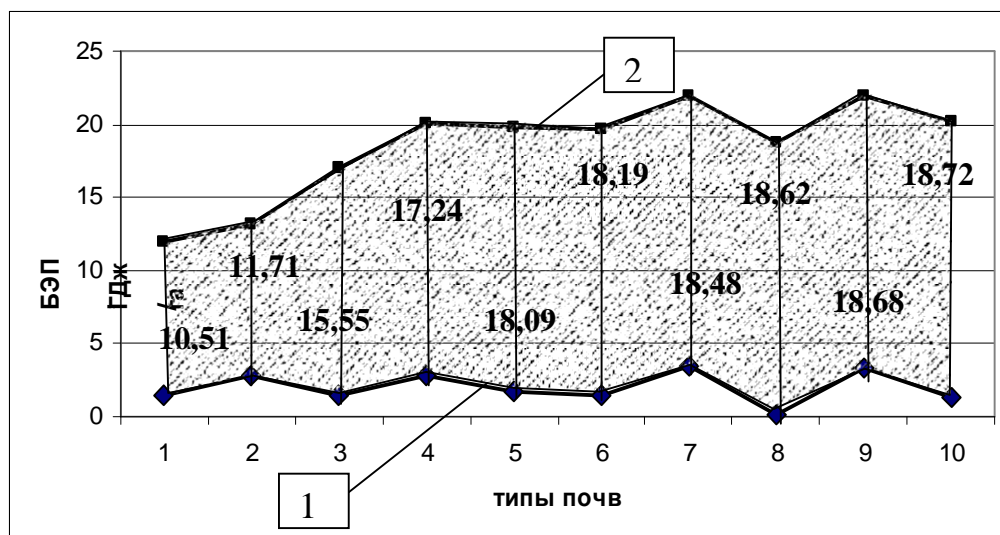
Проведенные расчеты показали, что наименьшей продуктивностью характеризуется торфянисто-болотная почва (табл. 2), а наибольшей – обыкновенные черноземы, хотя показатель его почвенного плодородия не самый высокий. Это объясняется тем, что при расчете величины продуктивности агрогеосистемы учитываются не только почвенные, но и климатические показатели, заметно снижающие продуктивность при неблагоприятных природных условиях.

Таблица 2 - Фактическая, потенциальная и экологически допустимая продуктивность с/х угодий, т з.ед./га

Тип почвы	Продуктивность, т з.ед./га		
	фактическая	потенциальная на возможная	экологически допустимая
Чернозем выщелоченный	0,68	4,57	<b>3,80</b>
Чернозем обыкновенный	0,72	4,57	<b>3,85</b>
Чернозем южный	0,31	3,50	<b>2,81</b>
Черноземно-луговая солонцевато-солончаковатая	0,30	3,54	<b>2,38</b>
Лугово-черноземная солонцеватая	0,57	2,74	<b>2,65</b>
Луговая солонцевато-солончаковатая	0,58	4,17	<b>2,66</b>
Торфянисто-болотная	0,02	3,90	<b>1,69</b>
Торфяно-болотная	0,37	4,14	<b>2,87</b>
Солонец глубокоореховатый	0,29	4,20	<b>3,42</b>
Солонец среднестолбчатый	0,31	4,10	<b>3,44</b>

Потенциально возможная продуктивность в данных почвенно-климатических условиях при благоприятном сочетании всех внешних факторов окружающей среды, включая высокий агротехнический фон (достаточное внесение минеральных и органических удобрений), полное соответствие требований растений к параметрам увлажнения и температуре, высокий уровень культуры производства, является продукционным потенциалом сельхозугодий. Но достижение продукционного потенциала может негативно сказаться на экологическом состоянии из-за высокой нагрузки на агроландшафт. Величина экологически обоснованной продуктивности почв, вовлекаемых в сельхозпроизводство, оценивалась с учетом их биоэнергетического потенциала (БЭП), т.е. полезной энергии органического вещества, которая обеспечивает непрерывность энергетического потока и может быть усвоена живыми организмами [3].

Биоэнергетический потенциал фактической продуктивности сельскохозяйственных культур (нижняя кривая) и их возможной продуктивности (верхняя кривая) для различных типов почвы представлен на рисунке 1.



Примечание: Типы почв: 1 - чернозем южный; 2 - лугово-черноземная солонцеватая; 3 - черноземно-луговая солонцевато-солончаковатая; 4 - луговая солонцевато-солончаковатая; 5 - торфяно-болотная; 6 - солонец среднестолбчатый; 7 - чернозем обыкновенный; 8 - торфянисто-болотная осолоделый солончак; 9 - чернозем выщелоченный; 10 - солонец глубокоореховатый.

Рисунок 1 - Биоэнергетический потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур для различных типов почвы до проведения комплекса мелиораций (1) и после (2)

На черноземе южном для обеспечения потенциальной продуктивности требуется совершить наименьшую работу, то есть вложить меньше антропогенной энергии, а на выщелоченном черноземе требуется максимальное вложение энергии в связи с тем, что они деградированы в большей степени.

Величина продуктивности сельскохозяйственных угодий с учетом экологических ограничений ниже их максимально возможной продуктивности в

среднем на 27-30% (табл. 2). Она является критериальным значением, увеличение которого приведет к развитию негативных последствий в агроландшафте и снижению его экологической устойчивости.

Из таблицы следует, что продуктивность сельскохозяйственных угодий в современных условиях в 6-7 раз ниже, чем она может быть при применении современных технологий.

Коэффициент экологической устойчивости территории (почвенного выдела) ( $K_y$ ) определялся в зависимости от типа воздействия на агроэкосистему, основных параметров состояния мелиорированного агроландшафта и их оптимальных значений. Фактические значения коэффициента экологической устойчивости и потенциально возможные при проведении комплексных мелиораций представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Коэффициенты устойчивости для каждого типа почвы

Тип почвы	Коэффициент экологической устойчивости	
	фактический	потенциально возможный
Чернозем выщелоченный	<0,1	0,87
Чернозем обыкновенный	0,72	0,9
Чернозем южный	0,56	0,97
Черноземно-луговая солонцевато-солончаковатая	<0,1	0,96
Лугово-черноземная солонцеватая	<0,1	0,97
Луговая солонцевато-солончаковатая	<0,1	0,95
Торфянисто-болотная осолоделый солончак	<0,1	0,98
Торфяно-болотная	<0,1	0,98
Солонец глубокоореховатый	<0,1	0,99
Солонец среднестолбчатый	<0,1	0,99
Солончак луговой	<0,1	0,97

Практически все почвы рассматриваемой территории, используемые в сельхозпроизводстве, за исключением черноземов обыкновенных, в современных условиях имеют коэффициент устойчивости ниже критериального значения ( $K_y < 0,7$ ). Причинами тому служит подтопление территории, недостаток питательных веществ (минеральных и органических) в почве, ее засоленность. Вместе с тем, некоторые почвы отличаются высоким содержанием гумуса и большой мощностью гумусового горизонта, но несбалансированность почвенных показателей (содержание гумуса, обеспеченность элементами минерального питания, кислотность почвы, ее гранулометрический состав и др.) понижает их экологическую устойчивость.

Вышеприведенный анализ показал, что современное состояние сельскохозяйственных угодий Барабинской низменности можно оценить как неудовлетворительное. Почвы этих земель обедняются, деградируют, воспроизводства почвенного плодородия не происходит, вследствие чего снижается продуктивность сельхозугодий, и их экологическая устойчивость. В настоящее время на-

блюдается низкая фактическая урожайность при достаточно высокой потенциально возможной. Комплексная мелиорация является основным инструментом для реализации этого потенциала, позволяющая создать собственную кормовую базу для животноводства, удовлетворить потребность населения в мясных и молочных продуктах, создать резерв этих продуктов для реализации, и в результате повысить экономический потенциал области.

Для повышения природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий Барабинской низменности были рассмотрены следующие сценарии развития территории при проведении мелиораций:

1. Реконструкция существующих осушительных систем на площади 25,3 тыс. га.

2. Реконструкция существующих осушительных (25,3 тыс. га) и оросительных систем площадью 0,8 тыс. га.

3. Проведение агромелиоративных мероприятий практически на всей площади с/х угодий – 3008,4 тыс.га:

-химическая мелиорация солонцов (доза внесения гипса 10-15 т/га, может достигать до 40 т/га) на площади 1,2 тыс. га;

-агротехнические мелиорации. Доза внесения минеральных удобрений: азота - 60-80, фосфора – 40-70, калия – 90-100 кг д.в./га. Органические удобрения в полевых севооборотах поступают в почву либо при запуске измельченной соломы, либо при выращивании сидератов. На солонцах рекомендуется проводить рыхление и глубокую вспашку;

-биологические мелиорации: выращивание в кормовых севооборотах с/х культур, устойчивых к засолению и осолонцеванию (люцерну, донник, костреч безостый, пырей и т.д.).

4. Совместное проведение реконструкции существующих осушительных систем и комплекса агромелиоративных мероприятий.

5. Реализация адаптивного комплекса мелиоративных мероприятий, предполагающего проведение реконструкции существующих осушительных и оросительных систем, строительство дополнительных осушительно-увлажнительных систем, развитие лиманного орошения, проведение в полном объеме агромелиоративных мероприятий, химической и биологической мелиораций.

По результатам сценарных исследований (табл. 4) можно сделать следующие выводы:

-реконструкция существующих осушительных систем (1-ый сценарий) практически не скажется на увеличении продуктивности сельхозугодий, но позволит повысить коэффициент устойчивости солонцов и торфяно-болотных почв ( $K_y=0,67-0,93$ );

-при осуществлении 2-ого сценария только угодья на черноземах будут экологически устойчивы ( $K_y=0,8-0,84$ ), их продукционный потенциал реализуется на 39 – 91%. Остальные почвы экологически не устойчивы, их продуктивность останется средней по сравнению с максимально возможной;

-реализация агромелиоративных мероприятий, химической и биологической мелиораций (3-ий сценарий) окажет положительное влияние на экологию

ческую устойчивость засоленных почв ( $K_y$  в среднем равен 0,7), но продуктивность их будет низкой (0,72 – 0,9 т з.ед./га);

Таблица 4 – Результаты сценарных исследований

Тип почвы	Продуктивность, т з.ед./га					Коэффициент устойчивости						
	соврем. состояние	варианты сценариев					соврем. состояние	варианты сценариев				
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Чернозем выщелоченный	0,68	0,68	3,44	0,89	0,97	4,57	0,1	0,95	0,8	0,7	0,88	0,87
Чернозем обыкновенн.	0,72	0,72	2,95	1,09	1,2	4,57	0,72	0,42	0,84	0,33	0,92	0,9
Чернозем южный	0,31	0,31	1,1	0,86	0,94	2,5	0,56	0,53	0,83	0,67	0,89	0,97
Черноземно-луговая солонцевато-солончакватая	0,3	0,3	1,05	0,9	1,04	3,54	0,1	0,1	0,1	0,8	0,96	0,96
Лугово-черноземная солонцеватая	0,57	0,57	2,1	0,87	0,96	2,74	0,1	0,33	0,05	0,51	0,98	0,97
Луговая солонцевато-солончакватая	0,58	0,58	2,12	1,15	1,27	4,17	0,1	0,1	0,1	0,81	0,96	0,95
Торфянисто-болотная	0,02	0,02	0,11	0,84	0,93	4,14	0,1	0,1	0,1	0,77	0,99	0,98
Торфяно-болотная	0,37	0,37	2,23	0,84	0,93	4,14	0,05	0,93	0,66	0,77	1	0,99
Солонец глубокоореховатый	0,31	0,31	2,08	0,74	0,81	4,2	0,1	0,67	0,37	0,58	0,98	0,99
Солонец средне-столбчатый	0,29	0,29	2,14	0,72	0,8	4,1	0,1	0,82	0,57	0,73	0,96	0,97

-совместное проведение 1-ого и 3-его сценариев (4-ый сценарий) может повысить экологическую устойчивость всех типов почв ( $K_y=0,88-1$ ), но высокий уровень продуктивности не будет обеспечен. Максимальная урожайность с/х культур составит 1,27 т з.ед./га;

-реализация адаптивного комплекса мелиораций (5-ый сценарий), позволит повысить коэффициент устойчивости всех типов почв до критериального значения ( $K_y=0,87-0,99>0,7$ ), и увеличить продуктивность до 2,5 - 4,5 т з.ед./га. Продуктивность сельхозугодий превышает экологически допустимое значение, поэтому для устойчивого развития мелиорированных земель антропогенную

нагрузку следует снизить до экологически обоснованной величины. Тогда урожайность с/х культур для каждого типа почвы, полученная при осуществлении 5-ого сценария, будет соответствовать критериальной.

Таким образом, только реализация последнего сценария способна обеспечить экологически обоснованную величину продуктивности сельскохозяйственных угодий и критериальное значение коэффициента экологической устойчивости.

Проведенные исследования позволили выявить 2 эффективных сценария развития комплексных мелиораций в Барабинской низменности:

**1. Реалистический** - проведение реконструкции существующих осушительных систем (25,3 тыс. га) на фоне комплекса агромелиоративных мероприятий (350 тыс. га): внесение минеральных и органических удобрений, на солонцах – гипсование, рыхление, глубокая вспашка; выращивание в кормовых севооборотах с/х культур, устойчивых к засолению, осолонцеванию, затоплению и т.д.

**2. Оптимистический** - проведение реконструкции существующих осушительных и оросительных систем, строительство дополнительных осушительно-увлажнительных систем двойного регулирования, развитие лиманного орошения, проведение в полном объеме агромелиоративных мероприятий, химической и биологической мелиораций (табл. 5).

Реализация **реалистического сценария** обеспечит экологическую устойчивость всех типов почв ( $K_y=0,88-1$ ), но не обеспечит расширенное воспроизводство производительных сил региона, т.е. сельскохозяйственное производство будет развиваться по экстенсивному пути. Урожайность сельскохозяйственных культур увеличится в 2,5-3 раза по сравнению с существующей.

Таблица 5 – Комплекс мероприятий по развитию мелиорации Барабинской низменности на 2007-2010 г.г.

№№	Наименование мероприятий	Объем работ, тыс. га	Стоимость мероприятий, млн. руб.
1	Реконструкция существующих осушительных и оросительных систем, в т.ч.:	40,0	3400.0
	-реконструкция осушительных систем	25,3	2500.0
	-реконструкция систем лиманного орошения	13,9	420.0
	-реконструкция оросительных систем с поставкой и монтажом дождевальных установок	0,8	480.0
2	Мероприятия по защите от подтопления и затопления	350,0	260,0
3	Агрохимические мероприятия, в т.ч.:		770.0
	-мелиорация солонцов		15,5
4	Культуртехнические работы на мелиорированных землях	500	10,5

При реализации **оптимистического сценария** развития будет обеспечена высокая продуктивностью сельскохозяйственных земель (1,69 - 3,80 т з.ед./га) при их устойчивом развитии ( $K_y$  возрастает до 0,99). Комплексная мелиорация позволит повысить и сохранить плодородие почв: интегральный показатель плодородия почвы повысится в среднем в 1,5 раза по сравнению с современным состоянием. Все это будет способствовать повышению агроэкономического потенциала региона. Удовлетворение населения качественными продуктами питания (мясными и молочными) в соответствии с медицинскими нормативами будет осуществляться за счет их собственного производства, дополнительная продукция может быть использована для расширения поголовья скота или для реализации кормов в другие районы области или за ее пределы.

Анализ результатов оценки эколого-экономической эффективности мелиоративных проектов, проведенной по методике /4/, показал, что рассматриваемые сценарии являются экономически обоснованными, так как дисконтированный прирост чистого дохода положителен, а срок окупаемости с учетом дисконта составляет 2 и 4,5 года для реалистического и оптимистического сценариев соответственно (табл. 6). Следует отметить, что показатели эффективности участия государства в проекте развития комплексной мелиорации Барабы находятся на высоком уровне: срок окупаемости с учетом дисконта равен 5.7 годам; дисконтированный прирост чистого дохода - 2367,94 млн. руб.

Таблица 6 – Результаты оценки экономической эффективности рассматриваемых сценариев (общественной и бюджетной)

Показатели	Ед. изм.	Реалистический сценарий		Оптимистический сценарий	
		Общественная	Бюджетная	Общественная	Бюджетная
Объем капиталовложений	млн. руб.	1592.0	592.0	4440.50	4440.50
Дисконтированный прирост чистого дохода	млн. руб.	3612.93	635.89	8109.46	2367.94
Прирост чистого дохода	млн. руб.	14628.51	3225.48	18006.5	6520.44
Срок окупаемости с учетом дисконта	лет	2	4,5	4,5	5,7
Срок окупаемости по приросту чистого дохода	лет	2	4,2	4,1	5,5
Сумма предотвращенного ущерба (за расчетный период)	млн. руб.	7516.44	-	18928.0	-
Социально-экономический эффект	млн. руб.	4842.25	6544.88 (с учетом мультипликативного эффекта)	4996.94	11690.40 (с учетом мультипликативного эффекта)

Таким образом, развитие комплексной мелиорации Барабы, направленное на полное использование природно-ресурсного потенциала агроландшафтов путем создания оптимальных почвенно-климатических условий за счет проведения осушительных, оросительных, культуртехнических, химических, биологических, агролесотехнических и других видов мелиораций, позволит решить проблему обеспечения населения области достаточным количеством сельскохозяйственной продукции. Рекомендуемый комплекс мелиоративных мероприятий является экономически эффективным для общества в целом.

#### Литература

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. – Новосибирск, 2002.
2. Елизарова Т.Н., Казанцев В.А., Магаева Л.А., Устинов М.Т. Эколого-мелиоративный потенциал почвенного покрова Западной Сибири. – Новосибирск, 1999.
3. Кирейчева Л.В., Белова И.В., Хохлова О.Б. Методология прогнозирования продукционного потенциала и формирование устойчивого мелиорированного агроландшафта. – Сб. «Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования», Москва, 2006.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. РД-АПК 3.00.01.003-03.
5. Посевные площади, валовые сборы и средняя урожайность сельскохозяйственных культур по Новосибирской области за 2002-2005 г.г.

УДК 631.67

## **ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**М. А. Рзаев**

НПО АзНИИГиМ, Баку, Республика Азербайджан

Функционирование оросительной системы является довольно сложным процессом, требующим принятия целого ряда технических, технологических, организационных и управленческих решений, в большинстве случаев связанных с оперативным планированием. Обеспечение синхронной работы оросительной системы и дренажа в аридной зоне диктует необходимость согласованных действий по всей цепочке мероприятий, обеспечивающих с.-х. культуры поливной водой в необходимые сроки и необходимой нормой, а также отвод минерализованных грунтовых вод за пределы поля. Отсюда вытекают задачи управления работой гидромелиоративной системой на всех уровнях технологического цикла производства сельскохозяйственной продукции. Особенно остро вопросы управления орошением встают в условиях перехода к рынку и разукрупнения хозяйств.

Эффективность орошения в большинстве случаев далеко не соизмерима только с коммерческой эффективностью, определяемой через прирост урожайности сельскохозяйственных культур. Наряду с этим, необходимо учесть и оце-

нить экологические последствия орошения, в том числе водно-солевой баланс территории и плодородие корнеобитаемого слоя почв.

В условиях Кура-Араксинской низменности роль гидромелиоративных мероприятий (орошение и дренаж) в обеспечении урожайности агроценозов чрезвычайно важна, поэтому эффективное управление водоподачей и водоотведением на уровне всех фрагментов оросительной системы особенно актуально.

При плановой экономике поливная вода распределялась согласно годовым планам водопользования, формируемым, как правило, на основе предварительных заявок хозяйств, а все затраты на поливы покрывались за счет государственных средств. При этом районные оросительные управления в большинстве случаев не учитывали фактическую потребность водопользователей, складывающуюся в зависимости от конкретных погодных условий, технологий возделывания и биологических особенностей сельскохозяйственных культур, то есть управляли в условиях явной информационной энтропии. Указанная ситуация совсем не способствовала эффективности использования водных и земельных ресурсов и эффективности эксплуатации оросительных систем в целом.

Так несогласованные действия управления оросительных систем по водораспределению на уровне магистральных каналов приводили к излишним затратам воды порядка 12-18% от водозабора [1]. Неудовлетворительное техническое состояние и эксплуатация оросительных и коллекторно – дренажной сетей привели засолению и заболачиванию почв на 687.7 тыс. гектаров и к ухудшению эколого- мелиоративного состояния территории [2]. В современных условиях при организации сельскохозяйственного производства в условиях укрупнения хозяйств (табл. 1) требования к управлению эксплуатацией оросительной системы многократно возрастают. В настоящем переходном периоде финансовые и технические возможности этих хозяйств ограничены и они не всегда могут выполнять необходимые технологические мероприятия, сопутствующие ирригации и способствующие сохранению требуемого мелиоративного режима почв (например углубленная распашка, разрыхление, проводка временного поверхностного дренажа, химическая мелиорация и т.д. [2]).

Таблица 1 - Структура хозяйств в зависимости от наличия пригодных земель сельхозназначения

Название Районов	Наличие пригодных земель сельхозназначения								
	< 1 га	1-3га	3-5 га	5-10 га	10-20 га	20-50 га	50-100 га	100-200 га	200-500 га
Количество хозяйств									
Сальяны	72	242	91	26	8	4	2	3	2
Уджар	39	201	93	29	3	1	0	0	0
Барда	14	215	66	9	8	8	2	1	0
Биласувар	8	167	113	77	5	1	1	0	0
Хачмаз	59	232	86	33	8	0	0	0	0
Абшерон	13	3	0	0	2	2	1	0	0

В дополнение к этому, появляются трудности сохранения запроектированной целостности оросительной и дренажной систем, обеспечивающей эффективное функционирование мелиоративного объекта.

Задача осложняется также наличием большого разнообразия природных, хозяйственных, технологических условий, состава выращиваемых сельскохозяйственных культур и, как следствие, режимов орошения и планов водоподдачи.

Поэтому оценка эффективности функционирования водохозяйственной системы требует применения комплексного подхода и учета всех основных факторов, определяющих организацию сельскохозяйственного производства до уровня каждого поля.

Оросительная сеть как многоуровневая структура имеет свои звенья, это означает, что вся система представляет собой семейство взаимодействующих подсистем.

Для правильной оценки функционирования оросительной системы необходимо определять эффективность работы всех ее звеньев. Такой подход позволяет формировать систему необходимых мероприятий для повышения основных показателей эффективности всей системы до заданного уровня. Это требуется также для планирования и реализации эксплуатационных работ и обеспечит определение объема необходимых инвестиций в реконструкцию системы.

Успешность действия системы в целом и фактически элементов любого уровня зависит от поведения каждого элемента системы. Так как само понятие приоритета подразумевает, что вмешательство предшествует действию более низких уровней, успешность работы верхнего уровня зависит не только от осуществляемых им действий (например, своевременная подача оросительной воды), но и от соответствующих реакций нижних уровней (правильная организация орошения и агротехники).

Таким образом, для оценки эффективности орошения в пределах одной оросительной системы, определяется эффективность каждого технологического отрезка, таких как магистральный оросительный канал, внутривладельческая оросительная сеть, поле, технология поливов и агротехнические мероприятия, внутривладельческая дренажная сеть и межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть более высокого порядка. Совокупная эффективность функционирования системы в конкретном году складывается из результатов, определяющихся по состоянию водопользования всей системы, уровню урожайности сельскохозяйственных культур, динамике засоленности почвогрунтов, и от рентабельности хозяйства.

Исходя из вышеизложенного, оценку эффективности орошения рекомендуется производить с учетом следующих методических подходов:

- критериальные значения основных показателей эффективности для каждого уровня определяются либо на основе исследований или же нормативных расчетов для рассматриваемого участка.

- основным критерием эффективного функционирования межхозяйственного оросительного канала является способность своевременно обеспечить

все хозяйства в зоне обслуживания оросительной водой в нужном количестве; показателями эффективного функционирования являются КПД канала, пропускная способность (расход) канала и его сооружений.

Эффективность функционирования канала обеспечивается эффективностью работы государственных служб по их эксплуатации, напрямую связана с финансовыми и техническими возможностями эксплуатационных организаций и их деятельностью по обеспечению возвратности всех эксплуатационных затрат и разумной прибыли от их деятельности.

Если фактические показатели канала не соответствуют требуемым, принимается решение по реконструкции или капитальному ремонту для достижения заданных уровней эффективности (с учетом финансовых и технических возможностей пользователей):

- Функции внутрихозяйственных оросительных каналов разного порядка включают доставку воды к участку и ее распределения в зависимости от применяемого способа и технологии полива. На этом участке основными показателями эффективности функционирования внутрихозяйственной сети также являются КПД, расход каналов разного порядка и их способность своевременно и равномерно распределять требуемую воду по отдельным частям участка.

- Эффективность техники и технологии поливов достигается равномерным распределением поливной воды по всем участкам на уровне НВ, минимальной ирригационной эрозией и непроизводительными потерями воды. Это обеспечивается правильной организацией полей, выбором техники, технологии и сроков поливов. Прогрессивные технологии поливов с оптимальными параметрами были разработаны для условий региона на основе многолетних исследований.

- Функции дренажа заключаются в поддержке уровня грунтовых вод на заданном значении и своевременном отводе грунтовых вод за пределы поля. Основные показатели эффективной работы дренажа разработаны с учетом особенностей региона.

Научными и проектными институтами республики разработаны рекомендуемые значения основных показателей эффективности функционирования оросительных и мелиоративных систем для природно-хозяйственных условий региона. Они являются основой осуществления широкомасштабных инвестиционных программ в водном хозяйстве в республике [4].

Наряду с этим для комплексной оценки эффективности орошения в современных условиях в регионе требуется разработка гибких научно обоснованных технических, технологических, институциональных, организационных мер и совершенствование законодательства для их реализации исходя из современных нужд развития регионов и защиты экосистемы [5].

## **Выводы**

1. Эффективность функционирования оросительной системы определяется эффективностью функционирования ее каждого технологического фрагмента.
2. Меры по повышению эффективности орошения до заданного уровня должны быть разработаны комплексно и охватывать все основные звенья оросительной системы.

3. Комплексная оценка эффективности орошения в современных условиях невозможна без учета экологических и социальных последствий мелиоративной деятельности.

3. Недопустима оценка коммерческой эффективности орошения только за счет прироста сельскохозяйственной продукции без учета дополнительных капиталовложений, необходимых для воспроизводства почвенного плодородия и охраны прилегающих земель.

4. Экономические, институциональные, организационные и инвестиционные меры для повышения эффективности функционирования конкретной оросительной и/или мелиоративной системы формируются на базе фактических значений основных показателей эффективности с учетом реалий их осуществления в зависимости от финансовых затрат и направления инвестиции, обеспечивающих повышение показателей эффективности до заданных (нормативных) уровней;

5. Инвестиционные программы для конкретных оросительных и мелиоративных систем необходимо разработать с учетом реализуемых региональных программ развития с тем, чтобы обеспечить комплексную эффективность орошения с максимальной народохозяйственной (общественной) эффективностью.

Литература:

1. Водное хозяйство Азербайджана и перспективы его развития. Баку, Азернешр, 1988. Стр.278., Исп. стр.170
2. Салахов С.В., Джафаров Х.Ф., Гашимов А.С., Велиев А.Г. «Рекомендации по мерам для улучшения мелиоративного состояния земель в настоящее время. Труды Азербайджанского Научно-исследовательского института Экономики и Организации Сельского хозяйства 2, Баку, 2004, МБМ, стр189. Исп. 35-37.
3. М. Месарович, Д.Мако и И. Такахара. Теория иерархических многоуровневых систем. Издательство «Мир» 1970, Стр.344. Исп. 53-56.
4. А.Ахмедзаде. Г.Алиев и Водное Хозяйства Азербайджана.( на Азербайджанском языке) Баку, Азернешр, 216 стр. Исп.38-50.
5. Рзаев М.А. Исследование современных проблем управления орошением в Азербайджане. Меліорація і Водне Господарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник 92. Київ, Аграрна Наука, 2005. 256 стр. Исп.42-52.

УДК 631.6 : 631.95

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**А.В. Тиньгаев, Р.П. Воробьёва**

АФ «Прогресс», Барнаул, Россия;

**Л.В. Кирейчева**

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Возрастающий объем биологических отходов промышленности, сельского и коммунального хозяйства в виде сточных вод, осадков сточных вод, других бытовых и промышленных отходов, животноводческих стоков, жидкого и по-

лужидкого бесподстилочного навоза оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду и в первую очередь на водные источники.

На территории России миллионы кубометров отходов накоплены в отвалах (хвостах), шламонакопителях, на иловых площадках очистных сооружений, а отходы животноводства - в лагунах, не оборудованных гидроизоляцией навозохранилищах, что приводит к загрязнению прилегающих территорий и водных источников. Для этих целей изъяты миллионы гектар плодородных пахотных земель. В то же время мировая практика земледелия с древнейших времен использует на удобрение навоз, фекалии, отходы жизнедеятельности человека, все это происходит на фоне - повышения плодородия почв (Р.П. Воробьева, 2006).

Качественный состав биологических отходов должен соответствовать агрономелиоративным, санитарно-гигиеническим и ветеринарным требованиям.

При неконтролируемом использовании биологических отходов, несоблюдении рекомендуемых способов агрономелиоративных приемов происходит загрязнение подземных вод и деградация почв, выраженная в засолении, осолонцевании и загрязнении их вредными веществами.

Для успешного использования биологических отходов в регионе необходимы комплексные агроэкологические исследования с целью разработки рекомендаций по их использованию.

Основным методом исследований является экспериментальный с теоретическим обобщением опытных данных и технологических решений с использованием геоинформационного подхода.

Геоинформационную систему (ГИС) следует рассматривать как систему технических средств, программного и информационного обеспечения и математических процедур, предназначенную для сбора необходимых пространственных и иных связанных с пространственными данными, управления и манипулирования ими, их анализа, моделирования и отображения в целях решения комплекса задач (С.Л. Широкова, 2003), в нашем случае для оценки возможности использования биологических отходов в системе «биологические отходы - почва - подземные воды - растения».

В конце 70-х стали активно развиваться крупные международные геоинформационные проекты в области почвоведения, экологии и земельных ресурсов. Среди них особое место занимают «Мировая база данных для наук об окружающей среде» (WDDDES), «Глобальная информационно-ресурсная база данных GRID» и «Пространственно-координированная информация по окружающей среде стран ЕС» (CORINE) (В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов, 2005).

Развитие геоинформатики в России во многом связано с проведением первой конференции «Проблемы геоинформатики», состоявшейся в 1983 году в Тарту.

Одной из первых ГИС для сельского хозяйства в России, является система управления земледелием и животноводством АСУ «Гея», разработанная в 1989-1994 годах Всесоюзным научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом кибернетики совместно с Всесоюзным научно-исследовательским институтом по экономике и организации материально-технического обеспечения сельского хозяйства. АСУ «Гея», эффективно используя аналитические

возможности баз данных и специально разработанное программное обеспечение, открыла качественно новый уровень в управлении сельскохозяйственным производством (А.Ф. Алейников и др., 2005).

ФАО ведёт многолетнюю деятельность по созданию и развитию рамочных методических руководств, международных баз данных и ГИС в области сельскохозяйственного землепользования, агроэкологического районирования и оценки земель (В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов, 2005).

Геоинформационные системы делятся на пять основных используемых классов: инструментальные ГИС, ГИС – просмотра, справочные картографические системы, средства пространственного моделирования, специальные средства обработки и дешифрирования данных зондирований земли [6].

Инструментальные ГИС являются полнофункциональными. Они выполняют различные задачи: ввод данных, их хранение, обработку информационных запросов, решения пространственно-аналитических задач и подготовку к выводу на твердый носитель картографических и атрибутивных данных. Инструментальные ГИС обеспечивают работу с растровыми и векторными изображениями, имеют встроенную базу данных для картографических и атрибутивных данных или поддерживают для хранения атрибутивных данных внешнюю базу данных: dBase, Paradox, Microsoft SQL, Oracle и др.

ГИС - просмотра обеспечивают просмотр картографических и атрибутивных данных, созданных инструментальными ГИС. ГИС- просмотра не имеют возможности пополнения баз данных. Во всех ГИС-просмотра выполняются операции позиционирования, увеличения и уменьшения картографических изображений.

Справочные картографические системы сочетают в себе хранение и отображение пространственно распределенной информации, реализует запросы по картографическим и атрибутивным данным, но при этом ограничены возможности по дополнению баз данных.

Средства пространственного моделирования используют для моделирования пространственного распределения различных параметров (агроландшафта, зон экологического загрязнения). Они снабжены средствами отображения и позволяют проводить самые разнообразные вычисления над пространственными данными.

Специальные средства обработки и дешифрирования данных зондирований земли служат для обработки со сканированными или записанными в цифровой форме снимками поверхности земли и содержат все виды коррекций через географическую привязку снимков и выполняют выдачу актуализированного топоплана.

Разрабатываемая геоинформационная система регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве относится к средствам пространственного моделирования и содержит три функционально-организационных блока (рис. 1).

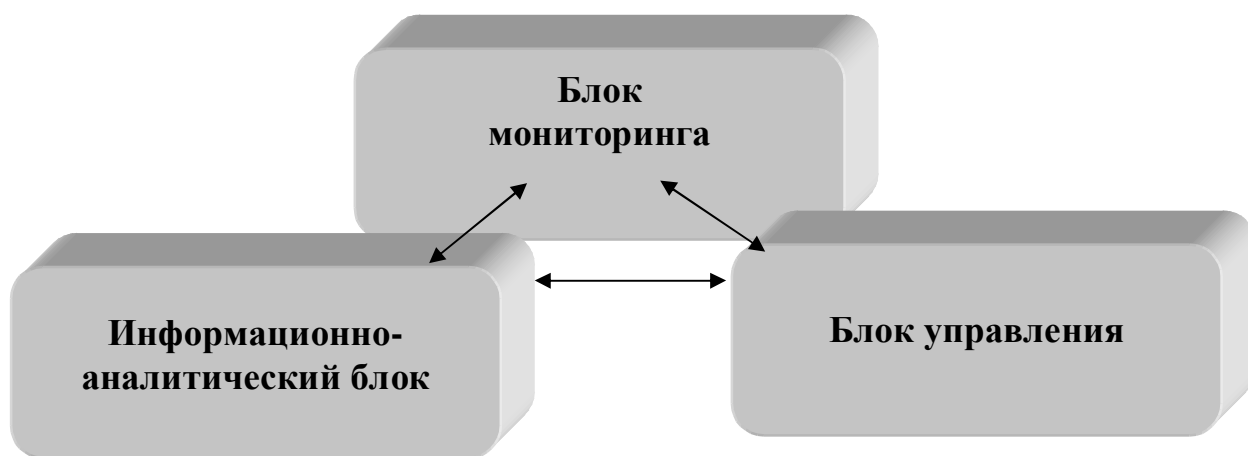


Рисунок 1 – Функционально-организационная структура геоинформационной системы регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве

Блок мониторинга решает задачи сбора и систематизации данных о различных биологических отходах в регионе.

Информационно-аналитический блок – предназначен для оценки возможности использования биологических отходов в системе «биологические отходы- почва - подземные воды - растения».

Блок управления осуществляет решение задач информационного обеспечения процесса принятия решений: выбор проблемно-ориентированной информации из баз данных системы, оценку альтернативных способов утилизации биологических отходов.

Эти блоки взаимосвязаны и могут рассматриваться в комплексе или относительно самостоятельно.

Разработка геоинформационной системы состоит из трёх уровней: проблемный (пользовательский), логический (системного проектирования) и технический (компьютерной реализации).

Проблемный уровень отражает пользовательское представление о системе в контексте ее целевого назначения. Уровень содержит функционально-организационные блоки геоинформационной системы регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве, определяющие ее принципиальное назначение, задачи и функции.

Логический уровень описывает объекты ГИС и их взаимосвязи. На рисунке 2 представлена принципиальная структура геоинформационной системы.

Для отображения свойств объектов геоинформационной системы в структуре ГИС выделяются два блока: информационная модель и аналитический блок системы.

Информационная модель отображает объекты геоинформационной системы: источники биологических отходов и места их захоронения, границы административных, природных и природно-хозяйственных единиц, агроландшафты, почвы, реки, озера, подземные воды, кормовые культуры, периоды наблюдений и оценки.

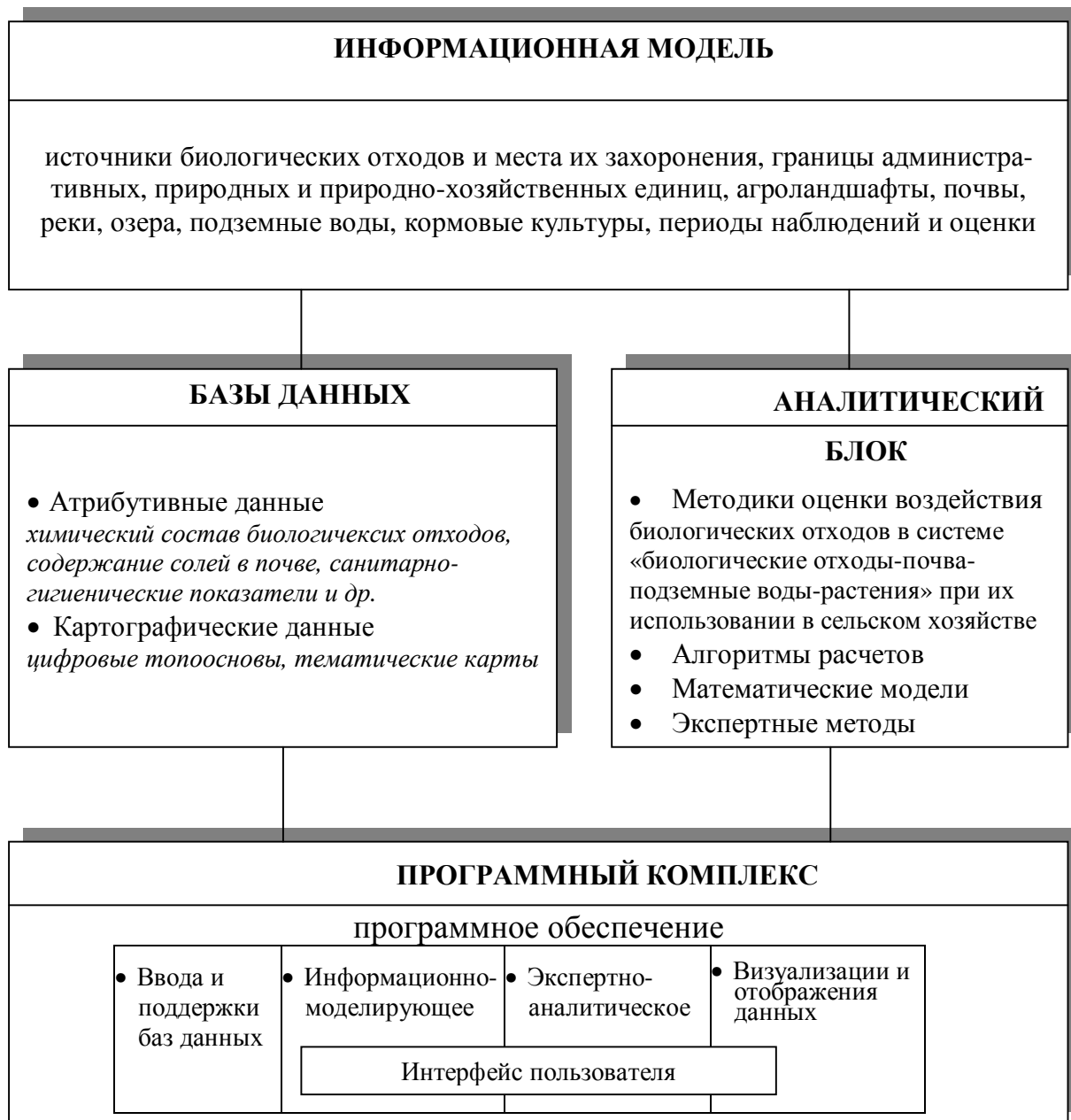


Рисунок 2 - Принципиальная структура ГИС регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве

Аналитический блок содержит методики, алгоритмы, методы и модели решения прикладных задач системы и определяет состав программного комплекса.

Программный комплекс состоит из программного обеспечения моделирования и оценки воздействия биологических отходов при их использовании в сельском хозяйстве на подземные воды, почву и растения и геоинформационного инструментария, обеспечивающего технологическую увязку различных моделей, картографическое моделирование и отображение информации для выработки и принятия управленческих решений.

Системный технологический процесс создания и использования баз данных включает в себя последовательность взаимосвязанных операций: сбор цифровых данных о биологических отходах в регионе, о территориальных объектах, формирование цифровых картографических баз данных, создание атрибутивных баз данных, привязку атрибутов пространственных объектов из баз данных к цифровой модели местности, пространственную обработку и интерпретацию данных, получение аналитических картографических материалов для пользователей. В этом технологическом процессе разработка структуры атрибутивной и картографической баз данных зависит от требований к оценке качества биологических отходов для их использования в сельском хозяйстве и наличия соответствующих данных.

Блок базы данных содержит картографические базы данных и атрибутивные базы данных.

В состав картографической базы данных ГИС входят: цифровая модель региона (границы административных, природных и природно-хозяйственных единиц, агроландшафты, рельеф, почвы, реки, озера, подземные воды, выращиваемые кормовые культуры), цифровая модель воздействий (источники бытовых отходов и места их захоронения), цифровая модель использования биологических отходов в сельском хозяйстве региона.

Атрибутивная база данных отражает состав и взаимосвязи количественных и качественных параметров системы в виде показателей, привязанных к картографическим объектам.

Блок программный комплекс содержит программное обеспечение ввода и поддержки баз данных, информационно-моделирующие, экспертно-аналитическое, визуализации и отображения результатов работы.

Разрабатываемая геоинформационная система обеспечивает пользователей необходимой информацией для принятия управленческих решений и является системой поддержки принятия решений.

Система поддержки принятия решений (СППР) – это организованная и упорядоченная совокупность процедур подготовки и обработки информации в сфере управления. СППР разрабатываются для поддержки пользователя при осмысливании и принятии решения, касающегося относительно неструктурных задач (И.Ф. Юрченко, 2000).

Функции принятия и реализации решений в ГИС регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве представлены на рисунке 3.

Блок принятия решений служит для выработки оптимального варианта утилизации биологических отходов. На блок принятия решений воздействуют блоки анализа входов и сравнения.

Блок анализа входов содержит исходную информацию по региону и производит обработку данных.

Блок сравнения производит анализ возможных способов утилизации отходов.

Геоинформационная система разрабатывается в MapInfo Professional. MapInfo Professional является наиболее развитой, мощной и простой в использова-

нии системой настольной картографии, позволяющей решать широкий спектр задач в различных сферах деятельности.

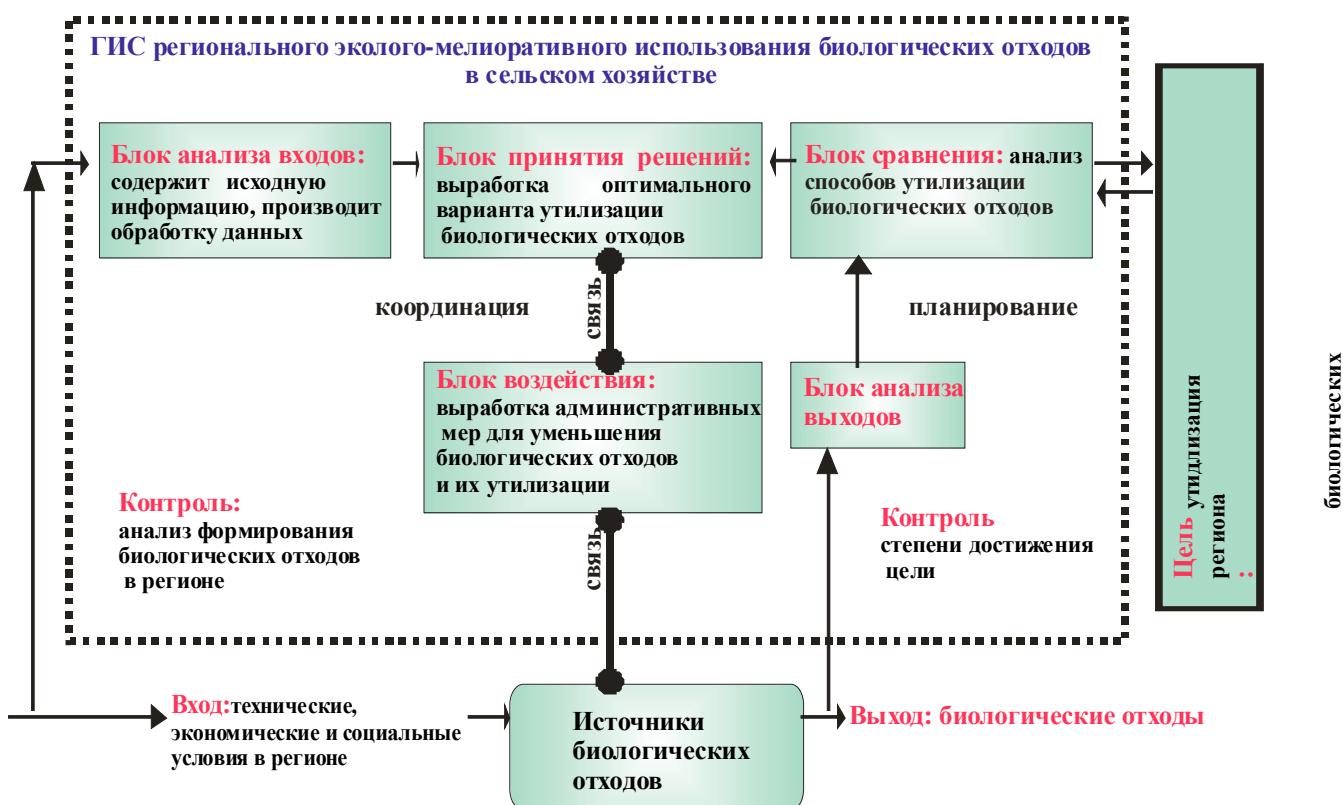


Рисунок 3 - Функции принятия и реализации решений в ГИС регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве

Геоинформационная система регионального эколого-мелиоративного использования биологических отходов в сельском хозяйстве позволит принимать на региональном уровне решения по утилизации биологических отходов, что улучшит экологическую обстановку по региону.

#### Литература

1. Алейников А.Ф., Голышев Д.Н., Габитов Н.М., Дудкин А.Л., Матасов Ю.А., Потанин В.Г., Чешкова А.Ф. Проблемы информатизации сельскохозяйственной науки Сибири / Под общей редакцией А.Ф. Алейникова. – Новосибирск, 2005. – 320 с.
2. Воробьева Р.П., Тиньгаев А.В. Нетрадиционные удобрения для повышения плодородия почв Сибири. – Новосибирск, 2006.
3. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
4. Широкова С.Л. Основы построения ГИС управления природопользованием: Монография. – Барнаул: Изд-во Алт.ун-та, 2003. – 188 с.
5. Юрченко И.Ф. Информационные технологии обоснования мелиораций. – М., 2000 – с. 283.
6. Материалы сайта [www.gisa.ru](http://www.gisa.ru).

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

**Г.Н. Суханов**

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

В условиях развивающихся рыночных отношений, затронувших все без исключения отрасли АПК, требования к экономическому обоснованию целесообразности проведения комплексных мелиораций становятся приоритетными.

Существовавшие во времена плановой экономики подходы к экономическому обоснованию общественной целесообразности проведения мелиоративных работ устарели и не могут быть применены в рыночных условиях без соответствующей адаптации.

Учет изменений общегосударственного масштаба также являются важным аргументом необходимости экономического обоснования развития и размещения комплексных мелиораций в рыночных условиях.

К ключевым изменениям общегосударственного характера следует отнести возможность вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО). Членство в ВТО налагает ряд экономических ограничений на поддержку сельскохозяйственного производителя, которая может осуществляться лишь косвенными методами, не оказывающими «искажающего» воздействия на торговлю и производство сельскохозяйственной продукции. К ним могут быть отнесены «бюджетные расходы, связанные со строительством мелиоративных сооружений (за исключением операционных расходов на поддержание их функционирования), улучшением землепользования, охраной окружающей среды» [1, 3]. Таким образом, развитие и размещение комплексных мелиораций может выступать одним из факторов косвенной поддержки сельского хозяйства.

Высокая стоимость комплексных мелиораций в условиях повсеместного и продолжительного безденежья сельхозтоваропроизводителей, а также ошибочное негативное отношение общества к мелиорации в значительной степени мешает нормальному (рыночно ориентированному) развитию мелиоративной отрасли.

Изменить сложившуюся ситуацию способно использование современных методов экономического обоснования комплексных мелиораций, основанных на предоставлении полной и достоверной информации об экономических последствиях проведения мелиоративных работ.

Обоснование целесообразности развития и определение экономической эффективности размещения комплексных мелиораций в данной работе рассмотрено на материалах Тверской области. Рассматривались основные виды мелиорации, применения которых наиболее актуально для почв Тверской области: осушение, культуртехническая мелиорация, известкование, внесение минеральных и органических удобрений.

Рассмотрим постановку оптимизационной задачи развития и размещения комплексных мелиораций при условии использования эколого-экономической и экономико-математической моделей. Затраты, связанные с реализацией комплексных мелиораций, определяются их составом и интенсивностью мелиоративных факторов, которые, в свою очередь определяются агрофизическими, агрохимическими и экологическими характеристиками почвенного покрова. Тогда задача оптимального распределения средств на агромелиоративные мероприятия по видам мелиораций некоторой территории может быть представлена в следующем виде.

Оптимальное вложение средств в комплекс агромелиоративных мероприятий будет зависеть от площади мелиорируемых земель, состава комплекса  $m_j$ , определяемого существующей потребностью этих земель в видах мелиораций и природными характеристиками сельскохозяйственных угодий. Некоторый вариант комплексных мелиораций (совокупность состава  $m_j$  и интенсивностей мелиоративных факторов  $\{x_i\}$ ) на единичной площади мелиорируемого участка с однородными природными характеристиками (идентичной агромелиоративной характеристикой) представим вектором:

$$\rho^{m_j} = \left( x_1^{m_j}, x_2^{m_j}, \dots, x_n^{m_j} \right) \quad (1)$$

где  $x_n^{m_j}$  – интенсивность  $n$ -го вида мелиорации входящего в комплекс  $m_j$ .

Под интенсивностью агромелиоративных факторов будем понимать дозы вносимых минеральных и органических удобрений, извести, частоту закладки дрен и состав культуртехнических работ.

Состав комплекса  $m_j$  по видам мелиорации представлен единичным вектором  $m_j = \{m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}\}$ .  $m_{ji} = 1$ , если  $i$ -й фактор входит в состав комплекса  $m_j$ ;  $m_{ji} = 0$ , если  $i$ -й фактор в составе комплекса  $m_j$  отсутствует.

Для комплекса, состоящего из  $n$  факторов, общее число вариантов состава комплекса, будет равно числу сочетаний из  $n$  факторов:  $m_j \in \{m_1, m_2, \dots, m_j, \dots, m_c\} = M$ , где  $c$  – число всех возможных сочетаний. Тогда для 5 факторов общее число вариантов будет равно сумме числа сочетаний из 1, 2, ..., 5, т. е.:

$$c = C_n = C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^n = C_5^1 + C_5^2 + C_5^3 + C_5^4 + C_5^5 = 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 31.$$

Для любого заданного объема затрат и состава комплекса  $m_j$  находятся такие интенсивности мелиоративных факторов, которые (в рамках всех выше-названных условий и ограничений) обеспечивают получение максимального прироста индекса почвенного плодородия (урожайности этого участка). На этом этапе оптимизируется интенсивность агромелиоративных факторов для

заданного состава комплекса. Эта задача будет решаться с помощью эколого-экономической модели.

Мелиорируемые земли региона разбиваются на ряд  $P$  однородных (по почвенным и природным условиям) территорий. Площадь такого вида мелиорируемых земель, имеющих  $k$ -ую окультуренность и  $l$ -ый механический состав, обозначим через  $s^g = s_{kl}$  так, что:

$$\sum_{g=1}^P s^g = S, \quad (2)$$

где  $s^g$  – площадь  $g$ -го участка, имеющего  $k$ -ую окультуренность и  $l$ -ый механический состав,  $P$  – число однородных участков мелиорируемой территории,  $S$  – общая площадь мелиорируемых земель региона.

Комплекс мелиоративных мероприятий  $m_j$ , реализуемых в течении одного года  $t$  на отдельной однородной площади  $g$ , имеющей  $k$ -ую окультуренность и  $l$ -ый механический состав, зададим вектором интенсивностей мелиоративных факторов

$$x_t^{g m j} = \begin{pmatrix} m_j & m_j & \dots & m_j \\ x_{1t} & x_{2t} & \dots & x_{nt} \end{pmatrix}. \text{ Зададим закон однозначного со-}$$

ответствия затрат ( $q_i^g$ ) на реализацию  $i$ -го вида мелиорации интенсивностью

$x_{it}^{g m}$  на единице площади участка за год  $q_{it}^{g m} = f_{i3}(x_{it}^{g m})$  для любого агро-мелиоративного комплекса. Тогда структуру затрат по видам мелиораций представим

аналогичным вектором в виде:  $q_t^{g m} = \begin{pmatrix} q_{1t}^{g m} & q_{2t}^{g m} & \dots & q_{nt}^{g m} \end{pmatrix}$ , где  $q_t^{g m}$  – вектор затрат по видам мелиораций на единицу площади за один год.

Общие затраты  $Q_t^{g m j}$  на реализацию комплексной мелиорации  $m_j$  всей площади  $g$  за год  $t$  можно рассчитать как сумму затрат по видам мелиораций:

$$Q_t^{g m j} = s^g \cdot \sum_{i=1}^n q_{it}^{g m j} \quad (3)$$

При решении задачи оптимального распределения затрат по видам мелиораций, входящих в комплекс  $m_j$ , предполагается, что агро-мелиоративное состояние земель  $a_i^g$  (параметры почвы) на момент времени  $t$  известно. Тогда задачу максимизации экономического эффекта от объема выделенных на мелиорацию средств на весь проектный период  $T$  (период реализации проекта) для всей площади  $S$  мелиорируемых земель, разделенной на однородные участки  $g$ , запишем в виде:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \sum_{t=1}^T \mathcal{E}_t = \sum_t (R_t - 3_t) \frac{1}{(1+E)^{t-1}} = \\ &= \sum_t \left\{ \sum_{g=1}^P s^g \cdot \left[ A^g \left( \begin{matrix} \rho_t^{g m_j} \\ a_t^g \end{matrix} \right) \cdot z_{np} - \rho_t^g \right] \right\} \cdot \frac{1}{(1+E)^{t-1}} \rightarrow \max; \\ \sum_{g=1}^P \sum_{i=1}^n q_{it}^{g m_j} \cdot s^g &\leq Q_t; \quad \sum_{g=1}^P s^g \leq S; \quad \mathcal{E}_t \geq 0; \quad \sum_{j=1}^P s^{g m_j} \cdot m_{ji} \leq S_i; \quad (4) \\ q_{it}^g &\in \left\{ 0, \left[ \underline{q}_{it}^g, \bar{q}_{it}^g \right] \right\}; \quad x_{it}^g \in \left\{ 0, \left[ \underline{x}_{it}^g, \bar{x}_{it}^g \right] \right\}; \quad a_{ht}^g \in \left\{ 0, \left[ \underline{a}_{ht}^g, \bar{a}_{ht}^g \right] \right\}; \\ l &\in L; k \in K; t \in T, h \in H, n \in N \quad N = \{1, 2, \dots, i, \dots, n\}, \quad m_j \in M \end{aligned}$$

где  $A^g \left( \begin{matrix} \rho_t^{g m_j} \\ a_t^g \end{matrix} \right)$  – закон соответствия между вектором  $\left( \begin{matrix} \rho_t^{g m_j} \\ a_t^g \end{matrix} \right)$  и приростом индекса почвенного плодородия (прибавка урожайности выращиваемой культуры) на землях  $g$ -го участка,  $k$ -ой окультуренности,  $l$ -ого механического состава за счет реализации  $m_j$ -го комплекса (закон соответствия отображается с помощью эколого-экономической модели);  $z_{np}$  – цена реализации растениеводческой продукции;  $\rho_t^{g m_j}$  – вектор затрат по видам мелиораций, входящих в комплекс  $m_j$ ;  $\underline{q}_{it}^g, \bar{q}_{it}^g$  – верхние и нижние ограничения затрат на осуществление  $i$ -го вида мелиорации, обусловленные технологическими и экологическими требованиями, а также почвенно-гидрогеологическими характеристиками поля;  $E$  – социальная норма дисконта  $E = 0,06$ ;  $T$  – период реализации проекта;  $\underline{a}_{ht}^g$  – вектор агрохимических и агрофизических параметров состояния мелиорируемых земель в условиях года  $t$  (вегетационного периода),  $H$  – множество параметров описания состояния почв;  $S_i$  – установленные потребности региона в  $i$ -м виде мелиорации.  $Q_t$  – объем средств выделяемый на мелиорацию в год  $t$ .

Решение задачи разбивается на три этапа. На первом этапе определяется множество оптимальных решений для единицы площади однородного по почвенным характеристикам участка на год, на втором этапе – то же для всего проектного периода и на третьем – размещение выбранных, наиболее эффективных вариантов комплексных мелиораций по площадям.

Пусть в результате решения сформулированной задачи (4) найдем оптимальные значения затрат на реализацию оптимального  $m_j$ -го комплекса мелиорации для каждого  $g$  участка и оптимальные  $x_i$ -е интенсивности факторов мелиорации, т.е. оптимальный состав комплексных мелиораций и интенсивностей агромелиоративных мероприятий.

Найденные оптимальные объемы затрат  $q_t^{*g m_j}$  на комплексную мелиорацию единицы площади мелиорируемых земель  $g$  за год  $t$ , определяют значе-

ния интенсивностей факторов  $x^{g m_j}$  с учетом всех экономических, экологических, технологических ограничений и характеристик состояния мелиорируемых земель и, следовательно, определяют оптимальный объем средств и их распределение (по видам мелиораций) на комплексные мелиорации  $m_j$  состава.

Оптимальные значения затрат, распределенных по видам мелиораций для  $m_j$ -го комплекса, представим в виде функции от интенсивности агрономелиоративных факторов и содержащихся в модели ограничений, т.е.:

$$\varepsilon_t^{*g m_j} = \varepsilon_t^{g m_j} \left\{ \rho_t^{*g m_j} \right\} = A^g \left\{ q^{g m_j} \left( x_t^{*g}, s^g, q_{jk}, \bar{q}_{jk}, a_{ht}^g, \bar{a}_{ht}^g \right) \cdot z_{np} - Q_t^{g m_j} \right\}$$

$$\text{или } \varepsilon_t^{*g m_j} = B^{g m_j} \left( Q_{1t}^{g m_j} \right) = B^{g m_j} \left( \rho_t^{*g m_j}, \rho_{ht}^{g m_j} \right) = B_t^{g m_j} \left( x_t^*, \rho_t^{g m_j} \right), \quad (5)$$

где  $\varepsilon_t^{g m_j}$  – максимальный экономический эффект, получаемый с единицы площади  $g$ -го участка в результате реализации  $m_j$ -го комплекса за год при вложении в мелиорацию этой площади средств в объеме  $Q_t^{g m_j} = \sum_{i=1}^n q_{it}^{*g m_j}$ ,

$B_t^g(Q_{1t}^g) = B_t^{g m_j} \left( x_t^*, \rho_t^{g m_j} \right)$  – функция оптимального распределения затрат по видам мелиораций. Значком (\*) обозначены множества значений переменных и функций, удовлетворяющих оптимальному решению.

Функция максимального прироста индекса почвенного плодородия  $B_t^g$   $g$ -ого участка от произвольной величины затрат на комплексные мелиорации  $Q_t^{g m_j}$  (при условии оптимального использования выделенных средств на мелиорацию) далее используется для поиска максимального экономического эффекта от вложения средств в мелиорацию всей площади  $g$ -го участка.

Данная функция реализуется с помощью эколого-экономической модели, структура которой представлена на рисунке 1.

Одним из наиболее важных свойств эколого-экономической модели является возможность расчета параметров нового состояния почвы на год  $t+1$  при воздействии мелиоративных факторов, заданных произвольным образом в определенных моделью границах, т.е.  $\rho_{t+1}^{g m_j} = f_s \left( \rho_t^{g m_j}, x_t^{g m_j} \right)$ , при

$$x_{it} \in [0, (x_i, \bar{x}_i)].$$

Для определения оптимального состава комплекса мелиораций и интенсивностей агрономелиоративных факторов для участка  $g$  за весь проектный период  $T$  используется оптимизационная модель (4), в которую введена функция  $B_t^g$  и

$$\rho_{t+1}^{g m_j} = f_s \left( \rho_t^{g m_j}, x_t^{g m_j} \right):$$

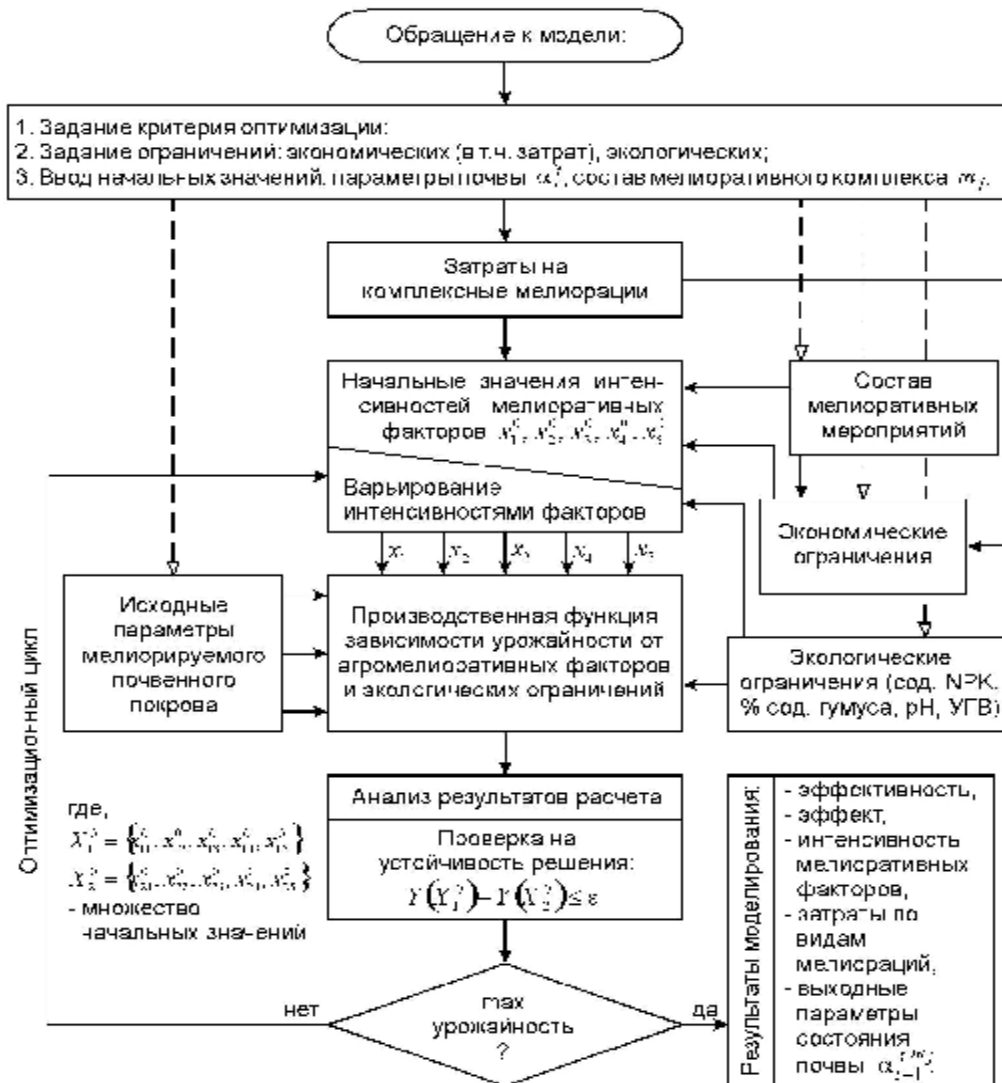


Рисунок 1 - Структура эколого-экономической модели комплексной мелиорации земель

$$\begin{aligned}
 \mathcal{E}_{0T}^{gmj} &= \sum_{t=1}^T \left[ B_t^{mj} \left( Q_{0t}^{gmj}, \rho_t \right) \right] \cdot \frac{1}{(1+E)^{t-1}} \rightarrow \max; \\
 \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Q_{0t}^{gmj} &\leq \text{const}; \quad Q_{0t}^{gmj} \leq C_t; \\
 \rho_t &= (a_{1t}^{g0}, a_{2t}^{g0}, \dots, a_{nt}^{g0}); \\
 \rho_{t+1} &= f_s \left( \rho_t, x_i^{gmj} \right); \quad a_{ht}^g \in \left\{ 0, \left[ \underline{a}_{ht}^g, \bar{a}_{ht}^g \right] \right\}; \\
 x_t^g &\in \left\{ 0, \left[ \underline{x}_t^g, \bar{x}_t^g \right] \right\}; \\
 m_j &\in M; \quad g \in P; \quad h \in H;
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

где  $Q_{0t}^{gm_j}$  – ежегодные затраты на комплексные мелиорации  $m_j$ -го состава на единицу площади (га)  $g$ -ого участка,  $\bar{x}_i^{*gm_j}$  – вектор оптимальных интенсивностей факторов мелиорации  $m_j$ -го комплекса. Индексом (0) обозначены множества значений переменных и функций, определяемых на единицу площади (га).

Результатом решения этой задачи являются оптимальные средние ежегодные затраты на комплексные мелиорации по видам агрономелиоративных работ, обеспечивающие наиболее эффективное повышение почвенного плодородия. Заданная таким образом функция оптимального использования инвестированных средств связывает совокупность частных ежегодных эколого-экономических решений с общим критерием оптимизации комплекса факторов мелиорации на проектный период. Аргументом этой функции по годам является величина ежегодных инвестиций на реализацию  $m_j$ -го комплекса, обеспечивающая максимум ЧДД с единицы площади ( $\mathcal{E}_{0T}^{*gm_j}$ ) с учетом ограничений на динамику инвестиций ( $Q_i^{*gm_j}$ ):

$$\mathcal{E}_{0T}^{*gm_j} = \sum_{t=1}^T B_t^{*gm_j} \left[ Q_{0t}^{*gm_j} \left( x_t^{*gm_j} \right) \right] = D_0^{gm_j} \left[ Q_{0t}^{*gm_j} \left( x_t^{*gm_j} \right) \right] \quad (7)$$

$$m_j \in M, \quad g \in P,$$

где  $D_0^{gm_j}$  – максимальный экономический эффект за весь период проекта  $T$ , полученный от проведения комплексных мелиораций  $m_j$ -го состава,  $Q_t^{*gm_j}$  – затраты, необходимые для реализации  $m_j$ -го комплекса.

Определенная оптимизационной задачей (6) функция  $D$  (7) реализуется экономико-математической моделью, представленной на рисунке 2.

Таким образом обеспечивается возможность расчета оптимального плана распределения средств по видам мелиораций на весь проектный период для  $m_j$ -го состава комплекса, реализуемого на единице площади (га)  $g$ -ого участка. Оптимизационная модель распределения средств на комплексные мелиорации всего региона задается аналогичным образом. При этом необходимо учитывать ограничения: по выделенным ежегодным инвестициям на мелиорации  $Q_t$  (из федерального и регионального бюджетов) и общим инвестициям на проект ( $Q$ ); по площадям различных видов почв мелиорируемых земель (для всех  $g$ ), а также по площадям, нуждающимся в различных видах мелиоративных мероприятий:

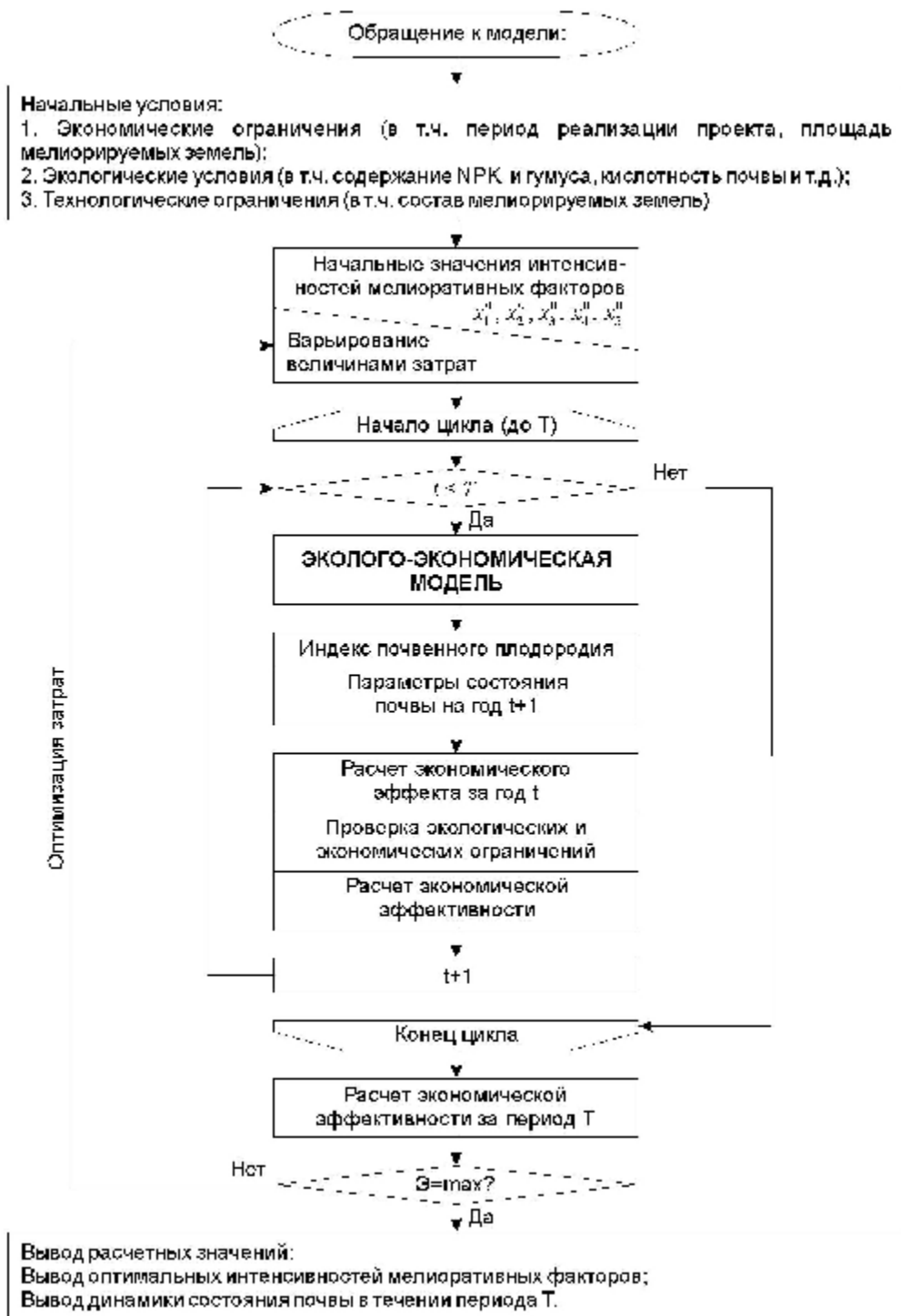


Рисунок 2 - Экономико-математическая модель максимизации экономического эффекта на единице площади с определенными агро-мелиоративными параметрами почв и составом комплексных мелиораций.

$$\begin{aligned}
 \text{ЧДД} &= \sum_g^P s^g \cdot D_0^{g m_j} (Q_t^g) \Rightarrow \max; \\
 \sum_{t=1}^T \sum_{g=1}^P Q_t^{g m_j^*} \cdot s^g &\leq \sum_{t=1}^T Q_t \leq Q, \quad \sum_{g=1}^P s^g m_j \cdot m_{ji} \leq S_i,
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

где  $Q_t$  – инвестиции на год  $t$ ,  $m_j^*$  – оптимальный состав мелиоративного комплекса для  $g$ -ого участка,  $m_{ji}$  – скаляр вектора состава мелиоративного комплекса  $i$ -го вида мелиоративного мероприятия (равный 0 или 1);  $S_i$  – площадь земель всего региона, нуждающаяся в  $i$ -м виде мелиорации;  $Q$  – общая сумма инвестированных на мелиорацию средств. Условием максимизации является равенство  $D_0^{g m_j} (Q_i^g)$  для всех  $g$ .

Таким образом, наличие производственной функции, обеспечивающей связь индекса почвенного плодородия с составом и интенсивностями агро-мелиоративных факторов является необходимым условием для создания эколого-экономической и экономико-математической моделей. В свою очередь модели обеспечат возможность получать оптимальные решения по распределению затрат по видам мелиораций за год и весь проектный период и рассчитывать значения максимальной эффективности вложения средств для любых (по составу) вариантов комплексной мелиорации отдельных групп почв.

Представленный методический подход позволяет выявить наиболее актуальные для региона агро-мелиоративные комплексы с их привязкой к различным по агро-мелиоративным характеристикам землям, учесть зональные экологические ограничения, а также оценить затраты на реализацию комплекса по существующим рыночным ценам. Важным аспектом предложенного подхода является то, что затраты рассчитываются для оптимальных по интенсивностям входящих в комплексы агро-мелиоративных факторов, что обеспечивает максимум ЧДД выделяемых инвестиций.

#### Литература

1. Данильцев А.В., Данилова Е.В., Захаров А.В. и др. Основы торговой политики и правила ВТО. – М.: Изд.: Международные отношения, 2005. – 445 с.
2. Дмитриев В.С. Экономика мелиорации земель. – М.: Экономика, 1984. – 136 с.
3. Лисоволик Н.Н. Актуальные проблемы присоединения России к ВТО. – М.: «Экономика», 2002. – 383 с.
4. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1991. – 224 с.
5. Руководство по программированию урожаев / Сост. И.С.Шатилов, А.И.Столяров. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 151 с.
6. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978.
7. Экономика мелиорации земель нечерноземной зоны РСФСР / Сост. Л.З. Андреева. – Лениздат, 1978. – 288 с.