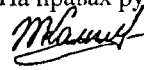


На правах рукописи



003054975

Калиманов Тарас Александрович

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ
ТРАНСГРАНИЧНОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА**
(на примере бассейна р.Северский Донец)

Специальность 25 00 36 – Геоэкология

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Екатеринбург 2007

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (ФГОУ ВПО НГМА)

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Косолапов Алексей Евгеньевич

Официальные оппоненты

доктор технических наук, профессор
Денисов Сергей Егорович
кандидат технических наук, доцент
Дандара Николай Титович

Ведущая организация.

ГОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)

Защита состоится « 20 » апреля 2007г в 13 часов на заседании диссертационного Совета Д 216 013 01 в Федеральном государственном унитарном предприятии «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ) по адресу 620049, г Екатеринбург, ул Мира 23

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП РосНИИВХ

Автореферат разослан «19» марта 2007 г.

Отзыв на автореферат, заверенный гербовой печатью, просим направлять по адресу 620049, г Екатеринбург, ул Мира 23

Факс (343) 374 26-79, 374-27-15

Ученый секретарь

диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Рыбаков Юрий Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Возникновение проблемы управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов в значительной мере связано с образованием независимых государств из бывших республик Советского Союза. Если до образования СНГ проблемы развития и управления водохозяйственными системами (ВХС) бассейнов рек носили преимущественно внутригосударственный характер, то с образованием содружества возникли многочисленные проблемы регулирования водных отношений на межгосударственном уровне. Причина возникновения этих проблем, помимо высокого уровня безвозвратного водопотребления, зарегулированности стока, загрязнения водных объектов обусловлена развитием национальных концепций развития и реформирования водохозяйственного сектора экономики. В сложившихся условиях отказ от принятого и апробированного механизма решения проблем водопользования в рамках Схем комплексного использования и охраны водных ресурсов единого речного бассейна вызвал появление многочисленных, трудноразрешимых противоречий уже между государствами по поводу количества и режимов забора воды на территории суверенных государств, несоответствия количественных и качественных характеристик вод в пограничных (межгосударственных) створах. Необходимость решения постоянно возникающих противоречий в области межгосударственных водных отношений инициировало подписание рядом стран СНГ Соглашений о совместном использовании и охране водных объектов в бассейнах трансграничных рек, определяющих основные принципы совместного управления использованием-вод. Однако, уже на начальном этапе реализации заключенных Соглашений стала очевидной необходимость разработки и внедрения в процесс управления трансграничными водными объектами информационно-технологической основы, базирующейся на применении математических, информационных моделей и методов, действенной системы межгосударственного обмена данными, обеспечивающих повышение информированности сторон, прозрачность и прогнозируемость решений, принимаемых каждой из сторон, возможность координации усилий при подготовке согласованных планов управления водными ресурсами с целью получения максимального эффекта от выбранной политики управления в бассейне.

Объект исследований - водохозяйственная система трансграничного речного бассейна

Предмет исследований - процесс управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна

Цель диссертационного исследования - развитие методологии управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна, создание действенной системы поддержки процесса подготовки управляющих решений и модели системы межгосударственного обмена данными в бассейне р Северский Донец.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи

-систематизация и теоретическое обобщение опыта, накопленного в области управления трансграничными водными объектами,

-анализ современного состояния водохозяйственной системы бассейна р Северский Донец;

-разработка системы моделей, алгоритмов и программ, обеспечивающих возможность подготовки и согласования решений по управлению водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна,

-создание и внедрение на уровне национальных бассейновых водных служб модели системы межгосударственного обмена данными о состоянии и использовании водных ресурсов,

-внедрение разработанных моделей в составе действующей системы поддержки принятия решений для управления водными ресурсами в бассейне р Северский Донец

Теоретико-методологическую основу исследований составили фундаментальные положения и прикладные исследования известных отечественных и зарубежных ученых по теории управления ВХС Асарина А Е , Болгова М В , Бусалаева И В , Великанова А Л , Веницианова Е В , Воропаева Г В , Данилова-Данильяна В И , Денисова С Е , Ерешко Ф И , Исмайллова Г Х , Кардаша В А , Кисарова О П , Клименко О А , Коренистова Д В , Косолапова А Е , Крицкого С Н , Кузина А К , Лепихина А П , Линевича С Н., Лотова А В , Менкеля М Ф , Моисеева Н Н , Прохоровой Н Б , Пряжинской В Г , Резниковского А Ш , Сухорукова Г А ,

Стащука В А., Тюткова О.В., Храновича ИЛ, Хубляряна МГ, Цхай А А, Черняева А М, Шахова ИС, Бисваса А, Киндлера Я, Лаукса Д, Стедингжера Дж, Хейта Д

Методы исследований. В работе использовались методы системного анализа, теории оптимальных решений, регулирования стока, инженерной гидрологии, математической статистики, имитационного моделирования, обработки и передачи информации, планирования эксперимента

Информационную базу исследования составили нормативно-правовые акты, инструктивные, проектные и отчетные материалы о режимах функционирования ВХС, официальные статистические данные об использовании и состоянии вод в бассейне р Северский Донец

Научная новизна результатов исследований. На основе теоретических обобщений и исследований, выполненных автором, впервые предложены

- технологические принципы разработки согласованного плана управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна (п 15 паспорта специальности 25 00 36 ВАК (технические науки)),

- комплекс математических и информационных моделей, алгоритмов и программ в составе системы поддержки принятия решений для анализа состояния водохозяйственной системы и оперативного управления водными ресурсами бассейна р Северский Донец (п 15 Паспорта специальности 25 00 36 ВАК (технические науки)),

- модель системы межгосударственного обмена данными о состоянии и использовании водных ресурсов, обеспечивающая информационное взаимодействие национальных бассейновых подразделений водных служб в процессе управления водными ресурсами трансграничного речного бассейна (п 15 Паспорта специальности 25 00.36 ВАК (технические науки))

Достоверность и обоснованность научных положений подтверждается использованием действующей нормативно-методической базы, официальной статистической информации о состоянии и использовании водных ресурсов, а так же положительными результатами внедрения исследований в практическую деятельность национальных органов управления водными ресурсами в бассейне

р Северский Донец и апробацией методических положений и результатов на различных конференциях

На защиту выносятся:

- технологические принципы управления водными ресурсами, модели и алгоритмы подготовки советующих решений при выборе текущих и оперативных режимов функционирования ВХС бассейна р Северский Донец,

- модель системы межгосударственного обмена данными о состоянии и использовании водных ресурсов,

- результаты анализа современного состояния водохозяйственной системы и оценочные расчеты величины допустимой нагрузки загрязняющими веществами водных объектов бассейна р Северский Донец, полученные с использованием разработанных моделей

Практическая значимость работы. Разработанные технологические принципы управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна, модели, алгоритмы и программы подготовки управляющих решений, модель системы межгосударственного обмена информацией о состоянии и использовании водных ресурсов внедрены в Донском бассейновом водном управлении (Россия) и Северско-Донецком бассейновом управлении водных ресурсов (Украина) и используются в практике управления водными ресурсами бассейна Северского Донца

Апробация работы. Основные положения и отдельные результаты диссертационной работы докладывались на VII и VIII Международных симпозиумах «Чистая вода России» (г Екатеринбург, 2003, 2005 гг), научно-практической конференции студентов и молодых ученых НГМА «Проблемы мелиорации и водного хозяйства» (г Новочеркасск, 2005), научно-практической конференции «Повышение эффективности использования орошаемых земель Южного Федерального округа» (г Новочеркасск, 2005г); 7-ом Международном конгрессе «Вода экология и технология» ЭКВАТЭК (г Москва, 2006), выездном заседании бюро отделения мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии «Водное хозяйство юга России – современное состояние и перспективы

развития» (г.Новочеркасск, 2006г), семинарах по проекту ТАСИС «Управление трансграничным речным бассейном Бассейн р Северский Донец»(г.Славянск, Украина, г.Ростов-на-Дону, 2007г), технических совещаниях с участием научно-исследовательских и эксплуатационных организаций в Донском бассейновом водном управлении (г Ростов-на-Дону) и Северско-Донецком бассейновом управлении водных ресурсов (г Славянск, Украина)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе тезисов – 3, статей – 7, из них 1 в рецензируемом журнале, рекомендованном ВАК для публикации результатов диссертационных работ, 1 монография

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и перечня цитируемой литературы, включающего 141 источник. Общий объем диссертации составляет 144 страницы, в том числе основного текста 128 страниц, включая 44 рисунка и 22 таблицы

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** раскрывается актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследований, приведены новые научные результаты, полученные автором, а также результаты практической апробации разработанных положений

В первой главе "**Анализ водохозяйственной системы бассейна реки Северский Донец**" выполнен анализ технической водохозяйственной схемы и современного использования водных ресурсов в бассейне, приведены результаты моделирования современного водохозяйственного баланса бассейна р.Северский Донец на территории Белгородской и Ростовской областей России, приведены исследования автора по оценке качества поверхностных вод, сформулированы особенности процесса управления водными ресурсами в условиях трансграничного водопользования, классифицированы функции и задачи, решаемые российскими и украинскими бассейновыми органами на различных этапах планирования и управления водными ресурсами, сформулированы предложения по совершенствованию механизма подготовки управляющих решений на основе внедрения современных информационных технологий

Бассейн р Северский Донец расположен в пределах Белгородской, Курской, Воронежской и Ростовской областей России, а так же Харьковской, Донецкой и Луганской областей Украины и занимает площадь 98.9 тыс км², из которой 54% (53 тыс км²) находится в пределах Украины

Современная техническая водохозяйственная схема бассейна отличается исключительной сложностью и включает крупные водохранилища общесейнового назначения, тракты территориального перераспределения водных ресурсов, многочисленные более мелкие водохранилища и пруды, протяженные водоводы для водоснабжения населения городов и предприятий, многочисленные водозаборы (рисунок 1)

В бассейне на территории России и Украины функционирует сложный водохозяйственный комплекс, основными участниками которого являются водоснабжение всех категорий (питьевое и хозяйственно-бытовое, сельскохозяйственное, промышленное, включая тепловые электростанции), орошаемое земледелие, прудовое рыбоводство, водный транспорт. На современном уровне развития водохозяйственного комплекса (2005г) суммарный забор воды в бассейне оценивается в 1 96 км³, величина водоотведения при этом составляет 0 965 км³

Расчеты водохозяйственных балансов, выполненные для современного уровня развития водохозяйственного комплекса бассейна, позволили установить, что в пределы Украины из Белгородской области в годы 75% и 95% обеспеченности поступает соответственно 298 0 млн м³ и 180 3 млн м³ речного стока, а в пределы Ростовской области России с территории Украины по Северскому Донцу соответственно 1516 9 млн.м³ и 1027 млн м³, остаточный сток в р Дон составляет соответственно, 2000 9 млн м³ и 1203 5 млн м³

Критическим периодом по использованию речного стока, ограничивающим дальнейшее развитие водопользования в бассейне, является июнь – август, когда расходы воды в реке снижаются до санитарного минимума Дефицит стока относительно расчетной величины экологического стока в пограничном створе с Украиной (Белгородская область) и устьевом створе р.Северский

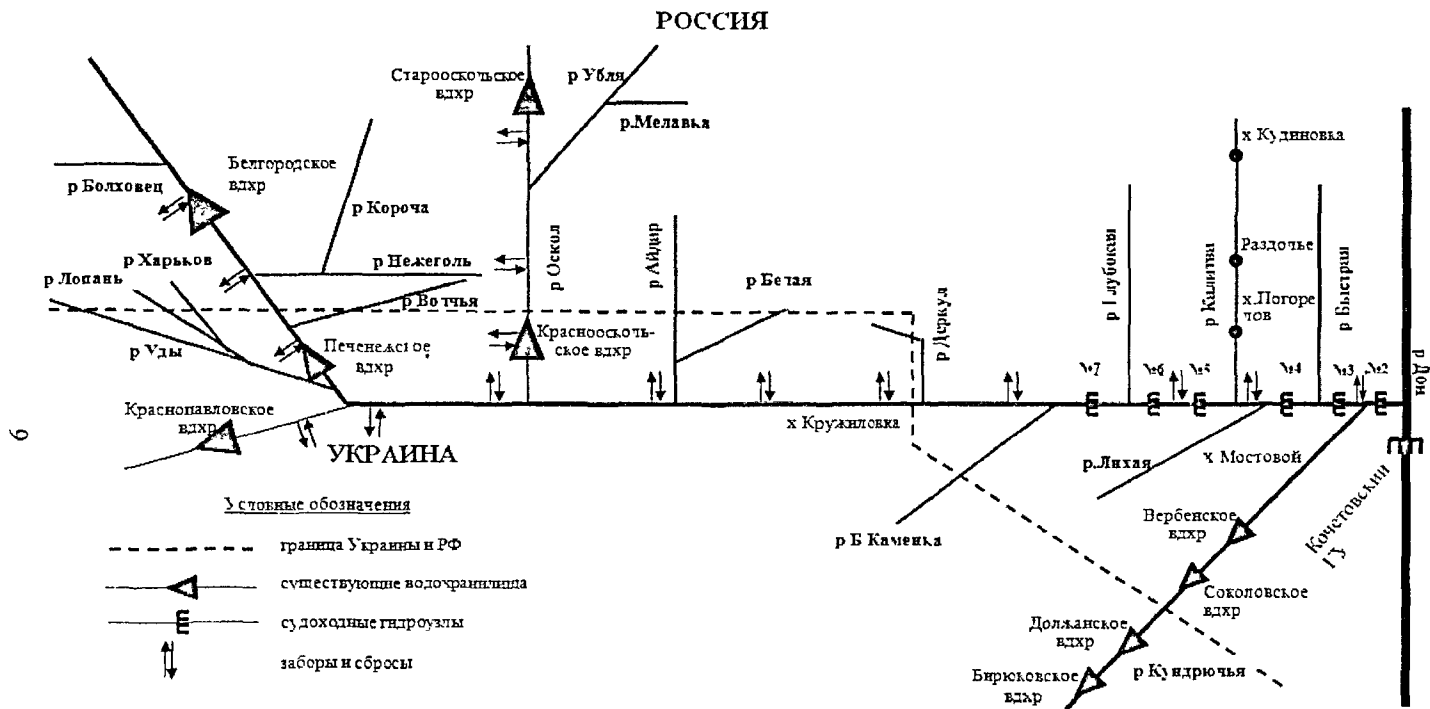


Рисунок 1 – Водохозяйственная схема бассейна р Северский Донец

Донец (Ростовская область) для года 75% обеспеченности составляет 164.42 млн м³ и 1635.97 млн м³ соответственно. Дальнейшее развитие водопользования в бассейне может осуществляться без дополнительного изъятия водных ресурсов, главным образом, за счет внедрения водосберегающих технологий.

Проблема качества поверхностных вод в бассейне исследовалась автором на основе данных сети систематических наблюдений за последние 10-12 лет. При существующей неравномерной в пределах года системе отбора проб воды и весьма высоком коэффициенте вариации концентраций многих загрязняющих веществ во времени для оценки изменения качества воды использованы обеспеченные значения концентраций веществ. К характерным величинам обеспеченности измеренных концентраций веществ отнесены 20%, 50%, 80% уровни. Построенные по обеспеченным концентрациям веществ профили их изменения по длине реки, позволяют провести пространственную оценку изменения качества речной воды. При этом 50% значения концентраций веществ наиболее объективно характеризуют направленность процесса изменения загрязненности воды по длине реки. Концентрации с обеспеченностью 20% и 80% ограничивают наиболее представительный интервал возможного варьирования значений концентраций вещества в речной воде как в отдельных створах наблюдений, так и в целом по длине реки (рисунок 2).

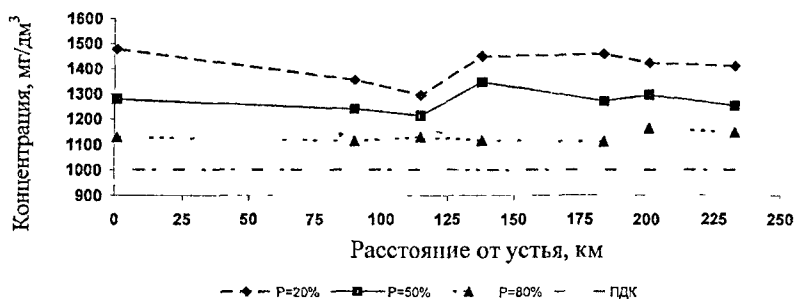


Рисунок 2 – Изменение обеспеченных значений минерализации воды в нижнем течении р Северский Донец (по данным наблюдений за 1993-2004 гг.)

На основе анализа данных систематических наблюдений установлено, что к наиболее представительным показателям (из наблюдаемых), определяющих

качество воды р Северский Донец в верхнем течении (на территории Белгородской области), относятся фосфор фосфатов, азот нитритов, железо общее и нефтепродукты. В нижнем течении (на территории Ростовской области) - сульфаты, ионы магния, БПК₅, фосфор фосфатов, азот нитритов, железо общее и нефтепродукты, а также величина минерализации воды, определяемая по данным контроля за суммой главных ионов или за величиной сухого остатка в отобранных пробах речной воды.

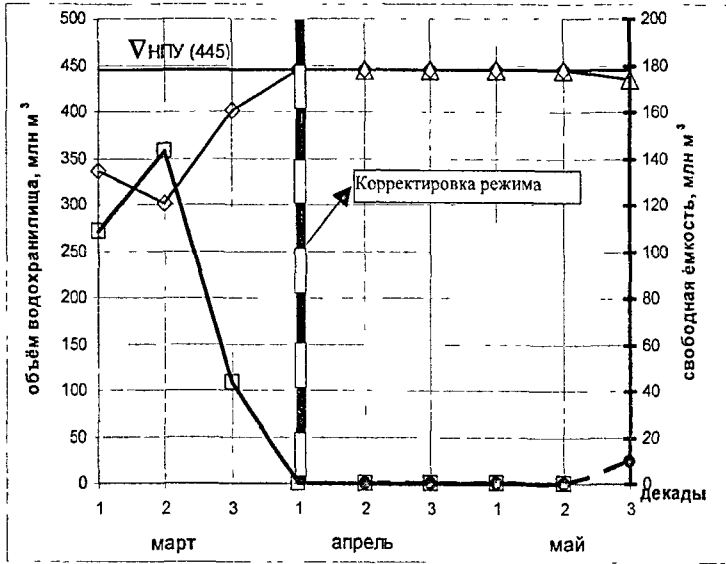
С развитием водохозяйственного комплекса, увеличением безвозвратного водопотребления, высоким уровнем загрязнения водных объектов, зарегулированием значительной части речного стока обострились противоречия между водопользователями, а после образования СНГ, и между государствами, по поводу использования водных ресурсов в бассейне. Характер этих противоречий многообразен, основные из них возникают по поводу режимов использования воды, несоответствия количественных и качественных характеристик вод в пограничных (межгосударственных) створах. В этих условиях принятие согласованных решений по управлению водными ресурсами бассейна с учетом интересов двух государств потребовало подписания между Правительством России и Кабинетом министров Украины Соглашения о совместном использовании и охране водных объектов в бассейне Северского Донца (1992г), определяющего основные принципы совместного управления использованием вод. Уже на начальном этапе реализации Соглашения стало очевидно, что повышение качества принимаемых управляющих решений требует совершенствования механизма их подготовки, внедрения современных информационных технологий, базирующихся на применении согласованных подходов, математических моделей и методов, объединенных в составе Системы поддержки принятия решений (СППР), действенной системы межгосударственного обмена данными.

Наличие такой системы позволяет обеспечить оперативность осуществления мероприятий по предупреждению конфликтных ситуаций и угроз устойчивому водопользованию, повысить информированность сторон, сделать деятельность сторон прозрачной и прогнозируемой, осуществлять координацию усилий при подготовке решений и добиваться при этом максимального эффекта.

от выбранной политики управления водными ресурсами, что, в конечном счете, и есть реализация бассейнового принципа управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна

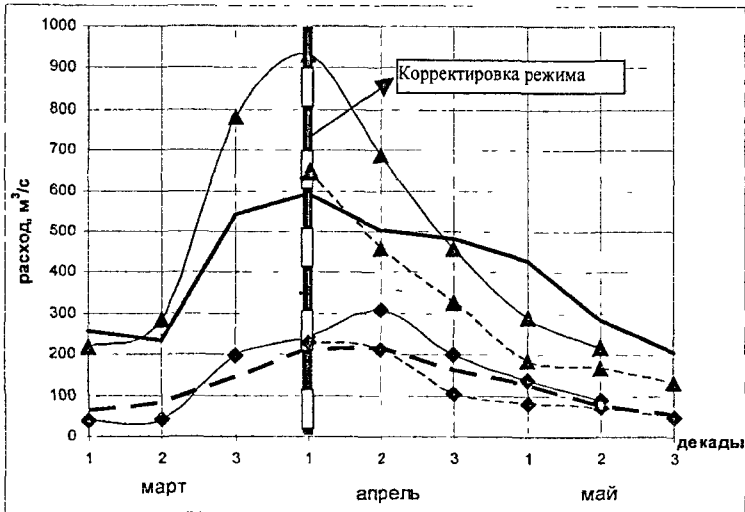
Во второй главе «**Модели поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна**» приведены результаты исследований автора по созданию имитационных моделей для управления водными ресурсами в бассейне р Северский Донец, разработке технологических принципов организации процесса управления водными ресурсами с использованием разработанных моделей в условиях трансграничного водопользования, процедуры согласования управляющих решений с использованием системы межгосударственного обмена данными на уровне бассейновых органов национальных водных служб, результаты модельных расчетов при разработке и согласовании плана управления водными ресурсами в различных водохозяйственных условиях

К числу основных задач управления водными ресурсами (текущего и оперативного), систематически решаемых в течение водохозяйственного года российскими и украинскими специалистами бассейновых органов национальных водных служб, относятся распределение водных ресурсов, планирование режимов работы водохранилищ, гидроузлов, накопителей сточных вод, составление оперативных и текущих водохозяйственных балансов. В условиях трансграничного водопользования решение перечисленных задач в конечном счете направлено на поиск компромиссных значений режимных параметров элементов ВХС и системы в целом в каждый момент времени. При решении задач управления водными ресурсами в условиях трансграничного водопользования в процессе итерационной процедуры согласования решений, подготавливаемых каждым из субъектов процесса управления, формируется компромиссный режим функционирования ВХС, элементами которого являются оперативные планы-графики работы водохранилищ (рисунок 3), использования воды, опорожнения накопителей сточных вод, водохозяйственные балансы (рисунок 4), ситуационные планы управления режимами элементов ВХС в условиях различной водности



наполнение \diamond по прогнозу на 27 02 2006г., \triangle по прогнозу на 29 03 2006г
 свободная ёмкость \square по прогнозу на 27 02 2006г, \bullet по прогнозу на 29 03 2006г
 Рисунок 3 – Расчетный режим наполнения Краснооскольского

водохранилища (Украина)



г Изюм \blacklozenge по прогнозу на 27 02 2006г, \blacklozenge по прогнозу на 29 03 2006г, --- факт
 п Кружиловка \blacktriangle по прогнозу на 27 02 2006г, \blacktriangle по прогнозу на 29 03 2006г, --- факт

Рисунок 4 – Расчетные и фактические расходы воды в створах

г Изюм (Украина) и п Кружиловка (Россия)

В результате неформального анализа структуры бассейновой ВХС, технологии подготовки и принятия управляющих решений, консультаций со специалистами бассейновых управлений определена структура эквивалента для имитационной модели текущего управления водными ресурсами бассейна р Северский Донец. Учитывая важность всестороннего анализа политик управления водохранилищами, в составе эквивалента предусмотрены модели 5 наиболее крупных водохранилищ, контролирующей основную часть стока бассейна Белгородского, Печенежского, Краснопавловского, Старооскольского и Краснооскольского. Имитационная модель управления водохранилищем в системе описывается следующими переменными и параметрами.

Эндогенные переменные X_{jt}^1 - использование воды j-м водопользователем ($j \in J_1$) на интервале времени t из 1-го водохранилища, где J_1 - множество всех водопользователей, обеспечиваемых из 1-го водохранилища, $1 = 1, 2, \dots, 5$

Переменные состояния ΔW_t^1 - текущее изменение объема 1-го водохранилища, W_t^1, H_t^1 - текущее наполнение и уровни воды в 1-м водохранилище, P_t^2 - текущее значение суммарных потерь воды из 1-го водохранилища, Y_t^2 - текущее значение величины возвратных вод

Экзогенные переменные Q_t^1, \tilde{Q}_t^1 - русловая и боковая приточность воды к водохранилищу; \bar{X}_{jt}^1 - нормативная потребность j-го водопользователя в водных ресурсах,

P_t^1, Y_t^1 - величины суммарных потерь из водохранилища и величина возвратных вод

Управления модели $F_1(t, H)$ - диспетчерские правила управления 1-м водохранилищем; F_1' - неформальные правила управления водохранилищем

Параметры $W = f_1(H)$, $H = f_1^{-1}(W)$, $S = G_1(W)$ - кривые связи объемов, уровней и площадей водохранилища, $H_{НПУ}^1, W_{НПУ}^1$, $H_{ГМО}^1, W_{ГМО}^1$, $H_{ФПУ}^1, W_{ФПУ}^1$ - характерные уровни и объемы водохранилищ, V_{\max}^1 - максимальные пропускные способности водохранилищ

Уравнения функционирования

$$W_t^i = W_0^i + \sum_{\tau=1}^t (Q_\tau^i + \bar{Q}_\tau^i + Y_\tau^i - \sum_{j \in J_i} X_{\tau,j}^i - P_\tau), t \in [1, T], i \in [1, 5], \quad (1)$$

$$X_{\tau,j}^i = F_i(\tau, H) \text{ или } X_{\tau,j}^i = F_i' \quad (2)$$

Возможность построения согласованного плана управления водными ресурсами в условиях трансграничного водопользования основывается на соблюдении ряда руководящих принципов, вытекающих из прав и задач, стоящих перед бассейновыми национальными водными службами, Положений и Правил, регламентирующих использование водных ресурсов на территории России и Украины или их субъектов, межгосударственных соглашений по вопросам использования трансграничных водных объектов. Реализация процедур согласования взаимоприемлемых решений на основе соблюдения руководящих принципов, позволяет в конечном счете реализовать бассейновый принцип управления в условиях реального процесса управления водными ресурсами трансграничного речного бассейна.

Важнейшим элементом процедуры согласования локальных решений является система критериев, на основе которой осуществляется оценка допустимости состояния водохозяйственной системы и ее структурных элементов как во «внутренних» для каждого государства, так и в межгосударственных створах контроля. Оценка состояния водохозяйственной системы осуществляется на основе сравнения фактических значений компонентов вектора состояния на рассматриваемый момент времени с установленными для них критическими значениями. В случае нарушения хотя бы одного из условий, состояние ВХС считается недопустимым, и для оценки возникшей ситуации привлекаются эксперты, которые на основе неформальной процедуры анализа причин возникшей ситуации определяют пути перевода системы в допустимое состояние, численные значения управляющих переменных находятся в результате моделирования заданных экспертами (ЛПР) сценариев на имитационной модели. В случае получения недопустимых решений, параметрически изменяются значения переменных управления, и процедура расчета согласованного плана управления повторяется. Иногда по решению ЛПР или по согласованию субъектов процесса управления могут быть изменены критериальные значения для переменных управления.

Эффективность процедуры согласования локальных управляющих решений в значительной степени определяется возможностью организации информационного взаимодействия национальных бассейновых подразделений водных служб в процессе управления водными ресурсами бассейна. Разработанная модель межгосударственного обмена данными включает три организационных уровня (рисунок 5), при этом основная нагрузка по подготовке и координации процесса передачи данных лежит на бассейновых управлениях.

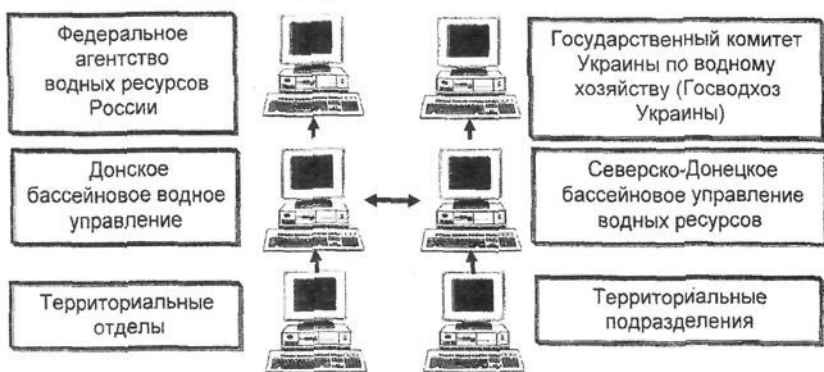


Рисунок 5 – Организационная структура системы межгосударственного обмена данными

В действующем состоянии система обеспечивает возможность обмена данными о результатах аналитического контроля качества вод в пограничных и внутренних (по согласованию сторон) створах, срочных прогнозах стока, текущем состоянии водохранилищ в бассейне и расходах воды в контрольных створах, планируемых режимах работы водохранилищ и накопителей сточных вод, расчетных расходах воды в контрольных створах (подготовленных с использованием СППР). Для верхнего уровня система обеспечивает подготовку и передачу аналитических отчетов для руководства национальных водных служб.

Организация информационного обмена в системе осуществляется в соответствии с технологическим регламентом, определяющим вид передаваемой информации, порядок организации информационного взаимодействия и формирования унифицированных обменных массивов, порядок регистрации передаваемой и

принимаемой информации, способы контроля качества полученной информации и защиты данных при обмене

Информация в системе обмена подразделяется на обязательную, внеочередную (при возникновении аварийных ситуаций) и подготавливаемую в соответствии с поступающими запросами. Переданная через систему обмена информация пополняет базу данных СППР и используется для решения конкретных функциональных задач (рисунок 6). Так, при разработке планов управления водохранилищами на территории Украины требуется информация о планируемых режимах работы Белгородского и Старооскольского водохранилищ, формирующих сток в верхней части бассейна на территории России. Помимо планируемых режимов, российская сторона в обязательном порядке передает данные о текущем наполнении и прогнозах приточности к водохранилищам. Это дает возможность украинской стороне всесторонне оценить качество предлагаемых решений.

В свою очередь полная информация о фактических и расчетных режимах работы водохранилищ и расходах воды в пограничных створах передается российской стороне для прогноза водохозяйственной обстановки в нижнем течении Северского Донца и Нижнего Дона.

Разработанные модели для управления водными ресурсами в бассейне р. Северский Донец прошли опытную эксплуатацию в различных водохозяйственных условиях, подтвердившую эффективность разработанных принципов, моделей и алгоритмов при подготовке и согласовании управляющих решений.

В третьей главе «**Исследование допустимой нагрузки р. Северский Донец по привнесению загрязняющих веществ**» приведены результаты исследований, выполненных с использованием разработанного комплекса моделей, по анализу основных источников загрязнения и оценке величины допустимого привнесения загрязняющих веществ в водные объекты в верхнем течении реки (Белгородская область).

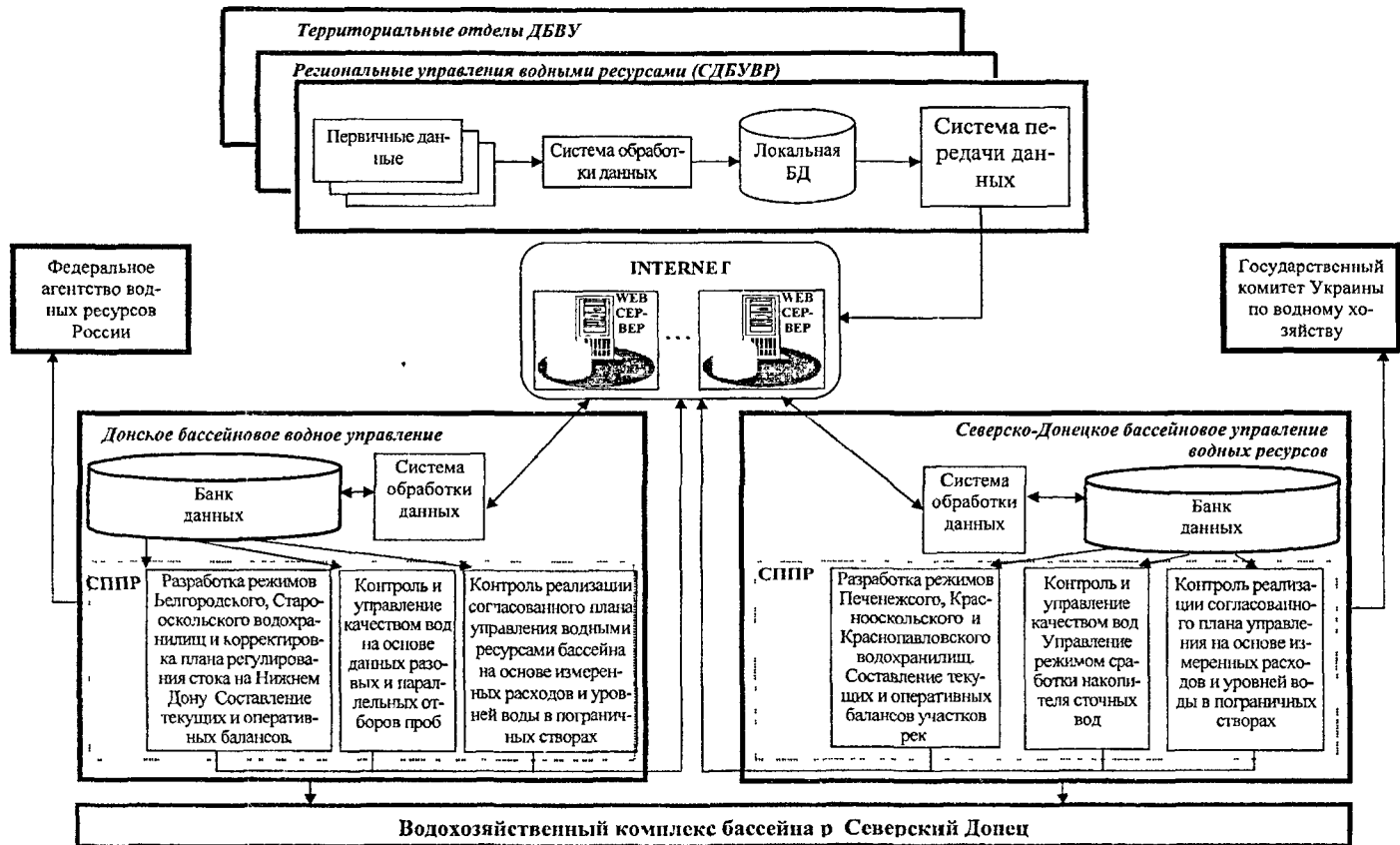


Рисунок 6 – Схема обмена данными при управлении водными ресурсами в бассейне р Северский Донец

К числу основных сосредоточенных источников поступления загрязняющих веществ в р Северский Донец на территории России следует отнести притоки первого порядка, имеющие в устье более загрязненные воды, чем в р Северский Донец (Болховец, Разумная, Нежеголь, Б Каменка, М Каменка, Глубокая, Калитва, Лихая, Быстрая, Кундрючья), хозяйственно-бытовые сточные воды с примесью промышленных сточных вод гг Белгород, Каменск, Белая Калитва

При оценке величины допустимого привнесения загрязняющих веществ, лимитирующих водопользование и сохранение благополучия водной экосистемы, учитывались вещества и показатели, концентрация которых превышает ПДК Установление требований по качеству воды в замыкающем створе выделенных участков реки c_{nj} , с учетом наличия в речной воде веществ одной группы ЛПВ осуществлялось, исходя из следующих условий

$$c_{nj} = \begin{cases} r_j c_{пдк_j}, & \text{если } c_{ф_j} \geq r_j c_{пдк_j} \\ c_{ф_j}, & \text{если } c_{ф_j} < r_j c_{пдк_j} \end{cases} \quad (3)$$

где $c_{пдк_j}$ – предельно допустимая концентрация в воде j -го вещества, мг/дм³, $c_{ф_j}$ – фактическая концентрация j -го вещества в речной воде, соответствующая расчетным гидрологическим условиям в замыкающем створе, мг/дм³, c_{nj} – требования по качеству воды для j -го вещества на рассматриваемом речном участке, мг/дм³ (г/м³), r_j – доля j -го вещества ($0 < r_j \leq 1$) для данного участка, устанавливаемая с учетом количества и концентрации других веществ одной группы ЛПВ в замыкающем створе этого участка, и естественного “природного” содержания в речной воде рассматриваемых веществ

Формула для расчета допустимой величины привнесения ЗВ на рассматриваемом речном участке $ПВ$, т/год может быть выведена из уравнения баланса массы вещества

$$ПВ = \sum [c_p + (c_{cmi} - c_p) e^{-K\tau_{cmi}}] V_{cmi} = c_n (V_{k-1} + \sum V_{cmi} + \sum V_{npi} + V_a + V_n - V - \sum V_{3,i}) - [c_p + (c_{k-1} - c_p) e^{-K\tau_{k-1}}] V_{k-1} - \sum c_{npi} V_{npi} - c_a V_a - c_n V_n + \sum c_{3,i} V_{3,i} \quad (4)$$

где τ_{k-1} - время перемещения водных масс от входного створа до замыкающего, сутки, V_{k-1} - расчетное значение годового стока года 95%-ой обеспеченности в замыкающем створе предыдущего речного участка, тыс м³, $V_{np,i}$ - расчетное значение стока года 95%-ой обеспеченности в устьевом створе i-го притока, тыс м³, K - коэффициент скорости самоочищения речной воды от загрязняющего вещества, 1/сут, c_{k-1} - концентрация вещества во входном створе речного участка, мг/дм³, c_k - концентрация вещества в замыкающем створе речного участка, мг/дм³ (г/м³), $c_{cm,i}$ - концентрация вещества в i-ом источнике поступления его в реку, мг/дм³, $c_{np,i}$ - природный (естественный) уровень концентрации вещества в устьевом створе i-го притока при расчетном годовом стоке года 95% обеспеченности, мг/дм³, c_p - естественная (природная) концентрация вещества на рассматриваемом участке реки, до которой реально может происходить убыль содержания вещества мг/дм³, c_n - концентрация вещества в подземных водах, поступающих на рассматриваемом речном участке, мг/дм³, c_a - концентрация вещества в атмосферных осадках, мг/дм³; $c_{z,i}$ - концентрация вещества в створе i-го водозабора, мг/дм³; $V_k, V_{cm,i}, V_{np,i}, V_n, V_a, V_{z,i}$ - соответственно годовые стоки воды во входном створе участка реки, в i-ом сбросе сточных вод, в устье i-го притока первого порядка, годовые стоки подземных вод на рассматриваемом речном участке, годовые объемы атмосферных осадков на водную поверхность участка, безвозвратный забор воды на участке, тыс м³/год; $\tau_{m,i}$ - время перемещения загрязненных масс воды от i-го выпуска сточных вод до замыкающего створа рассматриваемого участка реки, сутки

Расчет PB в соответствии с формулой (4) для р Северский Донец (как и для большинства слабоизученных рек) в настоящее время не представляется возможным из-за отсутствия всех или части данных по таким показателям, как $c_{np,i}, c_p, K, c_n, c_a, V_n, V_a$. В связи с этим расчет PB выполнен по следующей упрощенной формуле:

$$PB_{j,k} = c_{нjk} V_k, \quad (5)$$

где $PB_{j,k}$ - допустимое общее поступление загрязняющего вещества на выделенном участке реки в единицу времени (за год), включая антропогенную и природную составляющую формирования содержания вещества на k -ом уча-

стке, тонны, c_{ijk} -принятые в соответствии с (3) требования по качеству воды для j -го вещества на k -ом участке, мг/дм³ (г/м³), V_k - сток года 95% обеспеченности в замыкающем створе k -го участка, млн м³.

Фактическое поступление загрязняющего вещества в единицу времени (год) на выделенном участке реки ($G_{\phi jk}$) определялось по формуле

$$G_{\phi jk} = c_{\phi jk} V_k \quad (6)$$

Сверхнормативная (недопустимая) нагрузка k -го участка реки рассматриваемым загрязняющим веществом ΔG_{jk} (в тоннах), определялась по формуле

$$\Delta G_{jk} = G_{\phi jk} - ПВ_{jk} \quad (7)$$

Величина ΔG_{jk} , полученная с учетом требований к качеству воды всех видов водопользования, имеющих место на данном водном объекте, позволяет планировать поэтапное достижение установленного значения $ПВ$

Общая практическая цель использования установленных значений $ПВ$ по упрощенному варианту – это снижение и полная ликвидация на выделяемых участках бассейна реки сверхнормативной нагрузки (ΔG_{jk}) в результате водоохраных мероприятий и улучшения очистки сточных вод (поэтапное снижение концентраций загрязняющих веществ в сточных водах)

В целях планирования поэтапного достижения $ПВ$, соответствующих ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения, в качестве промежуточных рассчитаны нормативы $ПВ_{jk}$ и ΔG_{jk} , соответствующие ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого или коммунально-бытового водопользования

Оценочные значения допустимой величины привнесения загрязняющих веществ на участки верхнего течения р Северский Донец на территории Белгородской области (участки №1, №2) приведены в таблице 1 На основе выполненных расчетов по оценке допустимой величины привнесения загрязняющих веществ в верхнем течении р Северский Донец на территории России подготовлены предложения по первоочередным мероприятиям, направленным на

Таблица 1– Оценка допустимого привнесения загрязняющих веществ в бассейн р Северский Донец на территории Белгородской области

Показатели химического состава воды	Установленные требования к качеству воды в замыкающем створе $(C_{н, j})$, мг/дм ³		Оценка допустимого привнесения ЗВ, ПВ, т/год		Сверхдопустимое поступление веществ, т/год	
	участок №1	участок №2	участок №1	участок №2	участок №1	участок №2
Общие показатели						
Минерализация	474	496	35882	46867	-	-
БПК ₅	2 0	2 0	151 40	188 98	28 77	27 4
БПКполн	3 00	3 00	227 1	283 47	12 52	4 32
ХПК	14 4	13 5	1090 1	1275 6	-	-
Вещества обшесанитарной группы ЛПВ						
Фосфор фосфатов	0 088	0 200	6 662	18 898	-	9 355
Вещества санитарно-токсикологической группы ЛПВ						
Магний	15	10 8	1135 5	1020 5	287 7	557
Сульфаты	47 5	45 0	3595 8	4724 5	1453 4	2144 9
Хлориды	22	39 7	1665 4	3751 2	-	-
СПАВ	0 015	0 016	1 1355	1 5118	-	-
Вещества токсикологической группы ЛПВ						
Азот нитритный	0 004	0 005	0 3028	0 4725	0 3028	2 4567
Нитриты	0 013	0 016	0 9961	1 5541	0 9960	8 0814
Азот аммонийный	0 1	0 08	7 57	7 5592	7 57	17 103
Железо общее	0 07	0 03	5 2990	2 8347	7 57	2 457
Медь	0 001	0 001	0 0757	0 0945	-	-
Цинк	0 010	0 010	0 7570	0 9449	-	-
Вещества рыбохозяйственной группы ЛПВ						
Нефтепродукты	0 03	0 03	2 2710	2 8347	2 271	-
Фенолы	0 001	0 001	0 0757	0 0945	-	-

Участок №1 исток- входной створ в Белгородское водохранилище

Участок №2 входной створ в Белгородское водохранилище – граница Белгородской и Харьковской областей

снижение сброса загрязняющих веществ со сточными водами предприятий и населенных пунктов, а также по улучшению состояния водосборов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе решается важная научная проблема совершенствования механизма управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна. Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем

1 В результате анализа особенностей процесса управления водными ресурсами в бассейне р Северский Донец выполнена классификация функций и задач, решаемых национальными бассейновыми органами на различных этапах планирования и управления водными ресурсами, сформулированы предложения по совершенствованию механизма подготовки управляющих решений

2 На основе анализа задач, стоящих перед бассейновыми национальными водными службами в бассейне, Положений и Правил, регламентирующих использование водных ресурсов на территории России и Украины и их субъектов, межгосударственных соглашений, сформулированы технологические принципы организации процесса управления водными ресурсами в условиях трансграничного речного бассейна

3 Разработан и внедрен в составе действующей системы поддержки принятия решений в Донском (Россия) и Северско-Донецком (Украина) бассейновых водных управлениях комплекс моделей, алгоритмов и программ подготовки решений для целей оперативного (текущего) планирования использования водных ресурсов в бассейне

4 Для обеспечения информационного взаимодействия национальных бассейновых подразделений водных служб в процессе управления водными ресурсами разработана и внедрена модель системы межгосударственного обмена данными о состоянии и использовании водных ресурсов в бассейне Северского Донца

5 С использованием разработанных моделей выполнены исследования современного состояния водохозяйственной системы и оценочные расчеты величины

допустимой нагрузки загрязняющими веществами водных объектов бассейна р Северский Донец

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

- 1 Косолапов, А Е Задачи разработки единой информационной системы «Водное хозяйство» для Южного федерального округа [Текст] / А Е. Косолапов, А В Кувалкин, Т А Калиманов // Тез 7 Междунар симпозиума и выставки «Чистая вода России-2003» - Екатеринбург, 2003 С 41-42 (автор 30%)
- 2 Косолапов, А.Е Модель управления бассейном реки в условиях трансграничного водопользования [Текст] / А Е Косолапов, Т А Калиманов // Проблемы водопользования на оросительных системах юга России материалы конф Сек «Эксплуатации гидромелиоративных систем» (15-16 октября 2004г г Новочеркасск) – Новочеркасск НГМА, 2005 – С 19-24 (автор 45%)
- 3 Калиманов, Т.А Современное состояние водохозяйственного комплекса бассейна реки Северский Донец [Текст] // Проблемы водопользования на оросительных системах юга России материалы конф Сек «Эксплуатации гидромелиоративных систем» (15-16 октября 2004г г Новочеркасск) – Новочеркасск НГМА, 2005 – С 24-28
- 4 Антоненко, В Е Межгосударственная система обмена данных о состоянии и использовании вод бассейна р Северский Донец [Текст] / В Е Антоненко, Т А Калиманов // Тез 8 Междунар симпозиума и выставки «Чистая вода России-2005» - Екатеринбург, 2005 – С 36 (автор 70%)
- 5 Скачедуб, Е А Концепция создания информационно-аналитической системы обеспечения мониторинга в бассейне реки [Текст]/ Е А Скачедуб, Т.А Калиманов, А Е Скачедуб // Тез 8 Междунар симпозиума и выставки «Чистая вода России-2005» - Екатеринбург, 2005 – С 93 (автор 40%)
- 6 Косолапов, А Е Водохозяйственные проблемы бассейна Дона [Текст]/ А Е Косолапов, В.Н Шкура, Т.А Калиманов // Водное хозяйство России проблемы, технологии, управление - Екатеринбург, 2005 - Т 7, N2 - С 117-140 (автор 30%)

7. Калиманов, Т А Обеспечение единого информационного пространства при управлении трансграничными водными объектами [Текст] // Проблемы мелиорации и водного хозяйства: материалы науч -практ конф студ и молодых ученых / ФГОУ ВПО НГМА –Новочеркасск, 2005 – С 70-75
- 8 Калиманов, Т А Моделирование режима сработки накопителя сточных вод [Текст] // Мелиорация и водное хозяйство материалы науч -практ конф «Повышение эффективности использования орошаемых земель Южного Федерального округа» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) (30 сент 2005г, г Новочеркасск) / РАСХН, Отд-ние мелиорации, водного и лесного хозяйства, ФГОУ ВПО «Новочерк гос мелиор акад » - Новочеркасск ООО НПО «Темп», 2005 – Вып 4 Т 2 – С 49-52
- 9 Скачедуб, Е А Проблемы разработки систем управления трансграничными водными объектами [Текст] / Е А Скачедуб, Т А Калиманов // Мелиорация и водное хозяйство: материалы науч -практ конф «Повышение эффективности использования орошаемых земель Южного Федерального округа» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) (30 сент 2005г, г.Новочеркасск) / РАСХН, Отд-ние мелиорации, водного и лесного хозяйства, ФГОУ ВПО «Новочерк гос мелиор акад » - Новочеркасск ООО НПО «Темп», 2005 – Вып 4 Т 2 – С 160-164
- 10 Косолапов, А Е. Река Кундрючья анализ природно-технической системы [Текст] / А Е Косолапов, В Н Шура, О А Клименко, Сев -Кав. филиал ФГУП «Российский НИИ компл. использования и охраны водн ресурсов» – Новочеркасск НОК, 2006 -176 с (автор 12%)
- 11 Калиманов, Т А Система межгосударственного обмена данными о состоянии и использовании водных ресурсов в условиях трансграничного водопользования [Текст] // 7-й Междунар конгресс «Вода экология и технология» ЭК-ВАТЭК – 2006 – М., 2006 Ч 1 – С 122

Калиманов Тарас Александрович

УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ
ТРАНСГРАНИЧНОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА
(на примере бассейна р Северский Донец)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

по специальности 25.00 36 – Геоэкология

Подписано в печать 13 03 2007 г Объем 1.0 п л

Формат 60x84/16 Заказ № 106 Тираж 100 экз

г Новочеркасск, ул Пушкинская, 111, НГМА