

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ СХЕМ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Пряжинская В.Г., Левит-Гуревич Л.К., Ярошевский Д.М.

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

METHODOLOGIC SUPPORT OF THE RIVER BASIN PLANS DEVELOPMENT

Priazhinskaya V.G. Levit-Gurevich L.K. Yaroshevskii D.M.

Water problems institute RAS

Доклад посвящен анализу методологических аспектов действующих «Методических указаний по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО)» [1] (Методика, Указания) Методика, действующая с 2007 г., представляет собой существенно усовершенствованный по сравнению с предыдущими документ, это большой шаг вперед к научно-практическому обоснованию методов разработки СКИОВО как промежуточного этапа между отраслевым планированием водохозяйственной деятельности и планами развития экономики страны. Методика затрагивает основные водные проблемы и включает широкий круг проектных задач с детальным описанием *последовательности и состава разработок*. Отвечая на вопрос, **что** надо делать, Указания не содержат ссылок на *методы разработок*. Поэтому, по нашему мнению, необходимо дополнить Методические указания Рекомендациями с описанием методов решения ключевых задач на базе современного уровня развития водохозяйственной науки, математических методов и вычислительной техники. С одной стороны, это обеспечило бы единообразие обоснования предлагаемых в Схемах решений, а с другой стороны, позволило бы в определенной мере формализовать разработку СКИОВО, включая декомпозицию проблемы в целом, формулировки основных задач, методы их решений, алгоритмы расчетов и т.д.

По своему назначению Схемы являются основой реализации мероприятий по использованию вод и охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов. В 1960-х гг. в СССР интенсивно развивались водные мелиорации и разрабатывались схемы комплексного использования водных ресурсов (СКИВР) на различных уровнях (малые реки, крупные бассейны и регионы) при жесткой системе нормирования состава и содержания схемных разработок. Это система обеспечивала единство методологии при составлении СКИВР, но часто не позволяла в полной мере учесть специфику различных бассейнов и регионов. В современных СКИОВО в соответствии со статьей 33 Водного кодекса РФ [2] систематизируются материалы о состоянии водных объектов и об их использовании, определяется допустимая антропогенная нагрузка и потребность в водных ресурсах в перспективе, а также мероприятия по охране водных объектов и предотвращению негативного воздействия вод.

Схемами устанавливаются:

- 1) целевые показатели качества воды водных объектов рассматриваемого речного бассейна и уменьшения негативных последствий наводнений и других видов негативного воздействия вод на период действия Схем, а также перечень мер, направленных на достижение этих показателей;
- 2) водохозяйственные балансы, перечень водохозяйственных мероприятий и мер по охране водных объектов;

3) лимиты и квоты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и лимиты сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при разных условиях водности.

Согласно действующим Указаниям «Основной задачей разработки Схем является формирование инструментария принятия управленческих решений по достижению целевых показателей качества воды и уменьшения негативного воздействия вод». Однако центральной задачей Схем, детально прописанной в Указаниях, являются водохозяйственные расчеты, в частности, водохозяйственные балансы. Действительно, это обязательный и необходимый компонент любой бассейновой Схемы. Но вне поля зрения оказались проблемы обоснования стратегических решений, связанных с регулированием стока, планированием мероприятий по охране от вредного воздействия вод, развитием деятельности по строительству и реконструкции очистных сооружений на промышленных и коммунально-бытовых предприятиях.

Важность стратегического планирования, инструментом которого являются Схемы, наглядно иллюстрируется анализом «цены» стратегических ошибок, которые всегда выше, чем на этапах более детальных расчетов. В проектах отдельных водохозяйственных систем эффект от оптимизации при выборе структуры системы может достигать 40% капитальных затрат. На этапе проектирования отдельных элементов водохозяйственных систем (плотин, дамб, коллекторно-дренажной сети) оптимизация решений дает экономию 8-12% общих затрат. Оптимизация режимов функционирования проектируемой системы экономит 3-7% эксплуатационных затрат.

При планировании мероприятий в области охраны вод экономия средств за счет оптимизации получается несколько ниже, но она также весьма существенна. Например, для части бассейна р. Исеть (в пределах Свердловской области) проанализированы проектный и оптимальный расчетный варианты. Годовой эффект от оптимизации составил 17%, а экономия капитальных вложений – 15%. Для бассейна р. Урал в целом годовой экономический эффект составил уже 24%, а экономия капитальных затрат – 29%. Сравнение затрат на создание водоохраных комплексов по проектным и оптимальным вариантам показало, что эффективность оптимизации при планировании зависит от размера бассейна, изученности территории, концентрации промышленного производства, интенсивности загрязнения водных объектов и жесткости требований к качеству воды в них [3]. При этом существующие методики расчета эффективности водоохраных мероприятий охватывают далеко не все составляющие результатов их реализации. Заметим, что внимание к методам оптимизации при обосновании стратегических решений в водном хозяйстве американскими исследователями привлекается постоянно с 1960-70-х гг. и до настоящего времени [4,5].

Водное хозяйство России характеризуется большим разнообразием задач и широкими возможностями развития, поэтому следует признать эффективность и привлекательность использования здесь оптимизационных методов наряду с методами имитационного моделирования и широко применяемых методов инженерных расчетов. В области СКИОВО методами оптимизации могут быть охвачены задачи: обоснование стратегии развития водного хозяйства в целом, выбор вариантов развития водохозяйственных систем, водоохраных мероприятий, задачи водodelения и межбассейновых и внутрибассейновых перебросок стока и пр.

Помимо указанных проблем насущно использование математических моделей оптимизации при обосновании агроэкономической части проектов (состав возделываемых культур, нормы и способы поливов и т.п.). Эта часть Схем не менее трудоемка, чем водохозяйственные расчеты, и благоприятна для внедрения современных компьютерных моделей. Это вполне решаемая проблема, так как в силу

развития в 1970-е годы водных мелиораций в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения орошаемое земледелие часто становилось основой соответствующих Схем, что послужило стимулом для разработки разного типа математических моделей – детерминированных и учитывающих стохастичность речного стока и естественного увлажнения. Соответствующие модели разрабатывались для разных уровней принятия решений – как для сельского хозяйства страны (например, Республика Куба, СССР), так и локальных оросительных систем (Алейская в Алтайском крае, Верхне-Сальская в Ростовской области и др.), включая задачи бассейнового и регионального уровней (реки Амударья, Сырдарья, Терек, Ставропольский край). Результаты научных исследований представлены частично в ряде Схем и в огромном количестве публикаций. Позднее подобные модели были адаптированы для анализа влияния изменений климата на структуру сельскохозяйственного производства и ирригационного водопотребления [6].

В научных организациях исследовались также другие использующие водные ресурсы отрасли (рыбное хозяйство, водный транспорт, промышленное и коммунальное водоснабжение и др.). Противоречивость требований различных отраслей к режимам подачи воды стимулировала развитие методов оптимизации параметров ВХС комплексного назначения без ориентации на какую либо ведущую отрасль, что потребовало привлечения методологии системного анализа [7].

Подчеркнем, что в применении к разработкам СКИОВО термин *оптимальное решение* используется не в строгом математическом смысле. Множественность затрагиваемых проблем и сценариев развития водного хозяйства в соответствии с ходом социальных и экономических реформ на длительную перспективу, многокритериальность анализа позволяют говорить не столько об оптимальности решений, сколько о *рациональных* решениях. Оптимизация по отдельным базовым критериям или их взвешенным комбинациям приводит, строго говоря, к субоптимальным либо условно-оптимальным решениям (прежде всего, из-за неточности исходных данных). На множестве таких решений строится множество рациональных решений, являющихся не улучшаемыми по любому из базовых критериев без ухудшения по другому критерию.

Отметим, что невнимание к проблемам стратегического планирования в нашей стране традиционно. Так при составлении Схем еще в 1970-1980 годы вопросам технико-экономического обоснования долгосрочных планов и мероприятий, то есть решению стратегических задач, также уделялось мало внимания. На региональном или бассейновом уровне происходило «смещение стадийности». В рамках Схем часто рассматривались вопросы конкретного проектирования вплоть до детальных конструкций отдельных сооружений и даже их элементов, в то время как изучение долгосрочных задач сводилось к формальному использованию нормативов, по которым практически невозможно провести содержательный анализ. Так как начало XXI века характеризуется тем, что в России произошло осознание необходимости возврата к долгосрочному водохозяйственному планированию и составлению Схем разного уровня (для 14 речных бассейнов в настоящее время), то **своевременно усилить существующие методики разработки СКИОВО рекомендациями по использованию современных методов перспективного планирования.**

Согласно Методическим указаниям в рамках Схем планируется решение широкого круга задач. Они включают:

- обеспечение водными ресурсами промышленности, энергетики и транспорта;
- организация коммунального (питьевое и хозяйственно-бытовое) и сельскохозяйственного водоснабжения;
- ослабление негативного воздействия вод; наводнений; переработки берегов;

- сокращение агрессивных воздействий поверхностных и подземных вод на сооружения;
- организационно-управленческие проблемы (информационные, технологические, аналитические, нормативно-правовые, институциональные).

Ряд указанных проблем – например, организационно-управленческие, - невозможно решать в рамках таких документов как Схемы. С другой стороны, имеет место разрыв между содержанием Схем, разработанных согласно Методическим указаниям, и возможностями управления водными ресурсами в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2006 г. № 883 «О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, внесения изменений в эти схемы».

Наряду со Схемами комплексного использования и охраны водных объектов проектными институтами ранее разрабатывались также локальные Схемы отдельных мероприятий: промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, развития гидроэнергетики в бассейне реки, питьевого водоснабжения отдельных регионов, водоохраных и противопаводковых мероприятий в бассейнах рек. Такие узкие **целевые** Схемы подготавливают материал для комплексных Схем, давая более детальный анализ выделенных мероприятий, чем это можно сделать в бассейновой СКИОВО. Как правило, целевые функции задач оптимизации – это так называемые производственные функции (ПФ), представляющие собой зависимости доходности (в широком понимании) водохозяйственных мероприятий от рациональных затрат (финансовых, ресурсных, трудовых) на их достижение. Из материалов всякой *целевой* Схемы может быть получена и использована при решении задач более высокого уровня эта ПФ как часть производственной функции более общей СКИОВО.

Так как Схемы не являются нормативным документом, то можно рассматривать их материалы как **инструкцию**, которая применяется при разработке федеральных и региональных целевых программ развития территорий в их водохозяйственной части (целевые показатели, квоты-лимиты, перечень мероприятий), а **целевые показатели качества вод**, предлагаемые Схемой, являются целями **по улучшению состояния** бассейна реки, которые должны быть достигнуты к сроку окончания реализации Схемы. **Лимиты и квоты забора водных ресурсов и сброса сточных вод** дают оценки предельных объемов этих показателей, полученных на основе оценки стока в неблагоприятных условиях при прогнозируемом уровне водопотребления, но не являются непосредственными разрешениями на заборы- сбросы.

Предполагаемые объемы необходимых для реализации мероприятий финансовые ресурсы оцениваются по укрупненным показателям стоимости водохозяйственных и водоохраных мероприятий, а также по укрупненным расценкам выполнения различных видов работ. В качестве источников финансирования выступают: федеральный бюджет; бюджет субъекта Российской Федерации; местный бюджет; средства юридических и физических лиц; иные источники финансирования. В качестве последних могли бы служить водный налог и платежи за загрязнение. Однако проблема использования средств, собираемых в качестве платежей за негативное воздействие на водные объекты, выходит за пределы водохозяйственной сферы, так как ее решение базируется на бюджетно – финансовой политике государства. Наиболее важное и затрудняющее реализацию Схем обстоятельство – отсутствие в России целевых бюджетных или внебюджетных водоохраных фондов, где полностью или хотя бы частично аккумулировались бы платежи за негативное воздействие на водные объекты и появилась бы возможность создать «замкнутые» схемы экономического стимулирования водопользования. В соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации от 22.07.98 г. «Об утверждении минимальных и максимальных

ставок платы за пользование водными объектами по бассейнам рек, озерам, морям и экономическим районам», одним из источников финансирования водохозяйственной деятельности должно стать платное водопользование. Экономическое обоснование СКИОВО базируется на информации о величине ставок различных платежей в разрезе водопользователей и водопотребителей и их разделении на суммы, направляемые на проведение водохозяйственных и водоохранных мероприятий.

Из-за серьезного ухудшения качества вод многих речных бассейнов в 1970-е годы во многих западных странах были разработаны и практически использованы математические модели оптимизации состояния качества вод за счет строительства очистных сооружений (например, для бассейнов рек Рейн, Дунай). Большое внимание уделялось и нетрадиционным источникам загрязнения, поставляющим в водные объекты токсичные и канцерогенные вещества, а также диффузным (пространственно распределенным) источникам, доля которых в суммарных сбросах загрязнений постоянно возрастает. Подобные разработки отечественных ученых входят лишь в состав приложений к некоторым Схемам (например, для бассейна р.Терек в 1980-ые годы) вместо того чтобы занять достойное место в основных схемных документах. Схемы представляют интерес для широкого круга специалистов, так как являются межотраслевым документом и служат основой для разработки программ развития и размещения производительных сил страны, хотя коренного пересмотра методологии составления Схем не произошло.

Отечественные разработки последних лет в области методологии выработки стратегических водохозяйственных решений коснулись практически всех сторон этой деятельности, начиная от переоценки приоритетов в водохозяйственной политике и заканчивая применяемыми технологическими средствами [7, 8]. Поэтому представляется важным так или иначе зафиксировать в новых нормативных документах, относящихся к разработкам СКИОВО, положения, соответствующие современному состоянию водохозяйственных отношений, современному уровню развития водохозяйственной науки, математических методов и вычислительной техники. В частности, детальность разработок Схем, общность и подробность разрабатываемых показателей должна соответствовать уровню иерархии конкретной Схемы. Должна быть обеспечена многовариантность результатов Схем, что лежит в основе информационного взаимодействия Схем разных уровней. Кроме того, должна обеспечиваться компьютеризация процессов разработок Схем, включающая следующие компьютерные компоненты: базы данных, программы решения оптимизационных задач, стандартные и специализированные; программы автоматизации водохозяйственных расчетов, водного баланса и пр.; программы визуализации результатов разработок Схем, в частности, на основе ГИС. Для совершенствования процесса разработки Схем целесообразно создание постоянно действующей модели процесса. Функционирование подобной модели в обусловленные Методикой календарные периоды (в несколько лет) облегчит проведение корректировки материалов Схем всех уровней на основе обновленной информации.

Федеральные бассейновые схемы использования и охраны водных объектов разрабатываются, базируясь на материалах территориальных Схем (одного или нескольких субъектов федерации, территориально-производственных комплексов и других специально выделенных хозяйственно-административных единиц). В рамках территориальных разрабатываются все перечисленные выше задачи и увязываются затем в бассейновых Схемах, в разрезе рек или участков рек, протекающих по рассматриваемой территории. Материалы СКИОВО используются и реализуются в составе Федеральных, а также других государственных и иных целевых программ по использованию и охране водных ресурсов. Комплексные разработки в составе Схем

применимы при установлении лимитов водопотребления и водоотведения, экологических попусков и др. Для эффективного управления системой водного хозяйства важна обоснованность принимаемых решений и близость фактических и прогнозируемых результатов.

Решение стратегических задач водохозяйственного планирования опирается на сценарии социальных и экономических реформ на длительную перспективу, которые порождают многочисленные варианты развития водного хозяйства. В рамках каждого отдельного сценария, в свою очередь, рассматриваются варианты технических решений, охватывающие вопросы использования водных ресурсов и их охраны, защиты от вредного воздействия вод, формирования речных русел и др. Рациональные технические решения выбираются при взаимной увязке этих аспектов.

Эффективность решения подобных междисциплинарных задач существенно возрастает при внедрении в практику проектирования систем информационного обеспечения на базе компьютерных технологий и геоинформационных систем, которые позволяют накапливать, систематизировать и обрабатывать огромное количество картографической информации. При использовании математических моделей для выработки водохозяйственной политики в СКИОВО исходная информация должна включать:

- данные мониторинга о состоянии качества вод водных объектов и гидротехнических сооружений;
- показатели статистической отчетности по использованию и охране водных ресурсов;
- экономические показатели затрат и эффективности планируемых мероприятий в том числе базовые нормативы капитальных вложений;
- архив фондовых информационных материалов ранее разработанных Схем;
- величины тарифов за использование водных ресурсов и платежей за сбросы сточных вод в водные объекты.

Существующие базы данных Государственного водного реестра, Федеральной службы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Государственного земельного кадастра и др. не содержат достаточного объема сведений для разработки СКИОВО. Необходимо использование фондовых информационных материалов ранее разработанных Схем, как с точки зрения выявления динамики ряда необходимых показателей и параметров, так и для экономии средств на проектно-изыскательские работы. Следует отметить особенности бассейновых Схем малых рек, где могут возникнуть проблемы недостаточности ряда экономических показателей, а также гидрологической информации и данных о техногенной нагрузке на водные объекты из-за недостаточного развития системы мониторинга. Кроме того, маломасштабные водные объекты особо чувствительны к антропогенной нагрузке и аномальным погодным явлениям [9].

Разрабатываемые компьютерные системы поддержки принятия плановых водохозяйственных решений, соответствующих рассматриваемым проблемам СКИОВО, должны соответствовать иерархической структуре Схем и представлять собой «открытые» системы с регулярно уточняемой информационной базой и показателями развития водохозяйственной деятельности на всех уровнях иерархии объектов планирования. Это позволит осуществлять расчеты по необходимой корректировке и увязке решений на разных уровнях. В частности, наблюдающееся изменение климата и возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты обуславливают необходимость предусмотреть в составе Схем не только анализ мер по предотвращению от вредного воздействия вод, но и возможность страхования возникающих рисков.

В планах развития водного хозяйства необходимо отслеживать изменения социального и экономического развития страны, а также учитывать тенденции развития водного хозяйства и использования водных ресурсов. Роль Схем в системе перспективного планирования усиливается в настоящее время, когда приняты многочисленные Федеральные законы и законодательные акты, а также целевые программы природоохранного назначения и социально-экономического развития регионов.

Одной из причин, обуславливающих трудности в выработке стратегии рационального водопользования в 1970-1980 годах, было отставание отечественной вычислительной техники от передовых зарубежных разработок. В определенной мере это отставание компенсировалось высоким качеством отечественного прикладного программного обеспечения. В те годы развивалась, главным образом, вычислительная сторона алгоритмов. Используемая вычислительная техника не позволяла в достаточной мере разрабатывать сервисные программы и стандартное программное обеспечение, что приводило к значительным технологическим сложностям при использовании программных разработок в водохозяйственной практике. В настоящее время произошло существенное насыщение страны персональными компьютерами и отставание в развитии прикладного водохозяйственного математического и программного обеспечения постепенно преодолевается.

С учетом сформулированных дополнений и уточнений разработка Схем позволит повысить их роль, как качественных предплановых документов, постоянно обновляемых и сочетающих отраслевой и бассейновый подход к управлению водными ресурсами. Таким образом, будет реализована заложенная в современных программах развития водного хозяйства страны идея об осуществлении государственного управления водными ресурсами на основе бассейнового принципа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Приказ МПР России от 04.07.2007 г. № 169.
2. Водный кодекс РФ, 03.06.2006 № 74 ФЗ.
3. *Рикун А.Д., Черняев А.М., Ширяк И.М.* Методы математического моделирования в оптимизации водохозяйственных систем промышленных регионов. М.: Наука, 1991.- 160с.
4. Проектирование схем комплексного использования водных ресурсов М.; Л.: Энергия, 1966. 334 с.
5. Бик И. Лаукс П. Планирование и управление водохозяйственными системами. Введение в методы, модели и приложения. (пер. с англ.). М.: Из-во «Юстицинформ», - 2009, 659 с.
6. *Данилов – Данильян В.И., Пряжинская В.Г.* Управление водными ресурсами в условиях климатических изменений. \Обоснование стратегий управления водными ресурсами. М.: Научный мир, 2006. С.97- 158.
7. *Пряжинская В.Г., Ярошевский Д.М., Левит-Гуревич Л.К.* Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002 – 496 с.
8. \Обоснование стратегий управления водными ресурсами. М.: Научный мир, 2006. 335с
9. *Ярошевский Д.М.* Подход к построению системы математических моделей при решении задач долгосрочного планирования для маломасштабных водных объектов //Вод. ресурсы, 2011, №2.