

Научные основы ресурсосбережения в водохозяйственном комплексе России (по материалам докладов на заседании Отделения наук о Земле РАН)

Е. Ю. Фирсова¹

Получено 5 февраля 2010; опубликовано 22 февраля 2010.

Данная статья является второй из трех статей подготовленных по материалам докладов, представленных и обсужденных на общем собрании Отделения наук о Земле РАН 4 декабря 2009 г., которое было посвящено проблеме взаимосвязи энергоэффективности и ресурсосбережения. Статья написана по материалам доклада члена-корреспондента РАН В. И. Данилова-Данильяна, директора Института водных проблем РАН. Обсуждаются научные основы ресурсосбережения в водохозяйственном комплексе России, обладающей богатыми водными ресурсами, положение дел в данной отрасли народного хозяйства. Освещены основные проблемы водного хозяйства нашей страны, что делается и уже сделано для существенного улучшения положение в данной отрасли. Первоочередные меры, связаны с планированием, управлением и оперативным регулированием водного хозяйства. **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Отделение наук о Земле, ресурсосбережение, энергоэффективность, водохозяйственный комплекс России.

Ссылка: Фирсова, Е. Ю. (2010), Научные основы ресурсосбережения в водохозяйственном комплексе России (по материалам докладов на заседании Отделения наук о Земле РАН), *Вестник ОНЗ РАН*, 2, NZ2003, doi:10.2205/2010NZ000011.

Доклад В. И. Данилова-Данильяна был посвящен научным основам ресурсосбережения в водохозяйственном комплексе.

Россия – страна, богатая водными ресурсами. По валовым запасам пресных вод Россия занимает второе место в мире после Бразилии. По водообеспеченности на душу населения среди крупных стран – третье место после Бразилии и Канады (Рис. 1). Однако режим осадков у нас не очень благоприятен (см. Рис. 2). Наилучший вариант – равномерное распределение водных ресурсов по месяцам года. Именно такое распределение в Бразилии и США, а в Индии и особенно в России – самое неблагоприятное, весьма значительная часть годового стока (иногда заметно более половины) приходится на многих наших реках на период паводка. Прогнозируемые изменения климата, похоже, только ухудшат картину, поскольку возрастет неравномерность распределения осадков по месяцам.

В докладе было подчеркнуто, что наше хозяйство является довольно водоемким. Тем не менее, в России используется не более 2% речного стока. 63,8% используемой воды составляет пресная вода из поверхностных источников, в то время как из подземных источников ис-



Член-корреспондент РАН В. И. Данилов-Данильян

пользуется намного меньше, и только 5% приходится на морскую воду (Рис. 3). На Рис. 4 показана структура водопользования в Российской Федерации по отраслям, ди-

¹Геофизический центр РАН, Москва, Россия

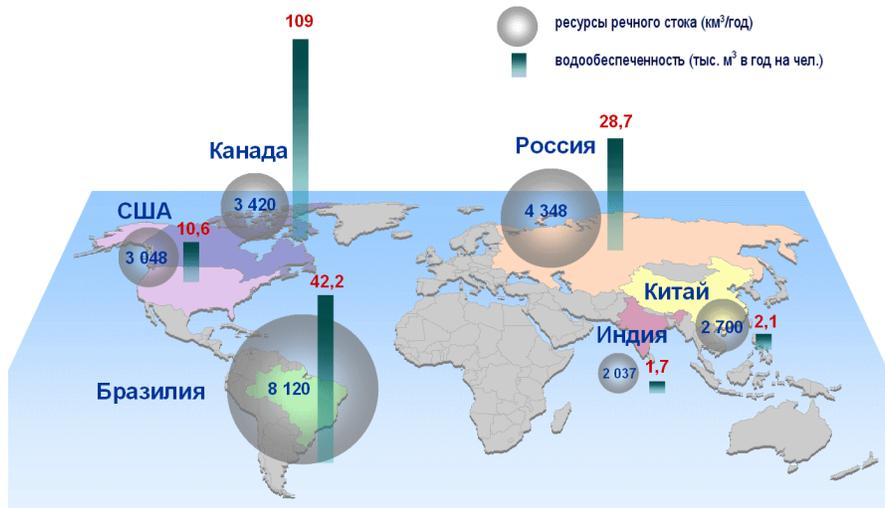


Рис. 1. Ресурсы речного стока и водообеспеченность.

намика водопотребления в России и ее распределение по регионам. В 2007–2008 гг., как и в 2006 г., в нашей стране

было использовано примерно 62 км³ свежей воды, из них больше половины в промышленности. Около 20% воды уходило на хозяйственно-питьевые нужды. Сельское хозяйство у нас потребляет относительно мало воды, хотя в мире в целом основным потребителем пресной воды является именно орошаемое земледелие. Но в России в силу климатических особенностей в этом нет необходимости, и на сельское хозяйство у нас приходится около 13%. Прочие потребители забирают примерно 6% воды. Из графика, показывающего динамику водопотребления с 1960 по 2006 гг., видно, что в начале этого периода происходил очень высокий рост водопотребления, с 1975 по 1990 гг. водопотребление снижалось только в сельском хозяйстве, потом начало сокращаться и в других секторах народного хозяйства.

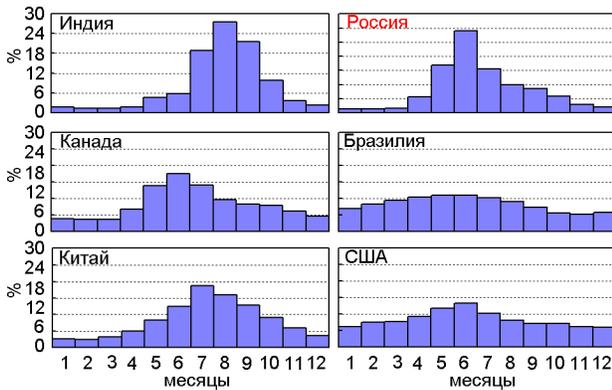


Рис. 2. Внутригодовое распределение водных ресурсов стран (в %) , имеющих наибольшие объемы водных ресурсов.

По мнению В. И. Данилова-Данильяна, самое неприятное в нашем водохозяйственном комплексе – это большие потери воды в системе жилищно-коммунального хозяйства. Здесь официальные данные очень резко расходятся с экспертными данными. Причем нет сомнений в



Рис. 3. Изъятие водных ресурсов в целом по России не превышает 2% ресурсов речного стока.

Россия: в 2006 г. использовано 61,3 км³ свежей воды

Динамика водопотребления

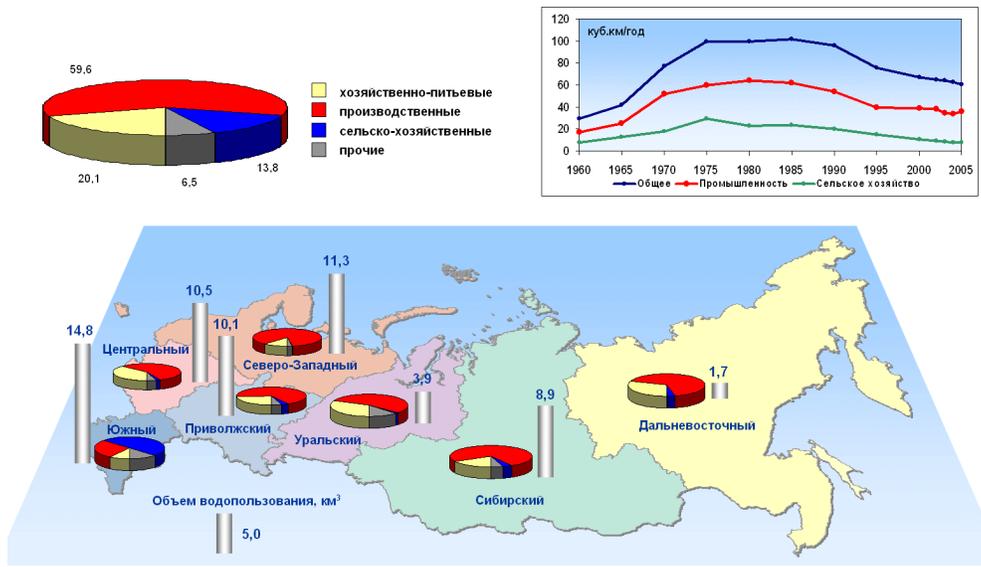


Рис. 4. Структура водопользования в России.

том, что доверять следует экспертным данным. Рис. 5 показывает соотношение официальных и реальных цифр. Сопоставимые с нашими потери воды в ЖКХ происходят в Хорватии, в Молдавии, на Украине, в Армении, в Болгарии и особенно в Албании. В развитых странах положение значительно лучше. Физический износ водопроводных сетей у нас составляет 65% (334 тыс. погонных километров). Нуждаются в замене, то есть фактически находятся в критическом состоянии 34% из этих 65% (176 тыс. км)

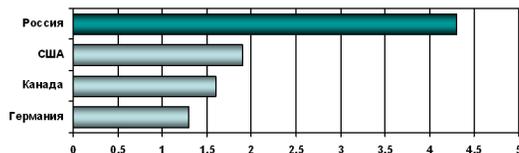
тыс. км), и утечки составляют больше 3 км³ воды в год (1 км³ воды – это 1 млрд т, и нужно эту “бесполезную” воду прогнать по сотне тысяч километров труб!). Потери воды в системе ЖКХ сопровождаются нанесением, помимо экономического и экологического, еще и значительного социального вреда, потому что дурное состояние водопроводных сетей наносит колоссальный ущерб здоровью населения. Это основной источник не только утечек, но и поступления грязи в саму сеть из-за перепадов давления в сетях. Именно поэтому у нас оказываются совершенно недостаточными стандартные для развитых стран системы водоподготовки, основанные на электроимпульсных технологиях, озонировании и т. д. Мы вынуждены до самого последнего времени применять хлорирование воды, чтобы исключить поступление бактериально загрязненной воды к потребителю: хлор обеззараживает воду не только на момент ее поступления в водопроводную сеть, но продолжает действовать на всем пути следования по этой сети. Только в последнее время в Москве намечается переход от хлорирования к использованию других химических реагентов, практически безопасных для здоровья людей. К сожалению, принцип обработки воды длительно действующим дезинфицирующим средством остается неизменным до тех пор, пока мы не приведем в порядок наши водопроводные сети. А на это требуются триллионы рублей, по самым скромным подсчетам.

Каких же денег все это стоит и какие деньги приносит нашему бюджету и народному хозяйству? Здесь, может быть, и начинается самое интересное, в чем-то похожее на парадоксы ценообразования в топливном секторе. На Рис. 6 представлено сопоставление объемов водопотребления на единицу ВВП (в кубометрах на 1 тыс. руб.) в России, США, Канаде и Германии. Объем водопотребления на единицу ВВП у нас вдвое больше, чем в США и втрое больше, чем в Германии. При этом следует под-



Рис. 5. Потери воды в системе ЖКХ.

Объем водопотребления на 1 ед. ВВП, куб. м/тыс. руб.



Водный налог в стоимости продукции:

промышленность – 0,01-0,1%

энергетика – 0,9%

гидроэнергетика – 1 %

ЖКХ – 2,5%

Ставка налога

0,3 – 0,5 руб/куб.м

Ресурсосбережение не стимулируется

Рис. 6. Удельное водопотребление и водный налог в стоимости продукции.

черкнуть, что в США объем орошаемого земледелия совершенно несопоставим с Россией. Наша высокая водоемкость ВВП обусловлена не сельскохозяйственным производством, а прежде всего промышленностью и ЖКХ. ЖКХ – это основной источник бессмысленных потерь воды. Водный налог в стоимости продукции, производимой нашей промышленностью, составляет по разным отраслям промышленности от 0,01 до 0,1%, т. е. промышленности вода практически ничего не стоит. В энергетике это 0,9%, гидроэнергетике – 1 %, в ЖКХ – 2,5%. При этом ставки налога составляют от 30 до 50 коп. за 1 литр воды. А себестоимость поставки воды по крайней мере в 10 раз больше. Замыкающей ценой по технологиям, т. е. по минимальным затратам в каждом технологическом классе, считаются затраты на опреснение морской воды. Сейчас они составляют 60 центов за кубометр. Таким образом, по сравнению с миром у нас получается явно неадекватная картина. Эта неадекватность подтверждается всем опытом водопользования в России. Мы собираем в качестве платы за использованную воду всего 14 млрд руб. Это лишь две десятые доли процента государственного бюджета. Оплачивается только забор воды, гидроэнергетика и использование акватории. Все остальное водопользование у нас бесплатное.

В. И. Данилов-Данильян отметил, что лимитирующим фактором водопользования становится загрязнение водных ресурсов. Оно приводит к росту затрат на очистку воды, выделяемого финансирования не хватает, качество воды в водопроводных системах в значительном большинстве существенно отклоняется от нормы. Оценки, даваемые здесь разными группами исследователей и экспертов очень разнообразны, но считается, что примерно каждая третья проба из крана у потребителя не соответствует санитарно-эпидемиологическим стандартам. Есть экспертные оценки, согласно которым больше половины проб не соответствуют этим стандартам. Како-

вы основные источники загрязнения водных объектов? Они показаны на Рис. 7 – это ливневые стоки городов. В России 1100 городов и 140 тыс. населенных пунктов. Это хозяйственно-бытовые и промышленные стоки, смыв с территории захламленных и замусоренных водосборов, застройка водоохраных зон. Это тепловое загрязнение теплоэлектростанциями и атомными электростанциями, и не самый значительный загрязнитель – гидромелиорация. Около 100 крупных гидроэлектростанций и речной транспорт, т. е. 18,5 тыс. судов на реках и озерах в России также негативно воздействуют на водные объекты и на качество воды. В России сбрасывается больше 62 км³ сточных вод в год, и распределение здесь такое: 17–18 км³ – грязные воды, остальное считается нормативно очищенной водой. Системы химико-аналитического контроля качества воды в стране практически нет, так что мнение о нормативной очищенности – не более чем гипотеза, основанная на проектных и старых отчетных данных об обеспеченности предприятий очистными системами. Но и 17–18 км³ грязной воды – величина труднообразимая. Такой ситуации, конечно, ни в одной развитой стране мира нет. Так наносится не просто колоссальный экологический ущерб, но и огромный экономический ущерб, потому что вызывает значительный рост затрат на водоочистку и водоподготовку.

Если говорить о ресурсосбережении, то, хотя это звучит несколько парадоксально, основным способом сбережения для водных ресурсов в России становится охрана вод. Если иметь в виду эффективность от вложения государственных средств в различные направления развития водопользования, то самым эффективным направлением оказывается охрана вод. Именно она приводит к самым значительным прямым, а также косвенным выгодам. Значительная часть сброса неочищенных сточных вод и потерь воды происходит в системе ЖКХ, как уже говорилось. На Рис. 8 показана структура сброса неочи-

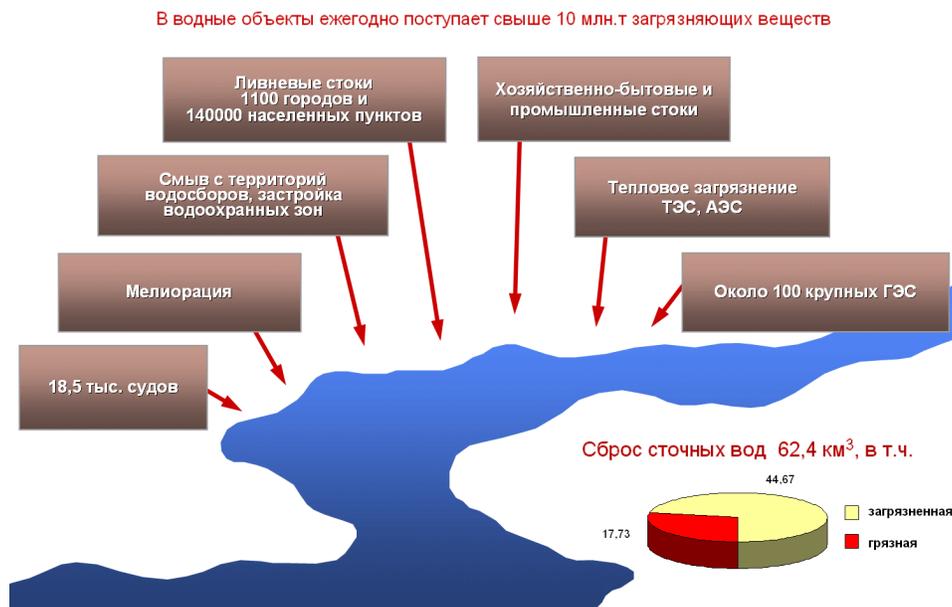


Рис. 7. Основные источники загрязнения водных объектов.

ценных сточных вод. ЖКХ здесь занимает первое место. На втором месте промышленность, на третьем сельское хозяйство. Надо сказать, что за последние 20 лет распределение сброса по источникам радикальным образом изменилось. Основным источником загрязнения природных водных объектов в конце 1980-х гг. было сельское хозяйство. Сейчас оно находится на третьем месте, пропустив вперед не только промышленность, но и ЖКХ. Эта удивительная динамика объясняется тем, что в новых экономических условиях сельское хозяйство резко снизило потребление удобрений и средств химизации, а в промышленности и в ЖКХ старели основные фонды. Кроме того, ухудшилось материально-финансовое обеспечение станций очистки, которые иногда не работают даже не потому, что основные фонды вышли из строя, а потому, что нет средств. Нечем заменить фильтры, платить за электроэнергию, за химические реагенты, работники очистных сооружений первыми попали под сокращение и т.п., не говоря уже о том, что не на что произвести капитальный ремонт, все это отодвигается на последнее место в списке приоритетов, соответственно, откладывается до лучших времен, которые все никак не наступят

и для народного хозяйства РФ, за исключением топливного сектора в предыдущее десятилетие.

Было отмечено, что плата за загрязнение естественных водных объектов в общей сложности составляет у нас в несколько последних лет порядка пяти миллиардов рублей (Рис. 9). Это две сотых процента от объема промышленного производства в стоимостном выражении. Затраты на очистку воды для питьевого водоснабжения составляют 30 млрд руб. т.е. меньше двух десятых объема производства. Если сравнить приведенные данные со среднемировым показателем, то это произведет просто ошеломляющее впечатление, потому что в среднем в мире на водоподготовку и водоснабжение тратится 1% мирового ВВП. Наше богатство развратило нас. На заседании много говорили о недостатках управления нашей экономикой, о крупных просчетах, которые продолжают допускаться в части планирования ресурсосбережения. В отличие от того, что здесь справедливо называлось применительно к ТЭК, а упоминались прежде всего стратегические просчеты и невнимание к долгосрочным перспективам, в водном секторе главным резервом снижения потерь является все-таки оперативное управление



Рис. 8. Значительная часть сброса неочищенных сточных вод и потерь воды происходит в системе ЖКХ.

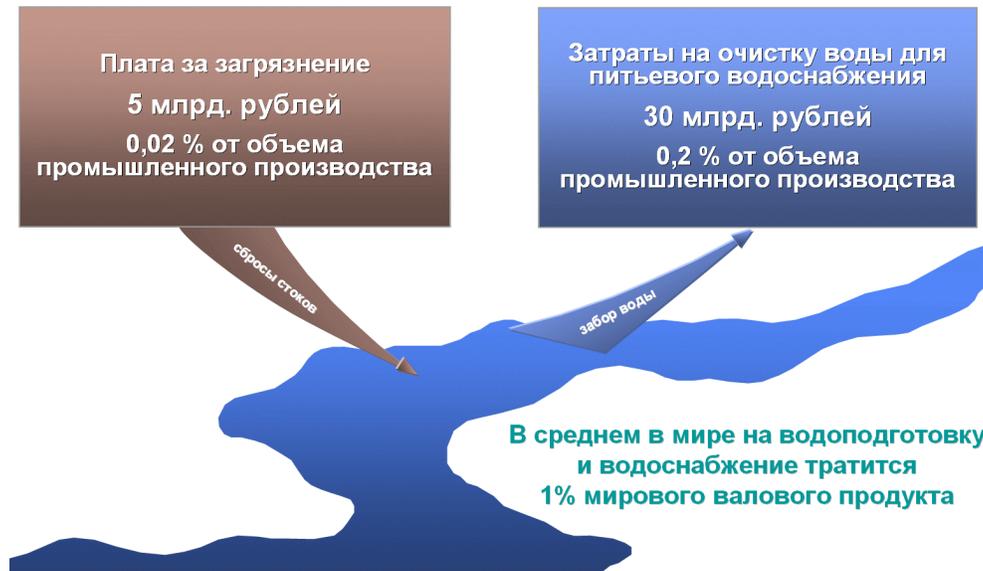


Рис. 9. Плата за сбросы.

и текущее планирование, как бы парадоксально это ни казалось. Объясняется это именно тем, что налог на воду слишком низок, что плата за загрязнение слишком низка, что цена поставляемой воды совершенно не соответствует затратам. Мы плохо делим воду, плохо ее охраняем, и для того чтобы достичь существенного изменения этой ситуации к лучшему, требуются прежде всего меры, связанные с планированием, управлением и оперативным регулированием как в самом водном хозяйстве, так и, особенно, в основных отраслях-водопотребителях. Надо сказать, что, если бы мы могли освоить те технологии водоочистки, водоподготовки, транспортировки воды, охраны водных объектов, которые давно и широко применяются в Японии, Европе и США, то у нас не было бы тех проблем, о которых говорится в докладе.

Что для этого делается и сделано уже в нашей водной науке? Во-первых, разработаны потоковые модели водных ресурсов и их оценки. Во всем мире очень широко распространены автоматизированные системы принятия решений в водопользовании, а в нашей практике их вообще нет. Все такие системы базируются на потоковых моделях, и с точки зрения качества самих моделей, приспособленных к нашим естественным и экономическим условиям, мы несколько не уступаем мировому уровню. Могут спросить, если у нас так много воды, то почему надо начинать с распределения воды? По очень простой причине. Воды у нас много, но, тем не менее, в европейской части РФ, а также в некоторых районах азиатской части вода фактически является дефицитом. В маловодные годы в бассейне Кубани удовлетворяется не более двух третей от реальных потребностей в водных ресурсах. То же самое, и даже еще хуже, относится к Калмыкии, Дагестану, Заволжью, Оренбургской, Курганской областям и некоторым другим субъектам федерации. Поэтому проблема распределения воды в целом ряде существенных для нашей экономики регионов сто-

ит очень остро, прежде всего, в северокавказских республиках, где социальная ситуация не настолько благополучна, чтобы спокойно смотреть на то, что там происходит в водопользовании. Также совершенно необходимы модели распространения загрязнений. Без этих моделей нельзя выявить горячие точки, то есть те приоритетные объекты, куда прежде всего должны быть направлены капитальные вложения для улучшения охраны вод.

У нас совершенно бессистемно и беспорядочно ведется эксплуатация подземных вод. Сейчас бурят все кто хочет и где хочет, забирают сколько хотят, и нет никакого контроля за этим, не нужно никаких разрешений. Можно пробурить сколько угодно скважин на дачном участке. Из-за этого радикально нарушается взаимодействие подземных и поверхностных вод, иссыкают многие малые реки, становится запредельно низкой водность рек во время зимней межени, потому что в это время основным видом питания для рек становятся подземные источники. Все это влечет за собой целый ряд совершенно недопустимых последствий. Специалистами Института водных проблем созданы модели взаимодействия подземных и поверхностных вод, которые необходимо внедрять в практику. Был разработан новый класс производственных функций, которые учитывают виртуальные факторы при оптимизации водопользования. Источником ресурса в водном хозяйстве служат существенно стохастические природные процессы, а потребляют воду объекты, действующие в условиях неопределенности. Однако производственные функции, которыми пользуется экономическая наука, фактически являются детерминистскими (хотя их параметры и вычисляются с помощью методов математической статистики, эти производственные функции воспринимаются и используются затем как детерминистские, указывающие на однозначную связь затрат и результатов). Такой подход неадекватен для водных проблем, потому что всякий крупный водопользова-

тель вынужден принимать во внимание условия неопределенности, в которых он работает. Водохозяйственная система обычно сообщает ему о том объеме водных ресурсов, на который он может рассчитывать, или же это является предметом договора, а реальная поставка водных ресурсов часто (а при дефиците воды – почти всегда) отличается от этого ориентира: в маловодные годы объем может быть меньше, а в многоводные годы – больше, если пользователю это нужно. Подобные ориентиры были введены в качестве самостоятельных переменных производственных функций. Таким образом, в этих функциях в качестве переменных одновременно фигурируют виртуальные ориентиры и объемы реальных поставок, и это позволяет гораздо более адекватно строить модели оптимизации. Это лишь некоторые научные направления, которые в значительной степени развиты уже в России, и прежде всего в Институте водных проблем, и которые будут продолжать развиваться дальше в наших исследованиях.

Далее В. И. Данилов-Данильян отметил, что дело этим не ограничивается, и, чтобы навести порядок в водопользовании, нужно, вне всякого сомнения, навести порядок в финансовой сфере водопользования, т.е. в сфере налогов и платежей. Помимо этого, очень важно создать механизм страхования, который в России практически отсутствует, хотя здесь он нужен больше, чем где бы то ни было, поскольку речь идет о природных процессах, характеризующихся очень высокой степенью неопределенности. Из всего вышесказанного следует, что необходимо существенное повышение ставок платы за пользование водными объектами. Отсюда вовсе не следует, что все будут платить больше. У государства есть система дотаций, и оно во многом, конечно, может дотировать водопользование для значительного количества пользователей. Но тот, кого дотируют, должен чувствовать через финансовые механизмы определенную зависимость своих результатов от этих дотаций и от затрат на водообеспечение. Это можно сделать только в условиях повышения ставок платы за пользование водой. А что касается промышленности, то, как уже говорилось выше, плата за пользование водой просто смехотворна. За водные ресурсы должна быть дифференцированная плата, потому что в разных условиях водопользователи при заборе одного и того же количества воды по-разному воздействуют на природные системы. Сейчас это практически не учитывается. Необходимо ввести платное водопользование для всех без исключения.

Необходима также система мониторинга состояния всех водных объектов, отвечающая современному уровню, и это также ставит серьезные научные проблемы. С системой мониторинга водных объектов дело обстоит плохо. В докладе приведен конкретный пример. Три года назад произошла катастрофа на китайском предприятии на реке Сунгари, притоке Амура. Стали обсуждать, какой ущерб был причинен РФ, можно ли предъявить какой-то счет, и тут выяснилось, что на гигантской реке Амур существуют только три станции, которые занимаются химическим анализом качества воды. При таком мониторинге виновнику загрязнения нельзя выставить счет ни в одном международном органе. Необходимо расширять

сеть эколого-аналитических станций, и, кроме того, у них должно быть совсем другое, чем сейчас, оснащение. Для этого есть все необходимые возможности. Оборудование производится, модели оптимизации размещения станций построены, проводятся эксперименты. В частности, на Чебоксарском водохранилище устраивается совершенно современная, оснащенная по последнему слову техники система мониторинга состояния этого водного объекта. Нельзя не посетовать, что огромный ущерб нам наносит вандализм. Обычно приборы автоматического контроля качества воды устраивают на плавающих буйках, и часто их просто ради развлечения отрывают от якоря и уничтожают. Приходится изобретать специальные средства защиты от такого вандализма. Также очень важно воссоздать систему мониторинга источников воздействия на водные объекты, которая была построена в 1990-е и разрушена в 2000–2001 годы. Следует сразу сказать что, хотя научное обеспечение всех этих мер у нас развито достаточно прилично, еще очень многое предстоит сделать. Положение в этой области осложняется тем, что в бассейновых водных управлениях (БВУ), которые составляют основу нашей системы управления водными ресурсами, сейчас практически нет кадров, которые могли бы работать в современных условиях. Они не могут использовать современные системы поддержки решений, не могут обеспечить подобные системы самой элементарной информацией. У нас совершенно недостаточно кадров для того, чтобы работать с современными системами мониторинга. Поэтому первое, что следует сделать из практических мер, – наладить подготовку кадров, что, в общем-то, выходит за пределы компетенции ученых РАН, хотя мы всеми силами стараемся участвовать в этой работе.

В докладе было подчеркнuto, что в российском водном хозяйстве соответствующих кадров никогда и не было – просто потому, что оно всегда считалось второстепенной отраслью. Мы оказались совершенно не готовы к той роли, которая сейчас в мире придается водным ресурсам и водопользованию, и у нас нет соответствующих традиций. Поэтому проблем здесь очень много, но ситуация не представляется безнадежной. Наряду с тем, что нам нужно продолжать бороться за эффективное использование топливно-энергетических ресурсов, надо конечно бороться и за повышение эффективности использования воды, что достигается прежде всего наведением порядка и повышением культуры производства в этом важнейшем секторе народного хозяйства.

В ходе дискуссии, последовавшей за выступлением, отвечая на вопрос о подготовке кадров в данной области, В. И. Данилов-Данильян сказал, что кадры готовятся только в двух специализированных вузах страны – в Московском государственном университете природообустройства (прежнее название – Московский гидромелиоративный институт) и Гидрометеорологическом институте в Петербурге. Система распределения отсутствует, спрос на эти специальности государством практически не предъявляется, и выпускники часто выбирают себе работу, не связанную с водными проблемами. Государство должно планировать развитие водного хозяйства, оно представляет собой общенациональную инфраструктурную отрасль. Все водохозяйственные организации яв-

ляются монополистами районного, городского или еще какого-то иного масштаба. Это та сфера, которую, вне всякого сомнения, рынку доверять нельзя. Еще Адам Смит, основоположник рыночной экономической теории, говорил, что большие проекты, которые не под силу никакому предпринимателю, должно реализовывать государство вне рыночной сферы. Но наше государство ушло отовсюду, откуда только можно уйти, и перестало управлять процессами развития экономики и самим рынком, хотя во всем мире рынок – регулируемая система. А у нас не государство управляет рынком, а рынок управляет государством.

В заключение обсуждался вопрос о прогнозах развития водного хозяйства РФ. В. И. Данилов-Данильян сообщил, что, согласно прогнозам Института водных проблем, наиболее инерционные сценарии развития показы-

вают, что при такой системе хозяйствования в Европейской части РФ уже в обозримом будущем может возникнуть дефицит водных ресурсов. Отсюда вытекает необходимость радикальной перестройки системы водопользования в Европейской части РФ. Что касается Азиатской части страны, где сконцентрированы значительные водные ресурсы, в перспективе их можно было бы использовать, но для этого необходима долгосрочная программа развития водохозяйственного комплекса (водное хозяйство плюс основные отрасли-водопользователи), которая должна разрабатываться экономистами, т.е. необходима работа, в чем-то сходная с работой бывшего Госплана СССР.

Е. Ю. Фирсова, Геофизический центр РАН, Москва, Россия
(efirs@wccb.ru)