

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Ю. С. ВАСИЛЬЕВ

ИЗБРАННЫЕ СОЧИНЕНИЯ

Экология.

Охрана окружающей среды

Санкт-Петербург
2017

Васильев Ю. С. Избранные сочинения. Экология. Охрана окружающей среды : сборник статей / Ю. С. Васильев ; сост. И. А. Брюханова, Е. Ю. Васильева. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 220 с.

Сегодня, как никогда, судьбу природы решает уровень экологической культуры человека. Вопросы охраны окружающей среды, задачи сбережения, использования и восстановления природных ресурсов, приобретают всё большую актуальность и значимость.

Этой проблематике посвящены статьи академика РАН, профессора СПб. Политехнического университета Ю. С. Васильева, представленные в сборнике. Они охватывают период с 1974 по 2016 г. и отражают этапы развития комплексной науки экологии и процессы, связанные с решением задач по охране окружающей среды.

Экология является перекрестком для специалистов всех направлений, поэтому книга будет полезна студентам и всем, интересующимся и изучающим проблемы взаимоотношений человека и природы.

ПРЕДИСЛОВИЕ

2017 год объявлен в России Годом Экологии. Основная цель его - привлечение внимания к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере.

И это – одна из причин, вызвавшая появление данного сборника, объединившего статьи, заметки, доклады и тексты выступлений по вопросам экологии, написанные Ю. С. Васильевым и опубликованные в различных тематических сборниках и периодических изданиях за достаточно длительный период - 40 лет.

Ряд работ, связанных с реализацией научно-технической программы Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов», посвящен деятельности в этом направлении головного вуза - Политехнического института (ныне СПб. Политехнический университет Петра Великого). В них рассматривается история становления и развития экологического образования и воспитания в высших учебных заведениях Российской Федерации, пути формирования нового экологического сознания будущих специалистов.

Научные исследования, проводимые в вузе, способствовали также формированию нового научного направления в энергетике – охрана окружающей среды при использовании водных ресурсов и других возобновляющихся источниках энергии. Они легли в основу работ по всестороннему изучению и созданию механизмов решения проблем охраны и рационального использования природных ресурсов специалистами различных отраслей науки и техники.

Статьи в сборнике сгруппированы в два раздела: Экологическое образование и Природопользование. Внутри разделов они располагаются в алфавите названий статей и в соответствии с хронологией их публикации.

В конце дан библиографический список, содержащий также описания отсутствующих в данном сборнике статей (*набраны курсивом*).

Автор выражает глубокую благодарность Ирине Анатольевне Брюхановой и Екатерине Юрьевне Васильевой, взявших на себя труд подготовки сборника к изданию.

Ю. С. ВАСИЛЬЕВ

**ТРУДЫ ЛЕНИНГРАДСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА.
– 1974. – № 339 : 75 лет Ленинградскому политехническому институту**

Н. В. Зарубаев, Ю. С. Васильев, Г. В. Симаков

РАБОТЫ УЧЕНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
В ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ
ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

В двадцатые годы ученые факультета принимали участие в обосновании и разработке плана ГОЭЛРО, которым наряду со строительством ряда тепловых и гидравлических электростанций предусматривалось проведение оросительных работ в южных районах страны. Особо большое значение имел проект орошения Голодной степи, выполненный под руководством заведующего кафедрой мелиорации проф. Г. К. Р и з е н к а м п ф а. В этом проекте были заложены основы строго научного подхода к рациональному использованию воды и земли в условиях среднеазиатских республик, а также намечены конкретные мероприятия по предотвращению некоторых отрицательных последствий оросительных мелиораций. Так, в частности, для уменьшения фильтрационных потерь были впервые рекомендованы асфальтобетонные облицовки, во избежание заболачивания и засоления территории — глубокие горизонтальные дренажи и в отдельных случаях — вертикальные колодцы.

Несколько позже профессора и преподаватели факультета участвовали в разработке и осуществлении схемы Большой Волги, предусматривавшей строительство каскада гидроэлектростанций. При этом была намечена схема комплексного использования стока Волги и Камы в интересах энергетики, водного транспорта, сельского хозяйства, промышленного и коммунального водоснабжения. Аналогичные работы выполнялись для бассейна Днепра, Дона, Иртыша и Енисея. Много внимания было уделено обоснованию оросительных систем на юге Украины, в Заволжье, на Северном Кавказе и в республиках Средней Азии [1]. Одновременно решались вопросы, связанные с защитой городских и сельскохозяйственных площадей от затопления и подтопления. Научные разработки, выполненные на кафедрах гидравлики, инженерных мелиораций, гидротехнических сооружений, в дальнейшем были использованы при проектировании и строительстве защитных сооружений в Казани, Москве и других городах.

Особое место среди них занимает система групповых колодцев для защиты Замоскворечья от подтопления. Эта система, работающая по принципу сифона, полностью автоматизирована и функционирует безупречно уже около 40 лет.

Большое значение в расчетах фильтрации через плотины и дамбы, также через их основания сыграли выдающиеся труды академика Н. Н. Павловского [2] и его учеников [3]. Эти работы, как и методики расчета фильтрации из каналов, позволили в дальнейшем выработать основы прогнозирования последствий гидротехнического строительства и их влияния на окружающую природную среду.

Весьма важную роль в изучении процессов руслообразования сыграли исследования заведующего кафедрой инженерной гидрологии профессора И. И. Леви [4] и его последователей. На этой кафедре были заложены основы гидравлики русловых процессов, позволившие прогнозировать деформации дна и берегов, вызванные строительством гидротехнических сооружений. Это дало возможность обоснованно проектировать соответствующие защитные устройства, а также правильно рассчитывать сроки заиления и промыва водохранилищ.

Существенное значение при эксплуатации водохранилищ имеет волнообразование. На основании исследований, выполненных на кафедрах гидравлики, водных путей и портов, предложена методика расчета волновых процессов, широко используемая в инженерной практике. Этими кафедрами разработаны рациональные типы креплений берегов в различных природных условиях, а также рекомендованы разнообразные конструкции для гашения энергии волн. Все это дает возможность локализовать процессы берегообрушения, которые обычно сопровождаются большой потерей полезной площади.

Большой вред наносят оползни и селевые потоки. Изучение природы этих явлений в совокупности с теоретическими расчетами и широким кругом экспериментов позволили кафедрам подземных сооружений, оснований и фундаментов и инженерной гидрологии дать инженерные рекомендации по борьбе с ними.

Обширный комплекс исследований по устойчивости хвостохранилищ и гидроотвалов при разработке месторождений цветных металлов выполняется отраслевой лабораторией при кафедре оснований и фундаментов. Эти работы приобретают особое значение в связи с имевшими ранее случаями прорыва некоторых хвостохранилищ и значительного повреждения полезной территории. Рациональное проектирование их и

размещение на малоценных площадях позволит высвободить для народного хозяйства ценные земли.

Немаловажную роль в освоении новых площадей для городского и промышленного строительства имеют работы кафедры по намыву и уплотнению грунтов. Базой для их работ послужили капитальные труды основателя кафедры члена-корреспондента АН СССР В. А. Ф л о р и н а [5] и, в частности, разработанная им теория консолидации грунтов. На протяжении многих лет под руководством и при консультации ученых кафедры проводятся работы по намыву западной части Васильевского острова, Лахтинской низменности и других, в прошлом заболоченных территорий. Все это благоприятно влияет на окружающую природную среду.

На кафедре гидравлики большое внимание уделяется исследованиям и разработке наиболее рациональных типов рыбозаградителей. Рекомендованные кафедрой их различные конструкции нашли широкое применение при строительстве и эксплуатации насосных станций, каналов и других гидротехнических сооружений. Это позволяет резко сократить, а иногда и полностью предотвратить гибель рыбы и в особенности ее молоди.

Значительный объем работ в области рационального использования и охраны водных и земельных ресурсов выполняет кафедра инженерных мелиораций. Ученые кафедры ведут продолжительные исследования по двустороннему регулированию водного режима применительно к зоне неустойчивого увлажнения, изучают вопросы осушения тяжелых почв и грунтов. Внедрение результатов этих работ позволило более продуктивно использовать сельскохозяйственные земли в северо-западных районах страны. Особое значение имеют разработки в области использования сточных коммунальных вод. По инициативе кафедры в совхозе «Лесное» была построена первая в условиях Ленинградской области опытная оросительно-осушительная система с использованием сточных вод для нужд сельского хозяйства. В настоящее время в этих целях исследуются системы подпочвенного орошения.

В условиях дефицита воды, характерных для многих районов и областей, большое значение имеет внедрение наиболее перспективных методов орошения, позволяющих получать достаточно высокие устойчивые урожаи различных культур при сравнительно небольших оросительных нормах. В связи с этим кафедра инженерных мелиораций на протяжении многих лет выполняет исследования по оптимизации использования дождевальных систем и установок, а также сети напорных трубопроводов. Одновременно с этим разрабатываются более совершенные конструкции водосбросов, водоспусков и различных креплений для каналов.

Сравнительно недавно начаты исследования в области капельного орошения, которое характеризуется наименьшим расходом воды. Результаты большинства выполненных исследований внедрены в практику проектирования и строительства мелиоративных систем. Это дает возможность не только достаточно экономно расходовать воду, но и предотвратить некоторые отрицательные последствия орошения в виде заболачивания, засоления и водной эрозии.

Большое внимание уделяется вопросам совершенствования канализации. При участии кафедры инженерных мелиораций был разработан и почти полностью осуществлен генеральный проект канализации Ленинграда. В соответствии с этим проектом построена общесплавная система канализации, включающая в себя ряд насосных станций, коллектор с расходом до $20 \text{ м}^3/\text{сек}$ и несколько крупных очистных сооружений. Следует отметить, что заглубление магистрального коллектора в отдельных местах достигает 20 - 30 метров. Таким образом, обеспечены надлежащие условия для улучшения санитарного состояния Ленинграда и Невской губы.

На той же кафедре проводятся лабораторные и полевые исследования, связанные с разработкой более совершенных типов радиальных отстойников для целлюлозно-бумажной промышленности (в частности, процессы осаждения и последующего удаления ила).

На кафедрах гидравлики и инженерной гидрологии все большее развитие приобретают работы по исследованию движения стратифицированных потоков. Силами этих кафедр проводятся обширные полевые и лабораторные эксперименты по наблюдению за процессами разбавления и самоочищения на ряде рек, на которых расположены целлюлозно-бумажные предприятия. Ведутся работы и по уменьшению «теплового» загрязнения водоемов и водотоков вблизи крупных тепловых электростанций.

Совместно с кафедрой гидротехнических сооружений решаются вопросы рационального размещения разнообразных типов водозаборных сооружений для водоснабжения промышленных предприятий и оросительных систем. В последние годы исследуются вопросы движения аэрированных потоков в открытых руслах, а также неустановившейся фильтрации применительно к условиям трехфазной среды.

Кафедра использования водной энергии [6] проводит обширный цикл исследований различных гидротурбинных блоков и, в частности, обратимых насосных агрегатов для гидроаккумулирующих электролиний. Началом этих исследований послужили труды проф. А. А. Морозова. Здесь получили большое развитие методы математического моделирования различных

неустановившихся процессов в водном хозяйстве. Созданная на кафедре лаборатория математического моделирования, оборудованная современными электронными вычислительными машинами, обеспечивает решение задач большинства кафедр гидротехнического факультета. В дальнейшем, эта лаборатория будет решать большой комплекс вопросов по наиболее рациональному распределению и использованию водных ресурсов в условиях быстро развивающегося народного хозяйства.

В последние годы на гидротехническом факультете широко внедряются комплексные исследования. Среди них научное обоснование проекта защиты Ленинграда от наводнений. В работе участвуют пять кафедр. Выполняются статические и гидравлические расчеты поперечного сечения оградительных дамб, судоходных шлюзов, водопропускных отверстий. Изучаются особенности водообмена между западной и восточной частями Невской губы, а также влияние проектируемых мероприятий на природные условия.

Заслуживают внимания исследования четырех кафедр по обоснованию проекта крупной Приволжской оросительной системы.

В 1971 г. на факультете начались большие комплексные исследования, связанные с научным обоснованием проекта переброски части стока сибирских рек в районы Казахстана и среднеазиатских республик. На первом этапе намечено ежегодно перебрасывать около 25 км^3 а затем 50 км^3 воды, что составляет примерно $1/8$ часть среднегодового стока р. Оби. В дальнейшем объем переброски будет возрастать. Для осуществления этих мероприятий понадобится проложить канал длиной около 2500 км с пропускной способностью до $2000 \text{ м}^3/\text{сек}$, что соответствует такой реке, как Нева. В месте водозабора и по трассе канала предполагается строительство ряда весьма крупных насосных станции. Проектирование, строительство и научное обоснование подобных каналов пока еще не имело precedents в мировой практике. Сложности его прокладки связаны не только с большой длиной и значительными размерами поперечного сечения, но также и с различными природными условиями.

Для обоснования этого проекта, имеющего первостепенное государственное значение, следует решить ряд весьма сложных научных задач. Прежде всего, нужно отметить необходимость совершенствования методики определения потерь воды на фильтрацию и испарение в различных геологических и климатических условиях, а также правильного прогноза уровней и режимов грунтовых вод вблизи проектируемого канала. Не менее важны разработка и выбор наиболее совершенных противифльтрационных покрытий. К настоящему времени проведена серия

расчетов по выявлению наиболее рациональной формы поперечного сечения канала с тем, чтобы обеспечить его надлежащую устойчивость во времени. Особое внимание при этом обращается на процессы волнообразования, а также на режим донных течений и отложений наносов. Эти вопросы на последующих стадиях проектирования будут решены в увязке с расположением водозаборных сооружений для различных промышленных предприятий, населенных пунктов и ирригационных систем.

Весьма сложной является проблема наиболее рационального использования воды, в частности, в каких местах по трассе канала и в каких количествах следует производить отъем воды с тем, чтобы получить наибольший экономический эффект. Этот круг вопросов может быть решен только посредством широкого использования аппарата математического моделирования.

Очень важно установить основные положения использования воды в целях орошения, в первую очередь целинных земель. Эти районы характеризуются значительным дефицитом влаги, особенно в вегетационный период, и здесь довольно часто бывают засухи. Поэтому применение дождевания позволит получать устойчивые и достаточно высокие урожаи зерна.

Переброска части стока Оби несколько уменьшит затопление пойменных земель, что очень важно, так как появляется возможность их использования для нужд сельского хозяйства. Это имеет особенное значение в связи с быстрым развитием промышленности и ростом населения в северо-западных районах Сибири.

Предстоит решить комплекс вопросов по самоочищающей способности канала, возможности использования его для рыбного хозяйства. Необходимо усовершенствовать и разработать новые типы рыбозащитных и рыбозаградительных устройств, предотвращающих возможное попадание рыбы в насосные агрегаты.

Возможно, что в дальнейшем канал будет использоваться и для целей судоходства. Однако эти вопросы пока еще являются весьма проблематичными.

Для решения комплекса упомянутых выше вопросов привлечены кафедры гидротехнического факультета. Кроме того, в работах по проблеме переброски стока участвуют многие научно-исследовательские и проектные институты СССР.

В ближайшее время на гидротехническом факультете будет организована проблемная лаборатория комплексного использования водохранилищ, которая объединит исследования кафедр гидрологии,

инженерных мелиораций, гидравлики, гидротехнических сооружений, водных путей и портов, использования водной энергии и ряда других, работающих в этом направлении.

В лаборатории будут решаться вопросы, связанные с наиболее эффективным использованием водохранилищ для различных нужд народного хозяйства, а также разрабатываться конкретные мероприятия по локализации переработки дна и берегов, использованию мелководий, развитию рыбохозяйственных мелиораций и т. д.

В дальнейшем к деятельности данной лаборатории намечается привлечь ученых других факультетов Политехнического института с тем, чтобы усилить разработки по всемерному сокращению количества воды, потребляемого различными предприятиями, и широкому внедрению оборотных систем водоснабжения. Это создаст необходимые предпосылки для перехода к безотходной системе промышленного производства.

Параллельно с работами по обоснованию проекта переброски части стока сибирских рек, на факультете ведутся исследования по перераспределению водных ресурсов в европейской части СССР и наиболее детально — в ее северо-западных районах.

В связи с все возрастающим объемом исследований в области комплексного использования и охраны водных ресурсов намечена организация отраслевой лаборатории «Региональное перераспределение ресурсов».

Кафедры инженерных мелиораций, использования водной энергии, гидравлики, водных путей и портов, инженерной гидрологии на протяжении ряда лет сотрудничают по вопросам охраны природной среды и рационального использования водных и земельных ресурсов с Дрезденским техническим университетом, Пражской высшей технической школой, Гданьским политехническим институтом, Хельсинским техническим университетом и рядом других зарубежных учебных и научно-исследовательских институтов. Работы сотрудников факультета систематически публикуются Международной Ассоциацией по гидравлическим исследованиям [7].

Ученые факультета являются членами международных ассоциаций, комитетов и обществ по вопросам защиты природной среды. В частности, они принимают активное участие в советско-финской рабочей группе по охране вод Финского залива. Многие монографии и учебники учёных факультета переведены на иностранные языки и переизданы в других странах.

В соответствии с решением Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР Ленинградский политехнический институт выделен как головной среди вузов Российской Федерации по проблеме «Человек и окружающая природная среда». По инициативе гидротехнического факультета в 1973 году начато объединение исследований большинства кафедр Политехнического института по этой проблеме. Имеется в виду разработка и внедрение конкретных мероприятий по рациональному использованию и охране пресных вод, земли, атмосферы и Мирового океана. По предварительным данным вести совместные исследования будут около 50 технических и свыше 30 гуманитарных высших учебных заведений. Это даст возможность более плодотворно использовать богатый потенциал научных исследований высшей школы для решения самой важной проблемы современности и грядущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глебов П. Д. Курс ирригации. – М. : ОНТИ, 1938.
2. Павловский Н. Н. Собрание сочинений. — М. - Л. : Изд. АН СССР, 1955. - Т. I ; 1956. - Т. II.
3. Чугаев Р. Р. Гидравлика. - М. : Энергия, 1970.
4. Леви И. И. Моделирование гидравлических явлений. – М. : Энергия, 1967.
5. Флорин В. А. Основы механики грунтов. – М. : Госстройиздат, 1959. - т. 1; 1961. - т. 2.
6. Использование водной энергии / под ред. Д. С. Щавелева. – М. : Энергия, 1965.
7. The International Association for Hydraulic Research. - IX (1965), X (1967), XI (1969), XII (1971), XIII (1973) Congress.

Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. (21 окт. 1975 г.)– Ленинград : ЛПИ, 1975.

Ю. С. Васильев, В. В. Кудряшев, В. А. Кукушкин

УЧАСТИЕ ВУЗОВ В РАБОТАХ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Формирование комплексной программы «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» находится в стадии завершения. На 1976-

80 гг. планами научных исследований предусматривается участие более пятидесяти вузов РСФСР в работах по проблеме «Охрана и рациональное использование водных ресурсов суши». Значительные объемы исследований предстоит выполнить университетам, политехническим, инженерно-строительным и химико-технологическим институтам.

Анализ планов НИР по указанной проблеме с учетом корректировки, проведенной головным вузом ЛПИ им. М. И. Калинина, позволил наметить ключевые направления исследований, которые могут дать наибольший экономический эффект в народном хозяйстве.

Основные перспективные направления:

1. Разработка основ общей теории и методов прогнозирования изменений, вносимых антропогенными факторами в круговорот воды в природе.

2. Исследования эколого-экономических моделей и технических схем применительно к отдельным бассейнам и создаваемой единой водохозяйственной системе СССР.

3. Разработка и внедрение эколого-экономических моделей для управления крупными водохранилищами.

4. Совершенствование социально-правовых положений в области охраны водных ресурсов на основе научного обобщения опыта и требований законодательства.

5. Выявление экологических последствий, связанных с межрегиональным перераспределением водных ресурсов.

6. Научное обоснование инженерных решений по крупным водохозяйственным проектам.

7. Создание методов прогнозирования и расчета степени загрязнения и процессов самоочищения водоемов.

8. Разработка новых способов контроля и аппаратуры для регистрации данных о качестве воды. Создание информационно-управляющих систем как составных элементов ОАСУ «Вода». Кроме перечисленных направлений, в вузах получают дальнейшее развитие исследования по очистке природных и сточных вод.

Вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов должны решаться с наименьшими народнохозяйственными затратами. Важно и дальше развивать теорию технико-экономических расчетов, создавать более совершенные методы экономического обоснования инженерных мероприятий в водном хозяйстве.

В университетах и политехнических институтах целесообразно расширить исследования взаимосвязей процессов в атмосфере, гидросфере, литосфере в связи с загрязнением и их сред отходами производственной деятельности. Вопросы возможных последствий загрязнения для здоровья людей, для кппы\ организмов и растительности, а также наследственных признаков, к сожалению, занимают еще мало места в планах НИР вузов.

В докладе дается несколько примеров структурного анализа НИР по рассматриваемой проблеме для координации деятельности вузов.

Гидроэнергетика в X пятилетке и охрана водных и земельных ресурсов : Всесоюз. науч.-техн. совещание : кр. тез. докл. – Ленинград, 1976.

Ю. С. Васильев

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВУЗАХ ПО ПРОБЛЕМАМ ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Обсуждение перспектив развития гидроэнергетики на современном этапе должно вестись одновременно с рассмотрением планов природоохранных мероприятий. Проблемы рационального использования и охраны природных ресурсов занимают большое место в научных исследованиях ученых ВУЗов. Высшая школа, сочетая в едином ведомстве территориальный размах с достаточно большим и многопрофильным составом ВУЗов, является наиболее удачной базой для проведения комплексных научных исследований. Высокий научный потенциал, наличие широкого круга специалистов разных направлений, большого числа аспирантов и студентов дает возможность сочетать поисковые и прикладные исследования с исследованиями межотраслевого характера, решать крупные комплексные проблемы.

В последнее время научные исследования ВУЗов выполняются на основе новых организационных принципов. Наиболее результативным для народного хозяйства страны является программноцелевой метод исследований. Этот метод положен в основу комплексной программы Минвуза РСФСР "Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы".

В комплексе исследований по охране окружающей среды, проводимых ВУЗами в X пятилетке, большой удельный вес занимают работы, связанные с охраной и использованием водных ресурсов. Ключевые направления исследований, которые могут дать наибольший экономический эффект, следующие:

1. Разработка основ общей теории и методов прогнозирования изменений, вносимых антропогенными факторами в круговорот воды в природе;
2. Исследование эколого-экономических моделей и технических схем применительно к отдельным бассейнам и создаваемой Единой водохозяйственной системе СССР;
3. Разработка и внедрение эколого-экономических моделей для управления крупными водохранилищами;
4. Выявление экологических последствий, связанных с региональным перераспределением водных ресурсов;
5. Научное обоснование инженерных решений по крупным водохозяйственным проектам;
6. Создание методов прогнозирования и расчета степени загрязнения и процессов самоочищения водоемов.

Большинство перечисленных направлений непосредственно связано с развитием гидроэнергетики. В докладе приводятся примеры разработок выполненных в ВУЗах и успешно внедряемых в практику.

Научно-исследовательским, проектным, плановым и производственным организациям необходимо более эффективно использовать возможности высшей школы для решения перспективных задач гидроэнергетики.

Представляется целесообразным внутрирегиональное сотрудничество ВУЗов с организациями отраслевых Министерств и ведомств.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭНЕРГЕТИКА. - 1976. - № 5.

**РЕСПУБЛИКАНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА. ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»**

21-22 октября 1975 г. в Ленинградском политехническом институте состоялась Всероссийская научно-техническая конференция на тему «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и

рационального использования природных ресурсов».

На пленарных заседаниях были заслушаны доклады: ректора ЛПИ, докт. техн. наук, проф. К. П. Селезнева о развитии научных исследований в области рационального использования и охраны природы в вузе; чл.-корр. АН СССР, проф. К. Я. Кондратьева (ЛГУ) «Космическая экология», чл.-корр. АН СССР, проф. П. Г. Романкова «Экологические аспекты химической технологии»; проф. Н.В. Зарубаева (ЛПИ) «Принципы многоцелевого управления водными ресурсами».

Всего в конференции приняло участие 650 специалистов разных областей знаний, представителей 80 вузов Российской Федерации. Авторами 137 докладов, тезисы которых опубликованы, являются 290 человек. Кроме того, более 80 участников выступили в прениях.

Фундаментальная библиотека ЛПИ развернула выставку литературы по теме конференции. Вузы Ленинграда экспонировали на стендах результаты научно-исследовательских работ, касающихся охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Активное участие в конференции приняли ученые, представители энергетических кафедр институтов Минвуза РСФСР. Ниже приводятся сведения о докладах, которые могут заинтересовать читателей журнала.

Докт. эконом. наук, проф. П. П. Долгов (ЛПИ) выступил с докладом «Методы экономического измерения воздействия производственных систем на окружающую среду», в котором убедительно показал, что оптимальная техническая и экономическая политика защиты окружающей среды может быть построена на основе балансовой модели. Для этого в модель необходимо включать элементы, учитывающие возможные технологические способы по ликвидации вредных последствий на окружающую среду. Проблема освещена в статье П. П. Долгова и Д. С. Щавелева, опубликованная в журнале «Энергетика», № 2, 1976.

В докладе «Окружающая среда больших городов», представленной чл.-корр. СССР, проф. К. Я. Кондратьевым, ст. науч. сотр. А. А. Григорьевым и Л. С. Ивлевым (ЛГУ) были приведены результаты самолетных и наземных экспериментов по определению загрязнения атмосферы над городами Запорожье, Тбилиси и др.

Инженеры В. М. Доррер, А. Д. Рязанцева и М. В. Семенов (ЛПИ) в докладе «К вопросу о влиянии электростанции на окружающую среду» осветили новый подход к задаче оптимизации структуры

природных мощностей в энергетических системах. В качестве целевой функции предлагается комплексный критерий эффективности. Расчеты показали существенное влияние фактора воздействия энергообъектов на природу при оптимизации структуры энергосистем.

Канд. техн. наук, доц. Б. А. Боровских (МИНХ) изложил вопрос экономической оценки изъятий земли в крупном гидротехническом строительстве.

Доклад докт. техн. наук, проф. Ю. С. Васильева, научных сотрудников В. В. Кудряшова и В. А. Кукушкина (ЛПИ) был посвящен развитию научных исследований в вузах МВ и ССО РСФСР по охране и рациональному использованию водных ресурсов. Кандидат философских наук В. П. Горюнов (ЛПИ) посвятил свой доклад анализу понятия «Комплексность использования верхностного водного стока суши».

Группа докладов представителей Саратовского юридического института: доц. С. Т. Максименко, преп. А. И. Жмотова, асп. Л. А. Тимофеева была посвящена совершенствованию государственно-правовой основы природоохранных мероприятий.

О методических и практических приемах оценки водообеспеченности крупных экономических районов РСФСР в многолетней перспективе доложил директор НИГЭИ Ленинградского университета докт. геогр. наук Н. В. Разумихин.

Вопросы моделирования экологических систем в связи с разработкой единой водохозяйственной системы страны были рассмотрены в докладе профессоров Ю. С. Васильева, Н. В. Зарубаева, Ю. В. Ракитского.

Доклад «Проблемы обоснования переброса стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан» проф. Н. В. Зарубаева, канд. техн. наук М. П. Федорова и докт. техн. наук Д. С. Щавелева (ЛПИ) посвящен главным образом многокритериальному анализу, обеспечивающему согласование разных аспектов целесообразности перераспределения воды в межрегиональном масштабе.

Проф. А. Л. Можевитинов (ЛПИ) выступил с докладом «Борьба с наводнениями», в котором развил теоретические положения о направлениях защиты окружающей среды в процессе ее эволюции.

Доклад «Разработка рекомендаций по повышению эффективности использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС Северо-Западного экономического района» докт. техн. наук, проф. В. А. Бахтиярова и инж. Г. С. Арсеньева (ЛГМИ) был посвящен опыту эксплуатации каскадов ГЭС в

Мурманской, Ленинградской областях и в Карельской автономной республике.

Чл.-корр. АН СССР, проф. А. С. Хометовский и ст. преп. А. В. Гаев (Оренбургский ПИ) доложили о возможности оздоровления водной среды в бассейнах рек Волги и Урала путем глубокого захоронения трудноочищаемых промышленных стоков.

Представители Пермского политехнического института докт. мед. наук, проф. Я. И. Вайсман, ст. науч. сотр. Н. В. Зайцева и А. В. Михайлов изложили гигиенические вопросы комплексного использования и охраны водных ресурсов Западного Урала.

В докладе ректора Куйбышевского авиационного института докт. техн. наук, проф. В. П. Лукачева, доц. Ю. А. Кныш и ст. инж. О. А. Тарабина «Вихревой аэратор для насыщения воды атмосферным кислородом» предлагается струйные эжекторы заменять вихревыми. Применение аэраторов на водохранилищах позволяет защищать их от сине-зеленых водорослей.

На заседании секции обсуждался доклад ст. науч. сотр. Гидропроекта Т. С. Житиновой «Некоторые вопросы охраны водных ресурсов при развитии теплоэнергетики». Особо была подчеркнута необходимость дальнейших исследований по гаммогенезу эффективности воспроизводства и обеспеченности пищей рыб в новых экологических условиях отепленных водоемов.

Ст. науч. сотр. Н. Н. Ролле (ЛПИ) детально рассмотрел вопрос теплового загрязнения и комплексного использования термальных вод. В 1974 г. сброс нагретой воды составил 50% общего объема сточных вод. Поэтому важно установить удельную тепловую нагрузку водоемов. В докладе канд. техн. наук, мл. науч. сотр. Т. Н. Юровской (ЛТИЦБП) «К вопросу о тепловом загрязнении водоемов» даются рекомендации по уточнению теплового баланса струи. Предложенное уравнение отличается добавочным членом в расходной части баланса.

Опытом прогнозирования качества воды в речных водоемах при составлении генеральной и локальных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов поделилась инженер Гидропроекта Л. К. Липинская.

На IV секции большой интерес вызвал доклад докт. техн. наук, проф. Н. Х. Дьяченко, канд. техн. наук С. А. Батурина (ЛПИ) «О состоянии и мерах по очистке воздушного бассейна от токсичных продуктов сгорания, содержащихся в отработанных газах двигателей внутреннего сгорания».

Канд. техн. наук В. Л. Суринский (Калининский ПИ) в докладе «Чистота атмосферы и экологические аспекты производства на тепловых

электростанциях» проанализировал капитальные вложения и эксплуатационные издержки при различных методах очистки пыли и сернистого газа.

Канд. техн. наук, доц. Б. С. Белосельский и инж. В. М. Марченко (МЭИ) в докладе «Рациональное применение существующих и новых методов защиты атмосферы от загрязнения к объектам энергетики» обращают внимание на необходимость разработки методологических основ и экономико-математических моделей для выбора методов защиты атмосферы.

О путях снижения концентрации вредных примесей от ТЭС в приземном слое атмосферы излагалось в сообщении канд. техн. наук, доц. Ю. В. Салова и ст. науч. сотр. В. В. Смирнова (ИЭИ).

Докт. техн. наук, проф. И. П. Мухленов с сотрудниками ЛТИ представил доклад «Утилизация двуокиси углерода при очистке дымовых газов ТЭЦ».

Вопросы борьбы с загрязнением атмосферы вредными выбросами тепловых электростанций - тема доклада докт. техн. наук, проф. В. В. Померанцева (ЛПИ).

О рациональном использовании топливных гранулированных шлаков в производстве вяжущих веществ говорилось в докладе канд. техн. наук Л. Я. Гольдштейн, докт. техн. наук, проф. С. Д. Огорокова, докт. техн. наук, проф. А. А. Парийского, инж. Ю. Г. Барабанщикова.

Конференция приняла развернутое решение, в котором вузам МВ и ССО РСФСР при планировании НИР рекомендуется сосредоточить внимание на следующих актуальных вопросах:

— защита воздушного бассейна от выбросов, содержащих серу, окиси азота, фтора и др. вредных веществ;

— защита поверхностных и подземных вод от сбросов сточных вод бытового, промышленного и сельскохозяйственного происхождения; вторичное использование сточных и минеральных вод;

1. исследования по охране природной среды при освоении необжитых территорий (Западная Сибирь, районы строительства БАМ, зона тундр и др.);

2. исследования влияния эксплуатации электрических станций на режим рек и водоемов, а также атмосферу.

Конференция одобрила план научно-исследовательских работ по комплексной программе Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» на X пятилетку.

В решении содержится просьба к Министерству высшего и среднего специального образования СССР утвердить перечень специализаций, в

границах существующей номенклатуры специальностей, для профилирования в области охраны окружающей среды и подготовки необходимых специалистов, в том числе через аспирантуру.

*Зам. председателя оргкомитета конференции,
доктор техн. наук, проф. Ю. С. ВАСИЛЬЕВ.*

*Зам. ученого секретаря конференции,
канд. техн. наук, ст. науч. сотр. М. Б. СЕМЕНОВ*

ВЕСТНИК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ. – 1976. - № 6

ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

В октябре прошлого года в Ленинградском политехническом институте состоялась организованная Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР республиканская научно-техническая конференция на тему «Человек и окружающая среда (проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов)».

В ее работе приняло участие более 650 представителей 84 высших учебных заведений Российской Федерации, АН СССР, ВАСХНИЛ, НИИ отраслевых министерств. Вузовские работники и специалисты промышленности прочитали здесь более 130 докладов.

Открывая конференцию, председатель ее оргкомитета, ректор ЛПИ профессор К. П. Селезнев отметил, что вопросы охраны и рационального использования природных ресурсов определяются задачами коммунистического строительства в нашей стране.

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» реализуется в деятельности вузов, которые уделяют все больше внимания преподаванию основ природоведения, вопросам рационального использования и защиты природной среды. В этом направлении ведется и пропагандистская работа среди населения.

К. П. Селезнев отметил, что сейчас в научных исследованиях по использованию природных ресурсов и охране окружающей среды участвует около 100 вузов Российской Федерации. Минвузом РСФСР составлена комплексная программа «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы», которая объединяет фундаментальные

исследования, прикладные работы и опытно-конструкторские разработки по девяти проблемам. Уже назначены головные вузы по этим проблемам; приступил к работе и головной совет по названной комплексной программе.

Однако это лишь первые шаги в расширении тематики и углублении научных исследований по охране природы. Необходимо преодолеть трудности организационного характера и устранить существующие недостатки при проведении исследований.

На пленарных заседаниях выступили с докладами член-корреспондент АН СССР, профессор К. Я. Кондратьев (ЛГУ) — «Космическая экология»; член-корреспондент АН СССР, профессор П. Г. Романков (ЛТИ) — «Экологические аспекты химической технологии»; профессор Н. В. Зарубаев (ЛПИ) — «Принципы многоцелевого управления водными ресурсами».

На конференции работало шесть секций по следующим проблемам: общие вопросы природопользования; комплексное использование водных ресурсов суши; физико-химические методы очистки сточных вод; контроль и прогнозирование качества пресных вод; охрана и рациональное использование земельных ресурсов и воздушной среды; экологическая технология.

В результате обсуждения докладов было отмечено важное теоретическое и прикладное значение разработок по проблемам охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, ведущихся в Ленинградском, Воронежском и Пермском университетах, Ленинградском, Калининском и Оренбургском политехнических институтах, Ленинградских Инженерно-строительном и Технологическом институте целлюлозно-бумажной промышленности, в Московском институте химического машиностроения и других вузах.

Конференция рекомендовала сконцентрировать усилия ученых в этой области на исследовании взаимодействия атмосферы, гидросферы и почвенно-растительных комплексов в процессе использования природных ресурсов и охраны окружающей среды; создании системы природопользования, рационального использования природных ресурсов и их экономической оценки; разработке проблемы безотходной технологии в связи с защитой атмосферы, гидросферы и сферы от вредных воздействий; учете влияния энергетического, гидротехнического и гидромелиоративного строительства на состояние окружающей среды и в первую очередь пресных вод; разработке методов исследования взаимодействия экосистемы; создании

совершенных методов измерения; контроля и оценки состояния природной среды.

При решении этих проблем необходимо применять перспективные методы исследований, системный анализ, моделирование ЭВМ, а также новые средства измерений, в том числе аэрокосмические.

Участники конференции одобрили составленный в Ленинградском политехническом институте координационный план научно-исследовательской работы на десятую пятилетку по комплексной программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» и рекомендовали кафедрам вузов направить усилия на решение актуальных для народного хозяйства проблем охраны природы.

Оргкомитету конференции поручено обратиться в министерства высшего и среднего специального образования СССР и РСФСР с предложениями, касающимися совершенствования учебных планов и проведения научных исследований.

Доктор техн. наук, профессор Ю. С. Васильев

Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : материалы Респуб. науч.-техн. конф. – Ленинград : ЛПИ, 1976.
--

Ю. С. Васильев, В. В. Кудряшев, В. А. Кукушкин

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВУЗАХ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Особое положение воды среди используемых природных ресурсов определяется тесной связью с хозяйственной и культурной деятельностью современного общества, взаимодействием с ландшафтом, ее собственными свойствами. С развитием водоемких отраслей промышленности, сельскохозяйственного производства, ростом городов проблема обеспечения водой с каждым годом усложняется. При этом трудности возникают не только в обеспечении необходимого количества воды, но и гораздо в большей степени в связи с интенсивным загрязнением водных источников сточными водами и различными отходами. Поэтому в настоящее время основное внимание уделяется вопросам рационального использования водных ресурсов и их охраны от истощения и загрязнения.

Острота указанных проблем подтверждается динамикой водопотребления в нашей стране. Если в 1950 г. общий водозабор по стране составлял 86 км³ [1], то в 1970 г. он возрос до 288 км³ [2]. В настоящее время забирается свыше 300 км³, а в обозримой перспективе потребность в воде составит 500 км³, из которых 280 км³ будут расходоваться безвозвратно [1]. Основная угроза истощения водных ресурсов связана со сбросом сточных вод в реки и водоемы. Так, в 1972 г. на земном шаре около 500 км³ сточных вод загрязняли не менее 5-6 тыс. км³ речного стока, что составляло 40% устойчивых речных водных ресурсов земли [3].

В научных исследованиях, проводимых высшей школой, НИР по охране и рациональному использованию водных ресурсов имеют большой удельный вес. Так, в комплексной научно-исследовательской программе Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» выделена крупная проблема «Охрана и рациональное использование водных ресурсов суши». Кроме того, и все остальные проблемы программы включают в себя направления и темы, связанные с рассматриваемыми вопросами.

Значительный объем научных работ предстоит выполнить университетам, политехническим, инженерно-строительным и химико-технологическим институтам. Анализ планов исследований, представленных вузами, показал, что из общего количества работ 10% являются фундаментальными, 24% — поисковым, и 50% — прикладными и 16% — опытно-конструкторскими разработками. Среди фундаментальных исследований можно назвать такие, как разработка физико-химических основ и методов очистки промышленных сточных вод, изучение бассейнов оз. Байкал, р. Волги и др.

Поисковые и прикладные НИР проводятся по всем представленным направлениям. Опытно-конструкторские разработки связаны в основном с созданием приборов и аппаратуры для изучения качества воды, а также новых конструкций очистных сооружений.

На основе анализа представленных вузами планов исследований по рассматриваемой проблеме выделено 5 основных направлений:

1. Комплексные водохозяйственные исследования по охране и рациональному использованию водных ресурсов.
2. Технико-экономическое обоснование оптимальных режимов использования водоемов для различных отраслей народного хозяйства.
3. Разработка методов и приборов для изучения качества воды в водоемах и измерения параметров загрязнения.

4. Разработка методов очистки сточной воды и конструкций очистных сооружений.

5. Исследование процессов разбавления сточной воды в водоемах и прогнозирование качества.

Университеты и политехнические институты участвуют в разработках отдельных тем по всем представленным направлениям.

Инженерно-строительные и лесотехнические институты сконцентрировали свои усилия в основном на разработке методов очистки сточных вод и конструкций очистных сооружений.

Химико-технологические институты участвуют в разработке тем по двум последним направлениям.

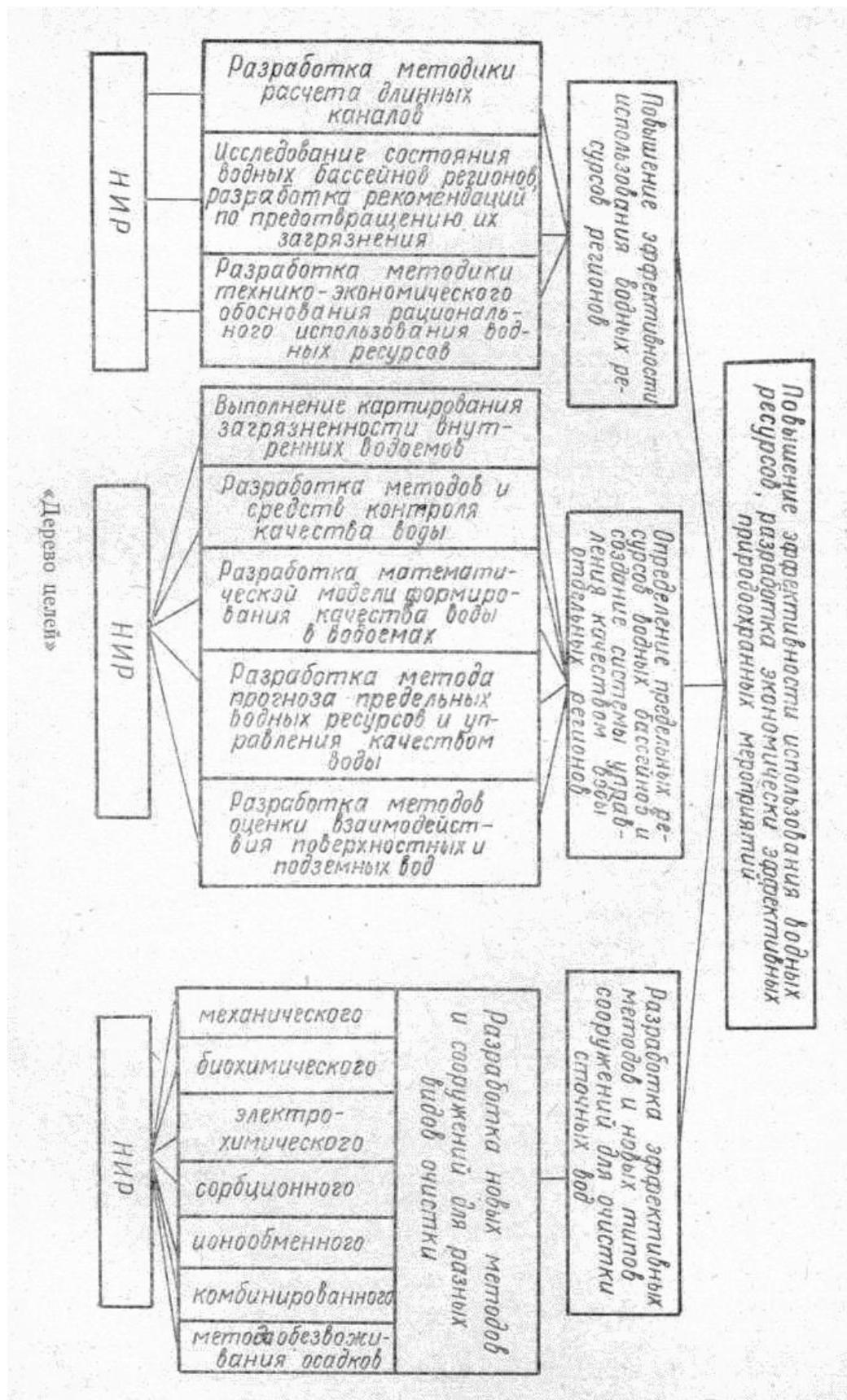
В последнее время научные исследования Минвуза РСФСР выполняются на основе новых организационных принципов. Наиболее результативными с точки зрения внедрения в народное хозяйство страны является программно-целевой метод, который и положен в основу рассматриваемых НИР.

Программно-целевой метод, учитывающий базисные сетевые графики хода разработок, способен обеспечить адаптацию к изменяющейся обстановке путем исключения неперспективных и включения перспективных исследований. «Дерево целей», состоящее из ряда уровней, отражает иерархическую структуру модели научных исследований.

На первом уровне определяются основные цели проблемы на рассматриваемый период. На втором — намечаются задачи, стоящие перед комплексными группами, объединяющими подразделения вузов, для достижения целей первого уровня. На третьем уровне конкретизируются задачи, обеспечивающие выполнение второго уровня, и т. д. И, наконец, на последнем уровне устанавливаются конкретные научные темы и разработки, проводимые отдельными подразделениями.

Таким образом, «дерево целей» (см. рисунок) представляет собой структуру, допускающую постоянное обновление во времени всех уровней, начиная со второго, для достижения основной цели первого уровня.

Вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов должны решаться с наименьшими народнохозяйственными затратами.



Важно и дальше развивать теорию технико-экономических расчетов, создавать более совершенные методы экономического обоснования инженерных мероприятий в водном хозяйстве, совершенствовать социально-правовые положения в области охраны

водных ресурсов на основе научного обобщения опыта и требований законодательства.

В университетах и политехнических институтах целесообразно расширить исследования взаимосвязей процессов в атмосфере, гидросфере и литосфере в связи с загрязнением этих сред отходами производственной деятельности людей. Вопросы возможных последствий загрязнения на здоровье людей, живые организмы и растительность должны иметь больший удельный вес в планах НИР.

Анализ планов НИР вузов по указанной проблеме с учетом корректировки, проведенной ЛИИ — головным вузом программы, позволил наметить основные перспективные направления, которые могут дать наибольший экономический эффект, а именно:

1. Разработка основ общей теории и методов прогнозирования изменений, вносимых антропогенными факторами в круговорот воды в природе.

2. Исследования эколого-экономических моделей и технических схем применительно к отдельным бассейнам и создаваемой Единой водохозяйственной системе СССР.

3. Разработка и внедрение эколого-экономических моделей для управления крупными водохранилищами.

4. Выявление экологических последствий, связанных с межрегиональными перераспределениями водных ресурсов.

5. Создание методов прогнозирования и расчетов степени загрязнения и процессов самоочищения водоемов и водотоков на основе: а) разработки математических и физических моделей; б) накопления и систематизации данных полевых и лабораторных исследований; в) использования ЭВМ и системного анализа.

6. Разработка новых способов контроля и аппаратуры для регистрации данных о качестве вод. Создание информационно-управляющих систем как элементов ОАСУ «Вода».

Кроме перечисленных направлений, в вузах получают дальнейшее развитие исследования по очистке природных и сточных вод. Эти работы предусматривают следующие укрупненные темы: а) утилизация ценных веществ, содержащихся в сточных водах — способы улавливания, обезвреживания, транспортировки, складирования; б) научное обоснование нормативных требований к качеству воды, разработка и внедрение прогрессивной технологии производства для снижения водопотребления в промышленности и сельском хозяйстве; в) совершенствование и разработка новых принципов очистки сточных

вод на основе физических, химических, биологических и комбинированных методов, разработка новых (конструкций очистных установок и сооружений).

Высшая школа, обладающая высоким научным потенциалом, способна обеспечить исследования в области рационального использования и охраны водных ресурсов на уровне, необходимом для решения важнейших народнохозяйственных задач. Есть все основания считать, что результаты исследований и разработок вузов, в этом направлении явятся значительным вкладом в общую программу научно-технического прогресса, направленную на улучшение здоровья и благосостояния советского народа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородавченко И., Толстихин О. Водные ресурсы: рациональное использование и охрана // Коммунист. - 1975. - № 14.
2. К у т ы р и н И. М., Беличенко Ю. П. Охрана водных ресурсов — проблема современности. - Л. : Гидрометеиздат, 1974.
3. Львович М. И. Будущее водных ресурсов // Влияние человеческой деятельности на гидрологические процессы и явления : сб. аннотаций. – Обнинск : Изд. Гидрометцентра СССР, 1972.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭНЕРГЕТИКА. – Минск, 1977. - № 12.

РАЗВИТИЕ КАФЕДРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОЙ ЭНЕРГИИ ЛПИ ИМЕНИ М. И. КАЛИНИНА

Доктора техн. наук, проф. Д. С. Щавелев, Ю. С. Васильев

Подготовка инженеров в области строительства и эксплуатации гидроэлектрических станций в Ленинградском политехническом институте велась с первых лет его основания. Однако к стабильному выпуску гидроэнергетиков институт приступил после образования в 1920 г. кафедры использования водной энергии. Основателем кафедры и всей школы ленинградских гидроэнергетиков был профессор Александр Александрович Морозов. Он руководил кафедрой в течение 35 лет.

Отличительная особенность стиля работы кафедры — тесная связь учебного процесса с практикой. Это предопределяет характер исследовательской, методической и педагогической работы коллектива. Профессор А. А. Морозов был одним из организаторов проектного института Гидроэнергопроект и в течение многих лет работал в нем начальником проектного отдела, а затем главным инженером. Его ближайшие помощники по кафедре многие годы участвовали в проектировании гидроэлектростанций.

Кафедра в лице ее ведущих сотрудников принимала участие в проектировании, экспертизе, исследованиях многих гидроэлектростанций Советского Союза — Днепровской им. В. И. Ленина, Волжской им. В. И. Ленина, Красноярской, Саяно-Шушенской, Рыбинской, Верхне-Свирской, Усть-Каменогорской, Бухтарминской, а также большинства ГЭС на Кольском полуострове и др.

Сотрудники кафедры в течение ряда лет участвовали в исследовательских работах по водному хозяйству, координируемых в рамках Совета Экономической Взаимопомощи.

В настоящее время кафедра — инициативный участник социалистического соревнования 28 ленинградских организаций за сокращение сроков и высокое качество работ по строительству Саяно-Шушенской ГЭС. Научные исследования непосредственно связаны с потребностями отечественной гидроэнергетики. Были проведены лабораторные исследования моделей гидроагрегатных блоков гидростанций, на которых было намечено и затем реализовано внедрение новой техники. В лаборатории кафедры исследованы первые в СССР капсульные агрегаты Шекснинской ГЭС, агрегатные блоки Красноярской ГЭС, которые много лет были непревзойденными по мощности, гидроагрегатные блоки самой мощной в мире Саяно-Шушенской ГЭС.

На кафедре было открыто новое направление научно-исследовательских работ, которые послужили базой для создания новой кафедры ЛПИ «Ядерные энергетические сооружения».

На гидротехническом факультете кафедра первая начала широко использовать вычислительную технику в исследовательских работах и в педагогическом процессе. В настоящее время создана современная вычислительная лаборатория, ставшая базовой для всего факультета. В лаборатории имеются электронные вычислительные машины ЕС-1022, «Наири-2», МН-10, МН-7, «Ритм-2» и другие.

Большое внимание профессора и преподаватели уделяют методическим вопросам, совершенствованию учебного процесса и воспитательной работе со студентами.

В области водного хозяйства и водно-энергетических расчетов профессор А. А. Морозов один из первых высказал идею о диспетчерских графиках, которые сейчас широко применяются при проектировании и в эксплуатации водохранилищ. Им разработан метод выбора турбины по логарифмическим характеристикам.

Большая методическая работа была проведена кафедрой по обоснованию параметров гидроэлектростанций, критериям эффективности и определению экономической эффективности гидроэнергетического строительства.

Кафедре принадлежит организующая роль в разработке метода многоцелевой оптимизации электроэнергетических систем с гидроэнергетическими объектами. До настоящего времени применяется метод оптимизации структуры систем, параметров энергетических объектов по минимуму приведенных затрат. В методе многоцелевой оптимизации минимизация приведенных затрат считается лишь одной из целей. Кроме того, ставятся цели социальные, охраны и улучшения природных условий и т. д.

Кафедрой разрабатываются и уже внедряются методы автоматизированного проектирования с применением вычислительных машин. Разработан метод автоматизированного проектирования земляных и бетонных плотин и деривации гидроэлектростанций.

В исследовательской работе большое внимание уделяется повышению эффективности водохозяйственных систем в сельском хозяйстве. За последний период закончены разработки по оптимизации на ЭЦВМ оросительных систем с закрытыми трубопроводными распределительными сетями.

Продуктивна работа кафедры по созданию учебников и учебных пособий для студентов вузов. В 1948 г. проф. А. А. Морозов выпустил капитальное учебное пособие «Использование водной энергии». Приняв его за основу, коллектив авторов под редакцией проф. Д. С. Щавелева подготовил и выпустил двухтомник «Использование водной энергии» (1965 г.) и «Здания гидроэнергетических установок» (1967 г.).

В 1972 г. кафедрой под редакцией Д. С. Щавелева издан первый в Советском Союзе учебник «Гидроэнергетические установки» (37 п. л.). Капитальное учебное пособие «Использование водной энергии», объемом 61

п. л., составлено коллективом преподавателей, научных работников и руководящих специалистов производства и издано в 1976 г.

В 1948 г. под редакцией А. А. Морозова выпущено первое, а в 1957 г. второе издание справочного пособия для инженеров «Турбинное оборудование гидроэлектростанций», составленное коллективом сотрудников Гидропроекта, Ленинградского металлического завода и Ленинградского политехнического института.

В последние годы ряд учебно-методических пособий, составленных преподавателями кафедры, издан типографией ЛПИ. Среди них отметим:

- учебное пособие «Применение линейного программирования в технико-экономических расчетах электроэнергетических и водохозяйственных систем» (1973 г., авторы : Е. А. Григорьев, А. В. Тананаев, М. П. Федоров, Д. С. Щавелев);

- методические указания «Электрическая часть насосных станций» (1974 г., автор Б. Н. Михалев, под ред. Ю. С. Васильева);

- учебно-методическое пособие «Математическое обеспечение ЭВМ «Наири-2» для гидротехнических расчетов» (1975 г., авторы: Ю. С. Васильев, Л. И. Кубышкин, Б. А. Соколов);

- методические разработки для курсового и дипломного проектирования «Конструирование зданий гидроэнергетических установок. Чертежи» (1976 г., автор И. А. Шерешевский, под ред. Д. С. Щавелева, Ю. С. Васильева);

- учебное пособие «Технико-экономические основы проектирования энергетических и водохозяйственных систем» (1977 г., авторы: М. В. Семенов, М. П. Федоров, Д. С. Щавелев);

- учебно-методическое пособие «Основы выбора оптимальных решений в системах энергетики и водного хозяйства» (1977 г., авторы: Ю. Б. Гук, П. П. Долгов, В. Р. Огороков, М. В. Семенов, М. П. Федоров, Д. В. Шапот, Д. С. Щавелев).

Из числа своих выпускников кафедра подготовила 14 докторов наук и профессоров, 48 кандидатов наук. Многие высококвалифицированные инженеры гидроэнергетики, окончившие ЛПИ, успешно работают в проектных и научно-исследовательских институтах, на строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций, в высших учебных заведениях.

В настоящее время на кафедре сформировалось и успешно развивается несколько научных направлений, а именно: исследования и разработка методов обоснования параметров гидроэнергетических установок (ГЭС, ГАЭС, НС, ПЭС); разработан метод комплексного использования и охраны запасов воды в водохранилищах; разработка теоретических основ

автоматизированных систем проектирования ГЭС и водохозяйственных объектов; исследования агрегатных блоков ГЭС, ГАЭС, НС.

В год 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции, подводя итоги пройденного пути, коллектив кафедры использования водной энергии намечает дальнейшие пути развития научных исследований в теоретических и прикладных разделах гидроэнергетики.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. / – Ленинград : ЛПИ, 1978. - Вып. 2.

Ю. С. Васильев, В. С. Макаренко, В. Р. Огороков

К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ
ПО ПРОГРАММЕ «ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.
ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ»

В целях координации исследований по комплексной программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» головные вузы разработали сетевые графики и деревья целей по тем проблемам, за решение которых они ответственны. Сформулированы общие задачи, установлена очередность достижения целей, намечены альтернативные пути решения конкретных задач.

Как показывает первый опыт координации работ по программе, перед руководством программой и головным вузом стоят сложные задачи распределения заданий на выполнение работ. Тематика научных исследований, выполняемых на кафедрах вузов, переплетается. Результаты работы одного коллектива могут быть успешно использованы для проведения дальнейших исследований и разработок другими. Это позволит последним сократить время и средства на проведение НИР. Несовершенная же система координации будет приводить к дублированию работ, что вызывает потери рабочего времени квалифицированных исследовательских коллективов.

При выполнении исследований по комплексной программе представляется целесообразным привлекать на первом этапе те вузы, которые обладают в соответствующих областях наиболее высоким научным потенциалом. Это даст возможность получать результаты в более короткие сроки и с наибольшей эффективностью. На втором этапе будет поставлена

задача развития исследований и поднятие научного потенциала тех кафедр, где завершится соответствующая подготовительная работа.

На основе оценки научного потенциала вузов и его научных подразделений по определенной тематике, входящей в состав дерева целей, необходимо дать рекомендации о привлечении их к проведению НИР. Следует иметь в виду, что вуз может занимать передовые позиции по одним научным направлениям и отставать по другим. Целесообразно привлекать к выполнению исследований те подразделения вузов, которые находятся на передовых рубежах науки. Возможности же привлечения сотрудников этих подразделений без снижения качества выполняемых исследований ограничены, так как каждая кафедра и лаборатория располагают ограниченным числом сотрудников. Эти ограничения определяют предельный научный потенциал подразделений вуза.

Оценить научный потенциал коллективов по определенным научным направлениям чрезвычайно трудно. Как отмечал академик С. Г. Струмилин, «наука, начинающаяся там, где мы имеем дело с мерой, весом и счетом, не удосужилась разрешить задачу измерения своих собственных достижений». В основу оценки предлагается положить результаты НИР за предшествующий период.

Известно, что количественному измерению поддается годовой экономический эффект. Однако он не может служить универсальным критерием оценки результатов НИР в силу ограниченности сферы его применения. Годовой экономический эффект не есть непосредственный результат НИР, а итог внедрения научно-технических достижений в производстве. Его величина зависит от того, внедряются ли эти результаты в цехе, на заводе или отрасли, что непосредственно не зависит от качества выполненного исследования.

В силу недостаточности такого критерия оценки исследований и разработок используются и другие показатели (число авторских свидетельств, патентов, опубликованных работ, различного рода наград и т. п.). Желая оценить результаты проведенного исследования или разработки, необходимо свести эти разнородные показатели к единому интегральному показателю.

Разрабатываемая в ЛИИ система оценки результатов НИР основана на проведении экспертизы с целью определения «удельных весов» различных показателей, характеризующих эффективность проведенных исследований и разработок. Из рисунка видно, сколь разнородные и неравнозначные показатели объединяет эта система.

Если обозначить число рассматриваемых показателей n , количественную оценку i -го показателя N_i , весовой коэффициент i -го показателя, a_i , то интегральный показатель оценки научного потенциала K может быть вычислен по следующей формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n a_i N_i.$$

Разработанная информационно-поисковая система позволяет с помощью ЭВМ получить этот показатель по любому набору признаков комплексной программы.



Параметры, характеризующие эффективность НИР

Для возможности сравнения научных потенциалов вузов или их подразделений величина K приводится к фиксированному объему финансирования исследований. При неоправданном увеличении числа сотрудников, участвующих в исследованиях по определенной тематике, величина K будет снижаться.

Предположим, что для проведения НИР по решению l -й научно-технической проблемы, входящей в состав комплексной программы, необходимо S_l тыс. руб. Исследования проводятся учеными различных вузов. Возможности проведения исследований в j -м вузе ограничены и составляют C_{jl} тыс. руб. Задача рассматривается при условии, что суммарные возможности вузов на проведение исследований $\sum C_{jl}$ больше необходимого финансирования для достижения поставленной цели S_l . Для успешного решения l -й научно-технической проблемы, исходя из имеющихся возможностей, необходимо выполнить следующие условия:

$$F = \sum_{j=1}^{K'} \frac{K_{jl} C_{jl}}{S_l} \rightarrow \max; \quad \sum_{j=1}^{K'} C_{jl} = S_l; \quad C_{jl} \leq \bar{C}_{jl},$$

где K_{jl} — интегральный показатель j -го вуза по l -й научно-технической проблеме, приведенный к фиксированному объему финансирования; m — число вузов, желающих принять участие в выполнении исследований по комплексной программе; K' — количество вузов, отобранных из общего числа таким образом, что их суммарные возможности C_{jl} равняются потребности S_l и достигается максимум F .

Построение дерева целей по программе производилось таким образом, чтобы можно было координировать исследования по любому признаку любого яруса. Это позволяет выработать рекомендации по оптимальному распределению финансирования исследований среди различных вузов с точки зрения получения максимального научного продукта при выделенных ограниченных ресурсах. Научный потенциал вузов по определенным научно-техническим проблемам, измеряемый интегральным показателем на основе анализа результатов исследований, является величиной, меняющейся во времени. Предложенный принцип координации основан на предположении, что мы можем определить этот потенциал с достаточной степенью точности на основе интегрального показателя без учета временного лага между исследованиями и их результатами. В случае учета временного лага можно методами экстраполяции определить научный потенциал вузов в данный период времени.

Поясним вышесказанное на следующем примере. Предположим, что m — 10 вузов выполняют исследования по научной тематике «Разработка эффективных методов и новых типов сооружений для очистки сточных вод», являющейся признаком второго яруса дерева целей по комплексной программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы». Для упрощения считаем, что временной лаг между проведением исследований и их результатами отсутствует, что позволяет сразу же оценить результаты ПИР на основе интегрального показателя. Допустим, что для достижения поставленной цели за год необходимо $S_l = 800$ тыс. руб. финансирования исследований и разработок.

Тогда, исходя из предположения, что определенный нами интегральный показатель достаточно достоверно характеризует величину «научного продукта», приходящегося на фиксированный объем финансирования, максимальная отдача от проводимых исследований и разработок будет получена при условии максимизации функции

$$F = \sum_{j=1}^{K'} \frac{K_{jl} C_{jl}}{S_l}.$$

В нашем числовом примере, как легко убедиться, максимальное значение функции будет 149,9.

$$\begin{aligned} \max F &= \frac{200 \cdot 180 + 190 \cdot 200 + 150 \cdot 100 + 120 \cdot 40 + 100 \cdot 160 + 90 \cdot 50 + 80 \cdot 70}{800} = \\ &= \frac{119\,900}{800} = 149,9. \end{aligned}$$

Показатели	В у з ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приведенный интегральный показатель соответствующего вуза	100	190	90	200	60	140	150	80	40	120
Максимальный объем НИР, который может быть выполнен <i>j</i> -м вузом по <i>l</i> -й научной тематике	160	200	50	180	60	220	100	90	120	40

Для получения максимального интегрального показателя необходимо привлечь к проведению исследований в максимально возможном объеме четвертый, второй, седьмой, десятый, первый, третий и в объеме 70 тыс. руб. восьмой вузы (см. таблицу).

При любом другом варианте привлечения вузов к проведению исследований по вышеупомянутой тематике в рамках комплексной программы этот усредненный приведенный интегральный показатель будет ниже, т. е. производство научного продукта на фиксированный объем финансирования будет ниже.

Задачей координации в данном случае является такое распределение финансирования исследований и разработок между вузами, при котором обеспечивается максимально возможная величина «научного продукта» при выделенном объеме финансирования НИР. Предполагается этого достичь путем привлечения к работе вузов с наибольшими из возможных приведенными интегральными показателями.

Вышеупомянутый показатель является величиной, зависящей не только от организации научно-исследовательской деятельности, но и от уровня материально-технического обеспечения исследований и разработок, квалификации научных сотрудников и профессорско-преподавательского состава, принимающего участие в проведении НИР, метрологического обеспечения НИР и т. д. Поэтому говорить о том, что этот вуз работает лучше, а этот хуже, представляется неправомерным. Решение этого вопроса не входит в задачу данной статьи. При координации исследований предпочтение отдается тем вузам, которые в настоящий период времени обладают более высокими значениями приведенного интегрального показателя, без какого-либо предварительного анализа причин такого явления.

Рассмотренный выше принцип координации представляется вполне приемлемым для предварительного распределения объемов финансирования и выбора вузов с наиболее высокими из числа возможных приведенными интегральными показателями.

Теперь рассмотрим координацию НИР на уровне третьего яруса дерева целей. Сейчас уже предполагается, что отобранные вышерассмотренным способом вузы, имея различные приведенные интегральные показатели по научной тематике признаков третьего яруса, могут успешно проводить исследования по тематике любого из них. В этом случае решается задача оптимального распределения финансирования каждого вуза по всей совокупности признаков третьего яруса, являющихся дополнительными к l -му признаку второго яруса. Данная задача подобна транспортной, только вместо стоимости перевозок выступает приведенный интегральный показатель.

Предположим, что для достижения поставленной цели по Z_l признаку третьего яруса необходим S_{z_l} объем финансирования НИР. Тогда для достижения максимально возможных результатов исследований при S_{z_l} объеме финансирования и участии вузов, отобранных вышерассмотренным способом, необходимо выполнение следующих условий:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^{K'} \sum_{z_l=1}^P K_{jz_l} C_{jz_l} \rightarrow \max \\ \text{при} \quad & \sum_{z_l=1}^P C_{jz_l} \leq C_{jz_l}; \quad \sum_{j=1}^{K'} C_{jz_l} \leq S_{z_l}, \end{aligned}$$

где P — количество признаков третьего яруса, являющихся дополнительными к l -му признаку второго яруса дерева целей; K_{jz_l} — приведенный интегральный показатель j -го вуза по Z_l признаку третьего яруса; C_{jz_l} — объем финансирования исследований j -го вуза по Z_l признаку третьего яруса, при котором достигается максимальная величина «полученного продукта» в масштабе научной тематики l -го признака, входящего в состав комплексной программы «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы».

Решив подобным образом вопросы координации исследований по совокупности признаков второго и третьего яруса, можно будет говорить о координации исследований по всей программе, ибо в построенном дереве целей вся тематика признаков третьего яруса охвачена соответствующими признаками второго яруса, которая соответственно полностью входит в состав признаков первого яруса.

Образование в области окружающей среды : материалы первой Всесоюз. конф. по образованию в области окружающей среды, (3-6 июля 1979 г., Минск). – Москва : ВИНТИ, 1980.

Ю. С. Васильев

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ МИНВУЗА РСФСР

Всенародное дело охраны окружающей среды не может решаться без подготовки кадров с высшим образованием и специалистов высшей квалификации — докторов и кандидатов наук.

В 1974 г. в порядке эксперимента в Минвузе РСФСР была создана комплексная программа «Человек и биосфера». Эксперимент полностью оправдал себя. За прошедшие пять лет объединения большой группы вузов для выполнения единой программы получило дальнейшее развитие.

Основные задачи программы формулируются так:

- организация и проведение НИР в вузах по единому плану,
- интеграция усилий вузовских коллективов и материальных ресурсов на главных направлениях программы,
- совершенствование системы организации и управления научными работами,
- улучшение подготовки специалистов в области рационального использования и охраны окружающей среды,
- разработка учебных программ, учебников и учебных пособий,
- организация и проведение всероссийских и региональных конференций по тематике программ,
- издание межвузовских сборников научных трудов.

В основу формирования нашей программы Минвузом РСФСР были положены принципы программно-целевого планирования и организации работ. Это означает наличие конкретных взаимосвязанных целей, достигаемых за определенное время. Для достижения цели работ планируются фундаментальные и прикладные исследования, опытно-конструкторские разработки и изготовление опытных образцов. Кроме того, проводится научно-техническая помощь при внедрении результатов НИР в народное хозяйство и подготовка кадров для организации серийного производства того или иного образца продукции. Программа имеет мобильный коллектив исполнителей из

сотрудников различных вузов, объединяемых на период решения поставленных задач. В число исполнителей включаются научно-педагогические сотрудники, аспиранты и студенты.

Объединять деятельность вузов на междисциплинарной основе в рамках единой программы было довольно сложно. Мы столкнулись с необходимостью преодолеть традиционную систему решения научных задач коллективами отдельных кафедр. Потребовалось время для преодоления психологического барьера и убеждения в необходимости ломки узкоспециальных (кафедральных) рамок. Теперь вузы, входящие в программу, убедились, что решение крупных фундаментальных и прикладных проблем защиты биосферы от негативных последствий антропогенного воздействия возможно только совместными усилиями ученых различных специальностей: биологов, технологов, социологов, строителей и др. Каждый временный коллектив программы имеет четкую организационную структуру, свой статус, определяемый соответствующими положениями и приказом министра. Назначаются головные вузы по программе и ее частям.

Опыт функционирования целевой программы свидетельствует о том, что вузовские коллективы с успехом могут решать межотраслевые научные проблемы.

Группой вузов завершены комплексные исследования по новым способам сжигания топлива, которые снижают содержание токсических и канцерогенных веществ в выбросах выхлопных газов и дымовых труб, и ряду заинтересованных министерств направлены предложения по внедрению этих способов. Рядом вузов в соответствии с планом программы проводятся крупные исследования по созданию лекарственных средств. Ленинградской лесотехнической академией совместно с Ленинградским инженерно-строительным институтом разработан и внедрен в производство новый метод комплексной утилизации древесных отходов для получения древесных плит и пластиков. Можно было бы привести множество примеров, подтверждающих целесообразность перехода к целевым программам.

К положительным сторонам такой формы организации НИР в Минвузе РСФСР следует отнести: сокращение сроков перехода от фундаментальных исследований к прикладным НИР и опытно-конструкторским разработкам; повышение уровня научных разработок вузов периферийных городов до уровня ведущих вузов страны; укрупнение тематики и исключение из планов второстепенных вопросов; повышение экономической эффективности результатов НИР.

Развертывание научных исследований по программе в значительной мере способствует повышению качества подготовки специалистов в вузах, росту квалификации преподавателей, подготовке кадров по новым специальностям. По рациональному природопользованию и охране окружающей среды разработаны теоретические курсы и учебные пособия. Наиболее успешно в этой области работают Ленинградский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности, Ленинградский политехнический институт, Томский университет. Головной совет целевой программы ведет работу по популяризации научных знаний в области охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. / – Ленинград : ЛПИ, 1981. - Вып. 4.

Ю. С. Васильев

ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЕ «ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» В X ПЯТИЛЕТКЕ

Комплексная научно-техническая программа «Человек и окружающая среда» была разработана в 1974 г., в настоящее время она является одной из ведущих в системе Минвуза РСФСР. За прошедшие пять лет объем исследований, выполняемых по программе в вузах Российской Федерации, увеличился почти в 10 раз (рис. 1), а их финансирование в 1980 г. превысило 33 млн. руб. (рис. 2). Примерно 20% этих средств приходится на госбюджетные ассигнования, 80% — на хоздоговорные. Результаты большинства завершенных работ ежегодно внедряются в народное хозяйство. При этом общий экономический эффект, подтвержденный соответствующими актами, уже превысил 2,5 млрд. руб.

По итогам работ, выполненных в соответствии с программой «Человек и окружающая среда», за годы X пятилетки опубликовано более 200 монографий, около 5 тыс. печатных работ, свыше 120 сборников научных трудов, получено около 600 авторских свидетельств, защищено около 100 докторских и более 500

кандидатских диссертаций.

Рассмотрим отдельные наиболее показательные примеры выполнения НИР по каждой из проблем комплексной программы:

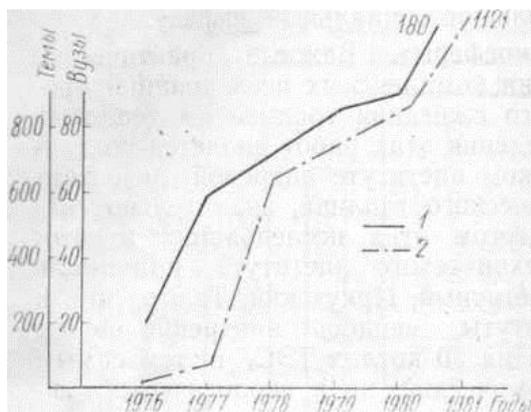


Рис. 1. Объем исследований по программе : 1 – кол-во участвующих вузов; 2 – кол-во выполняемых тем.

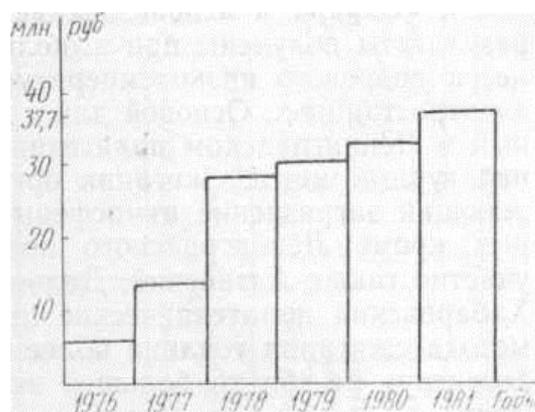


Рис 2. Финансирование программ

1. «Охрана и рациональное использование водных ресурсов суши». Учеными Ленинградского и Томского политехнических институтов, Ленинградского гидрометеорологического и Куйбышевского планового институтов по постановлению ГК НТ успешно проведены совместные исследования, связанные с решением комплексной задачи переброски стока сибирских и северных рек в южные районы страны. Был составлен прогноз изменения элементов руслового режима при изъятии стока в объеме 100 км^3 , изучены закономерности влияния вечной мерзлоты на русловые деформации и разработаны рекомендации по предотвращению неблагоприятных последствий отъема стока. Экономический эффект этих работ составил более 20 млн. руб.

2. «Охрана и рациональное использование земных ресурсов». Сотрудниками Ленинградского политехнического института проведены исследования по разработке новых и усовершенствованию существующих методов рационального складирования отходов обогащения руд предприятий цветной металлургии с учетом природоохранных требований. Объем финансирования исследований, в которых участвовали также Красноярский политехнический и Ленинградский технологический институт имени Ленсовета, за годы X пятилетки превысил 1 млн. руб., а экономический эффект от внедрения их результатов на объектах Минцветмета СССР составил 12 млн. руб.

3. «Охрана и рациональное использование земных недр». В результате комплексных исследований, проводимых совместно Ленинградским горным, Новочеркасским политехническим и Магнитогорским горнометаллургическим институтами, создана и внедрена новая технология подземной разработки рудничных месторождений, обеспечивающая рациональное использование этих месторождений и безопасные условия труда. При этом помимо экономического эффекта, составившего 12 млн. руб., имеется также большой социальный эффект.

4. «Охрана и использование атмосферы». Важные практические результаты получены при выполнении комплексных исследований процесса вихревого низкотемпературного сжигания топлива на тепловых электростанциях. Основой для проведения этих работ является созданный в Ленинградском политехническом институте вихревой низкотемпературный метод сжигания органического топлива, значительно снижающий загрязнение атмосферы. Итогом этих исследований, в которых, кроме Ленинградского политехнического института, принимали участие также Алтайский, Дальневосточный, Иркутский, Таллинский и Хабаровский политехнические институты, явилось внедрение нового метода сжигания топлива более чем на 30 котлах ТЭС, и тем самым достигнут не только большой экономический, но и экологический эффект.

5. «Экологическая технология». В результате внедрения разработок, выполненных совместно Уральским политехническим и Свердловским авиационным институтами, Иркутским университетом, Иркутским институтом народного хозяйства и Уфимским нефтяным институтом и направленных на совершенствование и экологизацию технологических процессов, суммарный народнохозяйственный эффект за годы X пятилетки превысил 400 млн. руб.

6. «Биологические аспекты охраны природы». В Ленинградском и Кемеровском университетах проведены совместные исследования, направленные на разработку биологических методов контроля за состоянием природной среды, которые позволили создать специальные тест-системы для оценки мутагенного действия ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве. Помимо огромного социального эффекта экономический эффект этих работ составил 0,5 млн. руб.

7. «Воспроизводство и рациональное использование лесных ресурсов». Учеными Ленинградской лесотехнической академии и

Брянского технологического института разработаны рекомендации по комплексному уходу за лесом, одна лишь практическая проверка которых дала экономический эффект около 0,5 млн. руб.

8. «Социально-экономические и правовые аспекты охраны окружающей среды». В Московском институте народного хозяйства и Ленинградском горном институте разработаны методические рекомендации и указания по экономической оценке земельных и водных ресурсов и экономическому стимулированию рационального их использования. Экономический эффект от их внедрения составит примерно 3 млн. руб.

Итоги работ по программе «Человек и окружающая среда» в X пятилетке рассматривались в Минвузе СССР, ГКНТ и Президиуме АН СССР и получили высокую оценку. Результаты исследований и весь пятилетний опыт работы по программе убедительно показывают перспективность проблемно-региональной формы организации НИР, являющейся основой программы «Человек и окружающая среда». Такая организация позволяет успешно осуществлять комплексный подход к решению природоохранных проблем в целом с учетом региональных особенностей, и прежде всего при внедрении результатов исследований, а также улучшает контроль за выполнением НИР.

Применение программно-целевого метода, позволяющего существенно повысить эффективность научных исследований по использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, отражает экономическую стратегию КПСС, сформулированную в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года».

В целях дальнейшего развития в вузах страны научно-исследовательских работ по охране и рациональному использованию природных ресурсов, повышения их эффективности, а также концентрации сил на решение наиболее актуальных для народного хозяйства проблем и ускорения внедрения полученных результатов Минвуз СССР принял в 1980 г. решение о формировании в вузах Министерства единой комплексной научно-технической программы «Человек и окружающая среда» на основе действующей в системе Минвуза РСФСР одноименной программы. В соответствии с этим решением контроль за выполнением работ по программе возлагается на хозрасчетное научное объединение Минвуза РСФСР, а обязанности Головной организации сохраняются за Ленинградским политехническим институтом.

В связи с расширением программы структура ее несколько изменилась и пополнилась тремя новыми проблемами, а в ранее существовавших проблемах появились новые разделы (рис. 3).

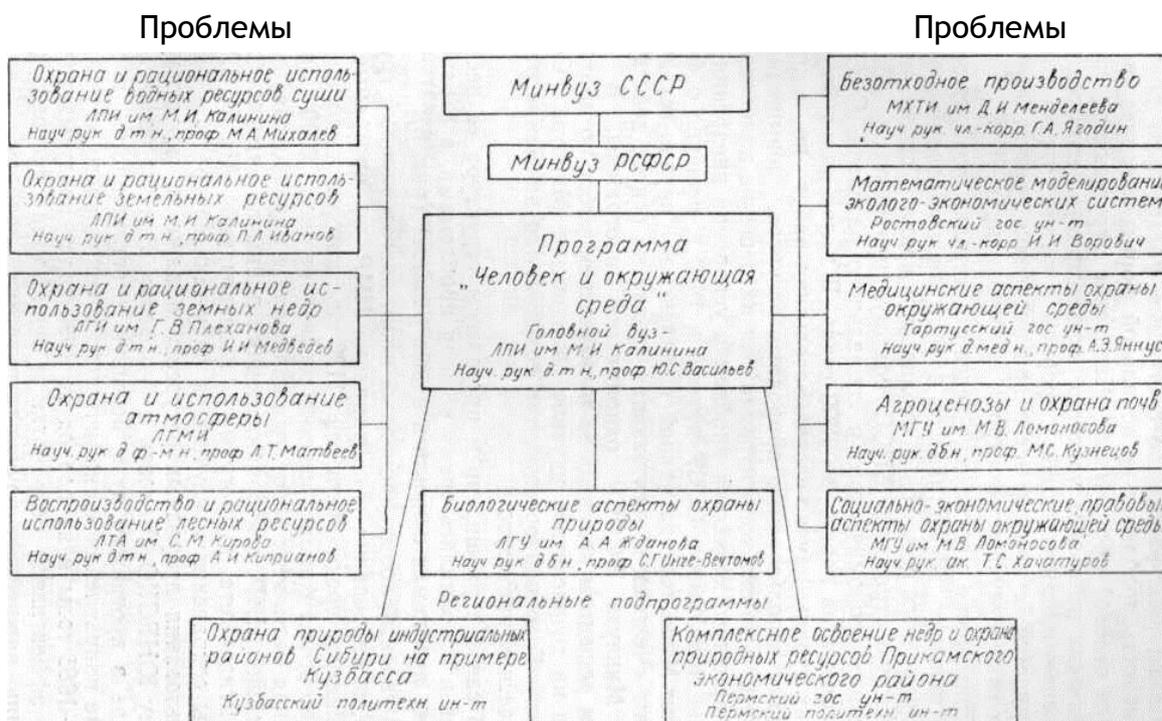


Рис. 3. Проблемно-региональная структура программы Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда»

В сводный координационный план, подготовленный группой управления, планирования и координации НИР по программе «Человек и окружающая среда», включено 1120 тем, которые выполняют 190 вузов страны, объем финансирования составляет около 2000 млн. руб. Определенная часть этих работ уже включена в народнохозяйственный план важнейших НИР, в координационные планы по ряду проблем ГКНТ и Госкомгидромета, в программу исследований АН СССР «Научные основы сохранения и улучшения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов» и даже в международную программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

Все это возлагает на участвующие в программе вузы большую ответственность, поскольку «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года» предусматривают обеспечение эффективной разработки и реализации целевых программ по решению важнейших научно-технических проблем.

Ю. С. Васильев

**КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА
«ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»
И ПРИРОДООХРАНИТЕЛЬНОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ**

В утвержденных XXVI съездом КПСС «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года» поставлена задача сосредоточить усилия ученых в области естественных и технических наук на решении такой проблемы, как «... изучение строения, состава и эволюции Земли, биосферы, климата, Мирового океана, включая шельф, с целью рационального использования их ресурсов, совершенствования методов прогнозирования погоды и других явлений природы, повышения эффективности мероприятий в области охраны окружающей среды; развитие экологии». Развитие исследований по данной проблеме в организациях Минвуза РСФСР будет способствовать расширению и углублению природоохранительного образования в высших учебных заведениях.

При составлении новых учебных планов и программ на XI пятилетку и последующие годы находят отражение результаты научных разработок, выполненных по комплексной целевой программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы». Результаты фундаментальных и прикладных исследований по рациональному использованию и охране окружающей среды, завершенных в вузах, участниках целевой программы, эффективно содействуют делу природоохранительного просвещения в стране. Об этом говорилось на первой Всесоюзной конференции по образованию в области окружающей среды, которая состоялась в Минске в 1979 году и рекомендации которой успешно реализуются.

Природоохранительное просвещение в высших учебных заведениях Минвуза РСФСР получило стройную систему и осуществляется при обучении всех студентов. В настоящее время подготовка специалистов по природоохранительному направлению дифференцируется на три группы:

1. Специалисты по защите среды от загрязнений и рациональному

природопользованию. В учебных планах для обучения студентов по охране природы имеется ряд общенаучных и профилирующих дисциплин. Вопросы охраны окружающей среды студенты соответствующих вузов изучают в большом объеме. В СССР осуществляется профессиональная подготовка по 20 специальностям в области охраны окружающей среды, что обеспечивает потребности народного хозяйства.

2. Специалисты, прямо или косвенно в своей практической деятельности оказывают воздействие на природную среду или здоровье человека. Общее число часов по вопросам природоохранительного характера в зависимости от профиля подготовки колеблется в значительных пределах.

3. Специалисты, которым рассматриваемая проблема необходима для повышения общеобразовательного уровня и формирования марксистско-ленинского мировоззрения.

Кроме того, в ряде вузов имеются факультеты или курсы, на которых ведется переподготовка специалистов с высшим образованием со специализацией в области охраны окружающей среды.

Важное место в решении государственной задачи по охране природы и комплексному использованию ее богатств принадлежит экологам. В нашей стране подготовка специальных кадров в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов осуществляется главным образом в университетах. Известно, что каждый специалист в процессе трудовой деятельности участвует в многообразных формах активного или пассивного взаимодействия с природной средой, поэтому при подготовке кадров ставятся две основные задачи, а именно: 1) природоохранительное просвещение всех обучающихся и воспитание чувства бережного отношения к природе; 2) профессиональная подготовка специалистов, которые в процессе трудовой деятельности будут связаны с непосредственным воздействием на природу и, следовательно, с природоохранной деятельностью.

При решении первой задачи образование в области охраны окружающей среды в высших учебных заведениях рассматривается как принцип, при котором все дисциплины учебного плана пронизываются идеей охраны природы, что позволяет дать целостное представление об окружающей среде, вооружает будущих специалистов знаниями эффективных методов воздействия на нее и умением оценить влияние этого воздействия. Совершенствование подготовки молодежи к

рациональному пользованию природными богатствами предполагает мировоззренческий аспект: за время обучения студентов в вузе их знания в области охраны природы должны перерасти в осознанные убеждения и составить неотъемлемое звено их научного мировоззрения.

В настоящее время разработаны программы экологической подготовки специалистов практически для каждой из вузовских специальностей. Эти программы определяют не только содержание и объем особых экологических дисциплин, не закрепляют за другими дисциплинами учебных планов обязательные темы и разделы, рекомендуют для изучения и практической проработки дополнительные вопросы и материалы, отражающие специфические особенности каждой из специальностей. Так, например, в Ленинградском политехническом институте имени М. И. Калинина представление о значении проблемы охраны природной среды студенты получают в начале процесса обучения — из вводного курса «Введение в специальность», в который включен специальный раздел «Охрана природы». В дальнейшем для студентов специальностей «Двигатели внутреннего сгорания», «Реактор- и парогенераторостроение», «Тепловые электрические станции», «Строительные и дорожные машины», «Использование водной энергии» и др. читаются разделы в спецкурсах, связанные с вопросами охраны природы.

Профессиональная подготовка специалистов с высшим и средним специальным образованием в области охраны окружающей среды в зависимости от ее глубины и степени приложения имеет четыре уровня. Три из них: специальность, специализация и профилирование — уровни подготовки специалистов, которые должны непосредственно заниматься решением проблем охраны окружающей среды. На четвертом уровне осуществляется обучение специалистов, которые будут иметь отношение в процессе своей деятельности к этим проблемам.

На уровне специальности функционирует общегосударственная система планирования подготовки специалистов и их распределения в народном хозяйстве. Например, по специальностям «Улавливание и утилизация пылей и газов», «Рациональное использование водных ресурсов и обезвреживание водных стоков», «Технология рекуперации вторичных материалов промышленности» будущие инженеры получают углубленные знания в области экологии, управления качеством окружающей среды, организации безотходных и малоотходных

производств, а также по технике и технологии очистки и переработки газообразных, жидких и твердых отходов.

На уровне специализации ведется подготовка более узких специалистов, в том числе на стыках наук. Так, в рамках специальностей «Биология» и «География» по специализации «Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы» осуществляется подготовка биогеоэкологов, владеющих знаниями в области охраны окружающей среды и умеющих решать проблемы развития хозяйства отдельных регионов и государства в целом в сочетании с интересами сохранения и эволюционирования всего природного комплекса. Такие специалисты с фундаментальной подготовкой в области экологии природных систем направляются в органы планирования и государственной службы наблюдения и контроля за состоянием природной среды.

На уровне профилирования в процессе подготовки студентов, наряду с обязательными, используются также и дополнительные знания за счет подбора соответствующих тематик курсовых, выпускных работ и всех видов практик.

На начальном этапе подготовки специалистов в области охраны окружающей среды было сконцентрировано внимание на источниках загрязнения, их классификации, способах борьбы с загрязнением применительно к специальности. Сейчас наметился переход от пропаганды проблем охраны природы, рационального использования природных ресурсов, изучения источников загрязнения и способов защиты природных объектов к обучению, проектированию и управлению окружающей средой. В связи с новыми задачами изменилось содержание профессиональной подготовки специалистов технологического профиля. Они овладевают методами технико-экономического и правового анализа влияния производства в целом и его отдельных составляющих на экологическую систему, реставрации нарушений среды и моделирования безотходных и малоотходных технологий, проектирования и эксплуатации экологически замкнутого предприятия, утилизации или рекуперации отходов и т. д.

Существенный вклад в дело повышения уровня подготовки специалистов и квалификации научно-педагогических кадров вносят проводимые в вузах научные и научно-технические исследования по проблемам охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Глубокие исследования в этой области часто завершаются подготовкой кандидатских и докторских диссертаций.

В процессе обучения в высших учебных заведениях Минвуза РСФСР широкое распространение получили курсовые и дипломные работы по природоохранной тематике. Различные аспекты рационального использования природных ресурсов изучаются студентами во время учебной и производственной практик и выпускниками вузов в процессе стажировки. Большая роль в подготовке специалистов отводится активному привлечению студентов к выполнению хоздоговорных работ, связанных с проблемами охраны природы, что позволяет им приобрести необходимые практические навыки.

Активное участие преподавателей, аспирантов и студентов в научно-исследовательской работе по комплексной программе «Человек и окружающая среда» будет способствовать повышению качества учебного процесса в области природоохранительного образования.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. / ЛГТУ. – Ленинград, 1991. - Вып. 14.

Ю. С. Васильев

ИТОГИ РАБОТЫ ПО КОМПЛЕКСНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ «ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

Рассматриваются итоги выполнения НИР вузов, участвующих в комплексной научно-технической программе «Человек и окружающая среда». Приводятся примеры наиболее эффективного выполнения НИР по различным проблемам.

В решении проблем охраны и оздоровления окружающей среды важная роль отводится высшей школе. Комплексная научно-техническая программа «Человек и окружающая среда» позволила эффективно использовать научный потенциал вузов, объединив вузовские коллективы для решения важнейших народнохозяйственных задач в области природопользования.

Ленинградский государственный технический университет с 1975 по 1991 г. является головным вузом по комплексной научно-технической программе «Человек и окружающая среда», сформированной в Минвузе РСФСР с целью более эффективного

использования научного потенциала вузов для решения важнейших научно-технических проблем в области природопользования и совершенствования экологической подготовки специалистов.

Исследования в программе ведутся по 11 проблемам, каждую из которых представляет вуз с научным руководителем. По итогам работ опубликовано свыше 200 монографий, получено свыше 1000 авторских свидетельств, более 60 патентов, защищено свыше 100 докторских и 800 кандидатских диссертаций; около 100 работ, выполненных в рамках программы, отмечены дипломами и медалями ВДНХ СССР, ряд из них удостоен премий Госкомобразования СССР.

Значительное количество работ было включено в ряд целевых программ ГКНТ, АН СССР, Госкомгидромета и многих отраслевых министерств, причем свыше 150 работ вошло в международную программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАВ) и в программу ООН по окружающей среде (ЮНЕП), в результате чего финансирование программы в XII пятилетке обеспечивалось госбюджетным ассигнованием Минвуза СССР и союзных республик лишь на 20%, а на 80% за счет средств, полученных по хоздоговорам от различных организаций с привлечением средств отраслевых министерств как республиканского, так и союзного значения.

В Ленинградском государственном техническом университете и Ленинградском горном институте (проблема «Охрана и рациональное использование земельных ресурсов» — научный руководитель д. т. н., проф. П. Л. Иванов, ЛГТУ) разработаны методы строительства и расчета устойчивости хвостохранилищ для предприятий горно-обогатительного профиля и цветной металлургии с учетом минимума изъятия земель из народнохозяйственного оборота в сложных геологических и сейсмических условиях Урала, Карпат и горных районов Средней Азии.

В Воронежском (научный руководитель — д. г. н., проф. Ф. М. Мильков) и Уральском (научный руководитель — к. б. н., директор БС УрГУ Н. Ф. Баулина) госуниверситетах разработаны эффективные методы рекультивации земель, нарушенных предприятиями горнодобывающей (Курская магнитная аномалия) и горноперерабатывающей (Свердловская и Челябинская области) промышленности.

В Ленинградском государственном техническом университете, головном вузе по проблеме «Охрана и рациональное использование водных ресурсов суши» (научный руководитель д.т.н., проф. М. А.

Михалев), завершены исследования по разработке научно-технических принципов управления качеством водной системы р. Нева — Невская губа — восточная часть Финского залива. На основании анализа проблем формирования качества воды в системе структуры водоохранного комплекса, оценки его эффективности разработаны рекомендации по обоснованию стратегии управления качеством воды и выбору вариантов развития водоохранного комплекса данной водной системы.

Интересные исследования, проводимые учеными Ленинградской лесотехнической академии под руководством д.т.н., проф. А. И. Киприанова, по повышению урожайности пшеницы в условиях Ленинградской области. В качестве одного из способов решения этой важной народнохозяйственной задачи предлагается стимулятор роста, полученный на основе отработанных щелоков сульфатно-целлюлозного производства. Использование препаратов, основанных на черном сульфатном щелоке, для предпосевной обработки семян пшеницы в делячных опытах обеспечило повышение урожайности на 10—35%, что свидетельствует о существенности обеспечиваемого ими стимулирующего эффекта.

Поскольку экспериментирование с экосистемами недопустимо, а лабораторное их моделирование невозможно, единственный путь прогнозирования — математические модели, компьютерные эксперименты. Они успешно применяются в планировании природоохранных мероприятий, в оценке экологических последствий реализации технических проектов.

В Ростовском государственном университете — головном вузе по проблеме «Математическое моделирование эколого-экономических систем» (научный руководитель академик И. И. Ворович), в НИИМ и ПМ разработан ряд моделей. Это — математические модели экосистемы Азовского моря, одно из назначений которых заключалось в экологической экспертизе крупных сооружений в морском бассейне; экосистемы озера Байкал, которые позволяют дать оценку допустимой биогенной нагрузки на озеро. Это — эколого-экономическая модель курортной зоны, дающей возможность оценки перспективы курортов Геленджик и Сочи. Это — модель водно-солевого режима орошаемой территории и урожайности сельскохозяйственных культур на засоленных почвах для анализа мелиоративного состояния и стратегии реконструкции земель Ростовской области, а также оценки последствий

развития орошения в Калмыкии на базе проектируемого канала Волга — Чограй.

В Пермском государственном университете (научный руководитель д. г. и., проф. Ю. М. Матарзин) на основе системного подхода разработана теория функционирования внутриводоемных процессов. По данным комплексных экологических исследований составлена их структурно-функциональная схема, которая является методологической основой оценки полученных результатов и постановки новых задач, возникающих в процессе эксплуатации существующих и проектируемых искусственных водоемов. Выделены основные части экосистемы водохранилищ на разных иерархических уровнях, установлена связь между ними. Дается вывод о необходимости вариантных прогнозов с учетом абиотических факторов как при оценке современных, так и на перспективу в связи с возможным изменением планов эксплуатации водохранилищ в соответствии с требованиями участников водохозяйственного комплекса.

Для управления исследованиями и разработками вузов в ЛГТУ создана и введена в эксплуатацию информационно-поисковая система (ИПС), представляющая массив данных и рефератов НИР. База данных содержит сведения о вузовских разработках, собранных, подготовленных и обобщенных сотрудниками группы планирования и координации НИР по программе в соответствии с утвержденной проблемной структурой. ИПС позволяет осуществить поиск по различным, сформулированным целевым образом запросам, затраты времени на которые не превышают нескольких секунд.

Положительно оценила деятельность программы «Человек и окружающая среда» и ее Головного совета специальная межведомственная комиссия, отметившая, что полученные результаты показывают жизнеспособность и перспективность программно-целевой организации природоохранных исследований в системе высшей школы, а использование при этом проблемно-регионального принципа позволяет успешно сочетать комплексный подход к решению экологических проблем с учетом региональных особенностей, что крайне важно при внедрении результатов исследований. Кроме того, отмечено, что в ходе выполнения работ по программе практически полностью исключен параллелизм в работе вузов, улучшено управление исследованиями и их информационное обеспечение путем создания специальной информационно-поисковой системы НИР;

обеспечена интеграция усилий, а также материально-технических ресурсов вузов для решения наиболее важных и актуальных задач; организованы межвузовские проблемно и регионально ориентированные научно-исследовательские комплексы; обеспечено организационное единство научных исследований и учебного процесса разработки на базе ведущих вузов и внедрения планов непрерывной экологической подготовки студентов; повышена эффективность пропаганды важнейших научно-технических достижений вузов и налажено их тесное сотрудничество с головными организациями ведущих отраслей народного хозяйства при решении проблем природопользования.

Безопасность и экология Санкт-Петербурга : тез. докл. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 1999. – Ч. 1.

Ю. С. Васильев

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЭКОЛОГИИ

В докладе рассматриваются этапы развития проблем безопасности и экологии при подготовке инженерных кадров. Отмечается, что в современной парадигме высшего образования существует два направления: 1) вопросы безопасности и экологии излагаются дифференцированно для каждой инженерной специальности и 2) они - унифицированы. Кроме того за последние годы сформировался ряд специальностей, в которых основной упор делается на подготовку профессионалов в области безопасности жизнедеятельности и рационального природопользования.

Приводятся примеры учебных планов и программ, разработанных в СПбГТУ для подготовки специалистов по этим направлениям. Акцент делается на формирование новых научных школ в области безопасности и экологии.

Следует отметить, что в Санкт-Петербургском государственном техническом университете с момента его основания в рамках политехнического образования уделялось большое внимание вопросам обеспечения безопасности труда, рационального отношения к окружающей среде. Еще в 1904 году впервые в России был введен курс техники безопасности, а через два года началась подготовка фабричных инспекторов по условиям труда. В дальнейшем появились новые кафедры и научные

школы по охране окружающей среды, радиационной безопасности человека и среды обитания, безопасности производственных процессов. В 1996 году создана первая в российских вузах кафедра по управлению и защите в чрезвычайных ситуациях, где будет организован выпуск специалистов в первую очередь для Северо-Западного региона.

Появился в системе СПбГТУ факультет медицинской физики и биоинженерии, готовящий специалистов по разработке и эксплуатации медицинского оборудования, а также новых технических методов диагностики и лечения различных болезней. Оформились кафедры по информационной безопасности и электронным средствам защиты. На обсуждение выносятся вопросы развития в технических университетах военно-технического образования и безопасности в широком смысле слова, включающей аспекты национальной, военной, экономической, информационной, социальной и других видов безопасности. Обучение предполагается проводить как по дневной форме, так и в виде поствузовского образования.

Гуманизм и забота о человеке всегда были свойственны ученым-политехникам. Ведущие профессора Петербургского политехнического В. Л. Кирпичев, А. А. Радциг, М.А. Шателен, В. Е. Грум-Гржимайло, И. Е. Есьман и другие первыми в России рассмотрели проблемы охраны жизни и здоровья рабочих, вопросы профилактики аварий и травматизма при эксплуатации различного оборудования. Ученые и выпускники Политеха, такие как Ю. Б. Харитон, И. В. Курчатов, М. И. Кошкин и многие другие, внесли огромный вклад в обороноспособность и безопасность страны, создание ядерного щита.

Научно-технический прогресс, урбанизация общества обострили многие проблемы человеческой жизни, что нашло отражение, как в научной деятельности, так и постановке новых разделов и курсов в учебном процессе, создании новых специальностей. В частности, появление курса БЖД в учебных планах всех направлений явилось логическим развитием предметов по безопасности: от техники безопасности и противопожарной техники (в 1938 году) к охране труда с включением производственной санитарии (в 1964 году), а от нее к безопасности жизнедеятельности (в 1991 году). Это обусловлено тем, что на производстве погибает и травмируется лишь небольшая часть из общего количества потерпевших, а будущим специалистам необходимо сформировать мировоззрение безопасного поведения не только на рабочем месте, но и выработать стереотип бережного отношения к своему здоровью, к окружающим, к среде обитания в любых условиях жизни и деятельности.

В 60-80-ые годы в высшем профессиональном образовании появился цикл предметов по охране окружающей среды, системообразующим среди

которых стал курс экологии. Просматривается тесная связь экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности, начиная от факторов, негативно воздействующих на человека и природную среду, и кончая единообразными методами и средствами защиты от них.

В настоящее время инженерное образование по безопасности и экологии формируется как область знаний, занимающаяся прежде всего техносферной безопасностью, включающей три направления: безопасность жизнедеятельности, защита окружающей среды и рациональное природопользование, защита в чрезвычайных ситуациях. В основу учебных планов специальностей этого профиля вошли положения устойчивого развития общества, теории техногенных рисков и другие современные представления об опасностях окружающего мира и оптимальных способах защиты.

В связи со 100-летием со дня основания СПбГТУ в докладе показана роль этого вуза в становлении и развитии высшего образования в России и странах СНГ.

Экологические проблемы и пути их решения в XXI веке : Образование, наука, техника : тр. Междунар. науч.-техн. конф. 10-12 окт. 2000 г. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000.

Ю.С. Васильев, М.П. Федоров, Л.Н. Блинов

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

До недавнего времени одним из главных факторов медленного темпа изменения экологической ситуации в Российской Федерации являлось отсутствие четкой стратегии обеспечения экологической безопасности страны, а также достаточного количества квалифицированных экологических кадров, способных обеспечить реальное проведение в жизнь конкретных решений. Совершенно ясно, что пока в стране не будет достигнута “критическая масса” таких экологически грамотных специалистов самых разных специальностей, трудно ожидать существенных сдвигов в решении экологических проблем даже при наличии экономических предпосылок.

В последнее время ситуация стала меняться. Как известно 17 декабря 1997 года Президентом Российской Федерации была подписана

«Концепция национальной безопасности России». В преамбуле указанной Концепции подчеркивается, что она представляет собой изложение “совокупности официально принятых взглядов на цели и государственную стратегию в области обеспечения безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз политического, экономического, социального, военного, техногенного, экологического, информационного и иного характера с учетом имеющихся ресурсов и возможностей”.

Следует особо подчеркнуть, что, пожалуй, впервые в документе такого уровня прописана экологическая безопасность как составная часть национальной безопасности страны. Более того, обеспечение экологической безопасности, обеспечение жизнедеятельности населения в техногенно безопасном и экологически чистом мире признается одной из важнейших приоритетных задач обеспечения всей национальной безопасности России.

В целом экологическая безопасность является органичной составляющей всей системы безопасности, взаимосвязана с другими подсистемами, влияет на их состояние, динамику развития. Схема наиболее значимых составляющих (аспектов) безопасности приведена ниже.

Для решения экологических проблем необходимы кадры. В данном случае действительно можно сказать, что кадры и их подготовка решают все. Качество подготовки кадров, качество образования определяет и уровень решения проблем, в том числе экологических.

Особое значение качество высшего образования приобретает для выпускников ведущих технических вузов, в значительной мере призванных определить уровень технических, технологических, а значит и экологически обоснованных решений. К числу таких вузов относятся МГТУ им Баумана, МФТИ, УПИ, Санкт-Петербургский государственный технический университет (ранее Политехнический институт) и некоторые другие. Выпускников таких вузов традиционно отличал высокий уровень подготовки. Составной и неотъемлемой частью такой подготовки должна быть и ее экологическая составляющая. В докладе приводится опыт работы СПбГТУ по подготовке кадров для решения различных проблем, в том числе экологических.

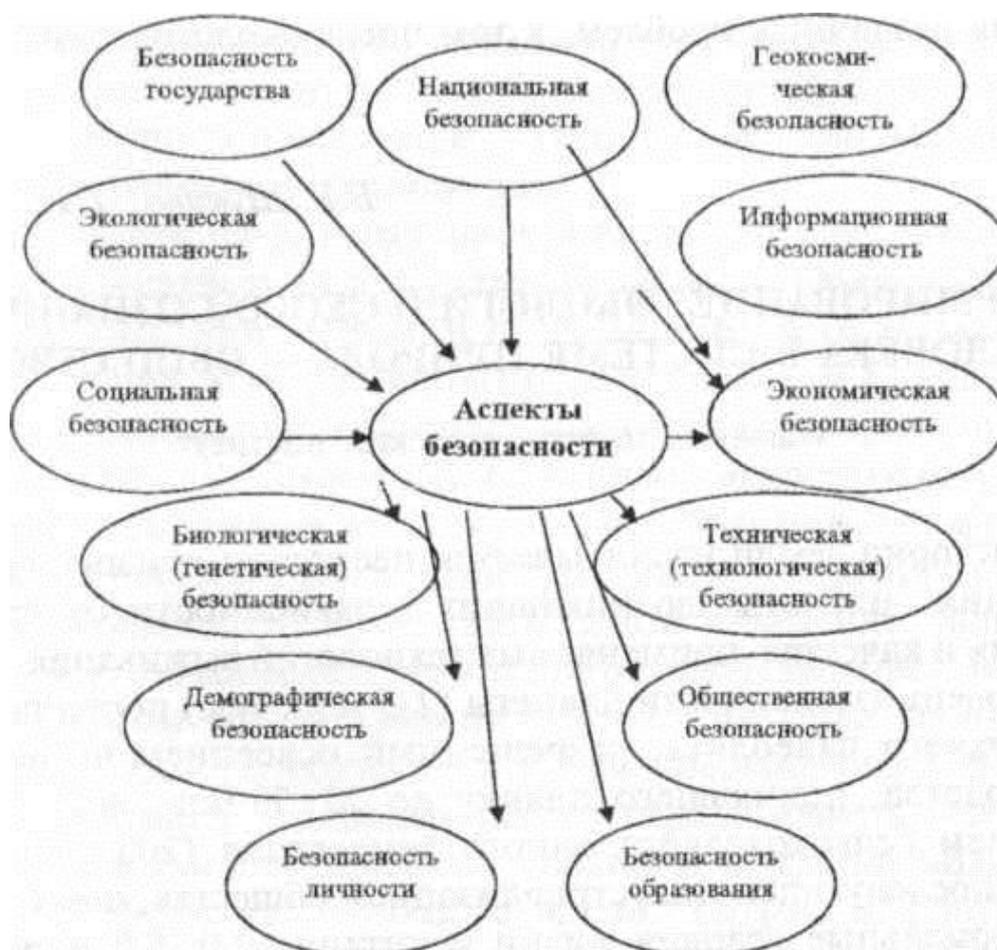


Схема наиболее значимых составляющих (аспектов) безопасности

Высокие интеллектуальные технологии образования и науки : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. 28 февр. – 1 марта 2003 г. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2003.

ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ И ПРОГНОЗ ПОТРЕБНОСТИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ

Васильев Ю. С., Федоров М. П., Чусов А. Н.

Охрана окружающей среды является одной из наиболее важных задач, встающих перед мировым сообществом в новом тысячелетии. В условиях обострения глобальных проблем человечества образование в сфере охраны окружающей среды сегодня рассматривается как критический инструмент для борьбы с экологическими проблемами, а отсутствие его - как причина того, что многие проблемы охраны

окружающей среды остаются без внимания.

Экологическое образование в технических университетах должно осуществляться комплексно, в тесной связи с физическим, химическим, инженерно-техническим, экономическим, юридическим и гуманитарным образованием в процессе изучения всех общенаучных и общинженерных дисциплин, в той или иной степени затрагивающих различные аспекты природопользования. Очевидно, что в формировании экологического мышления наряду с фундаментальными техническими и естественными науками важную роль должны играть дисциплины экономико-организационно-управленческого цикла, а также гуманитарные и социальные науки. Аналогично, навыки практической экологии должны прививаться параллельно и во взаимодействии с инженерно-техническими дисциплинами.

Важным этапом в формировании новых подходов в экологическом образовании стало открытие в технических университетах специальности 330200 - инженерная защита окружающей среды по различным отраслям хозяйственной деятельности человечества, в основу которой положен принцип непрерывного экологического образования для инженерных специальностей. Образовательная программа специальности 330200 обеспечивает формирование у студентов инженерных специальностей подлинно системного мышления, способности понимать функционирование экосистем на уровнях от локального до глобального.

Роль гуманитарных кафедр в технических университетах заключается в формировании мышления, основанного на изменении духовности: переориентации сознания, духовных ценностей в рамках рационалистического мировосприятия. Отношение человека к природе - это лишь один из аспектов избранного им способа бытия в мире, определяемого многими факторами. Поэтому изменить произвольным образом отношение человека к природе невозможно. Формирование новой экологической культуры должно опираться, с одной стороны, на накопленные в обществе ценности, а с другой стороны - на осознание факта, что господство технократического мышления неизбежно приведет мировое сообщество к глобальной экологической катастрофе.

Необходимые знания и понятия об основных положениях экологии, структуре биоценозов: закономерностях функционирования экосистем, масштабах антропогенного воздействия на биосферу - будущие инженеры-экологи получают на естественнонаучных кафедрах. Заключительным этапом инженерного экологического образования в вузе становится изучение промышленной и инженерной экологии. Инженер-эколог должен себе ясно представлять все последствия для окружающей среды разработки и

внедрения тех или иных технических идей, т. е. осознавать, какая инженерная деятельность в природно-технической системе экологически приемлема, а какая - экологически неприемлема. Для этого необходимы знания, как тот или иной вид промышленной или хозяйственной деятельности оказывает влияние на окружающую среду, какие могут быть последствия и перспективы при взаимодействии технических систем с природой, какие существуют или могут быть разработаны технические решения для уменьшения вредного влияния уже функционирующих производств. Основная цель инженера-эколога - уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Конечная задача - снизить до минимума экологически неприемлемые виды технологий или промышленной деятельности.

При такого рода подходе к экологическому образованию инженеров-экологов особую роль приобретает взаимодействие кафедр и факультетов в техническом вузе. Изолированное чтение курсов вряд ли даст ощутимый эффект. В этой связи особую роль приобретает курсовое проектирование и лабораторно-экспериментальная подготовка, позволяющая комплексно смоделировать весь процесс подготовки и осуществления инженерного решения и оценить его роль в природно-технической системе.

Вопрос о подготовке инженеров-экологов в техническом университете тесно взаимосвязан с их распределением после окончания вуза, потребностью общества в специалистах такого профиля. В настоящее время таких специалистов два типа: экологи и инженеры-экологи. Одни знают, что нужно в каждом конкретном случае, другие знают, как это выполнить. Специалистов первого типа готовят университеты преимущественно классического типа на факультетах: географическом, биологическом и др. Специалистов второго типа - технические вузы. Если специалисты экологи определяют, что можно и что нельзя делать с природой в каждом конкретном случае на локальном, региональном и глобальном уровнях, авторитетно доводят эти мнения до лиц (организаций), принимающих управленческие решения, то инженеры-экологи обеспечивают каждый по своей специальности соблюдение нормативов, разработанных специалистами первой группы. Нетрудно понять, что инженеров-экологов требуется значительно больше, так как они должны быть практически на каждом крупном предприятии, в проектных институтах, на всех инженерных сооружениях связанных с охраной природы.

Санкт-Петербургский государственный технический университет является ведущим учебным заведением РФ, определяющим прогноз потребности инженеров-экологов в промышленности и экономике РФ, их

подготовке в вузах страны. С этой целью была разработана методика прогноза потребности в специалистах, по которой были проведены расчеты и дана экспертная оценка сводных материалов, выполненных Центром по формированию и конкурсному размещению государственного задания при Минобрнауки РФ на подготовку инженеров-экологов.

Дополнительное изучение прогноза потребности и плана приема в вузы Северо-Запада РФ на основе расчетов показало, что вузы крупных промышленных центров страны не смогут обеспечить специалистами-экологами регионы страны. Сопоставительный анализ количественных данных позволяет говорить о примерном соответствии рассматриваемых показателей разных категорий экологов и о значительном превышении потребности в кадрах по отношению к действующему численному контингенту приема студентов по специальности 330200 - инженерная защита окружающей среды в высшую школу на первый курс.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. – 2003. - № 6
--

*Ю. С. Васильев, академик РАН,
М. П. Федоров, д-р техн. наук, проф.,
Л. Н. Блинов, д-р хим. наук, проф.,*

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СПБГПУ**

Рассмотрен многолетний опыт политехнического университета по подготовке кадров в области экологической безопасности; сформулированы основные подходы к реализации образования в этой области при подготовке кадров для энергетики; указаны основные пути совершенствования экологического образования с учетом реализации основных направлений в современном природопользовании; ограничение вмешательства человека в природную среду и радикальная перестройка технологий.

Под экологической безопасностью чаще всего понимают состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства, а также окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий

на нее; положение, при котором отсутствует угроза нанесения ущерба природной среде и здоровью населения [8].

Согласно "Концепции национальной безопасности Российской Федерации" к числу приоритетных направлений в области обеспечения экологической безопасности относятся:

- борьба с загрязнением природной среды за счет повышения степени безопасности технологий, связанных с захоронением и утилизацией токсичных промышленных и бытовых отходов;
- борьба с радиоактивным загрязнением;
- создание экологически чистых технологий;
- рациональное использование природных ресурсов.

Для решения этих и других экологических проблем необходимы кадры. Качество их подготовки и качество образования определяют уровень решения этих экологических проблем в экономике.

Особое значение качество высшего образования приобретает для выпускников ведущих технических вузов, в значительной мере призванных определять уровень технических, технологических, а в наше время и экологически обоснованных решений. Помимо всего прочего, это определяет конкурентную способность на мировом рынке отечественной продукции и ее экологичность. Последняя напрямую зависит от уровня развития науки и техники. В каждой развитой стране мира имеется достаточно большое количество вузов и университетов, обеспечивающих ее потребности в специалистах самого различного, в том числе технического, профиля. Однако, в любой из стран имеется и небольшой круг высших учебных заведений, поставляющих элитные кадры (Оксфордский и Кембриджский университеты в Англии, Массачусетский технологический институт в США и др.). Понятно, что престиж подобного рода учебных заведений определяется прежде всего качеством подготовки специалистов, их кругозором, фундаментальностью полученных знаний. При подготовке таких специалистов нельзя пренебрегать ни одной из составляющих высшего образования, среди которых особо выделяется фундаментальная подготовка по базовому комплексу естественно-научных (физика, химия), экологических, экономических, гуманитарных и специальных дисциплин.

Среди технических вузов России всегда существовало небольшое количество учебных заведений, имеющих кадры, базу, научные школы и традиции для подготовки кадров "высшей пробы". К числу таких вузов относятся МГТУ им. Н. Э. Баумана, МФТИ, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет и некоторые другие. Выпускников этих вузов традиционно отличал высокий уровень подготовки,

составной и неотъемлемой частью которой является ее экологическая составляющая.

Остановимся на этом вопросе более подробно. Известно, что согласно "Повестке на XXI век", принятой на конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 г., Рио-де-Жанейро) стратегия устойчивого развития "sustainable development" системы "человек - общество - природа (биосфера)" предусматривает решение проблем, связанных с ростом населения планеты, здоровьем экологических систем, технологиями и доступностью ресурсов, а также благополучием человека как биосоциального существа.

Следует отметить, что одной из важнейших предпосылок устойчивого развития системы "человек - общество - природа" должно быть образование. Только на основе современного образования, интегрирующего обучение, воспитание и развитие, включающего в себя как составную часть опережающее экологическое образование, возможно не только готовить кадры для решения экологических проблем, но и вырастить поколение землян, обладающих новым мировоззрением, способных решать социальные, экономические и экологические проблемы в их интегральной взаимосвязи, в локальных и глобальных проявлениях. Ибо на сегодняшний день мало сказать, что материалы, машины, механизмы и технологии XX века губительны для XXI века. Губительно и существующее мировоззрение, мироощущение большинства людей и в первую очередь специалистов технических специальностей, создателей техносферы. Мировоззрение же формируется образованием. В конечном итоге именно образование является составной предпосылкой наличия в стране культурного и интеллигентного общества, способного не только видеть экологические проблемы, но и готового их решать. Об этом хорошо сказал академик Н.Н. Моисеев: "Повторяю еще раз фразу, которую я в той или иной форме говорю всегда, когда речь заходит об образовании: преодолеть современные, а тем более грядущие экологические трудности, выжить в современных условиях, решить проблемы "sustainable development" сможет только по-настоящему интеллигентное общество".

Являясь, как было указано выше, одной из предпосылок устойчивого развития системы "человек - общество - природа", образование и само должно устойчиво развиваться. В целом, устойчивое развитие образовательных систем можно планировать, формировать и отслеживать по ряду признаков, основными из которых являются:

- стратегическая нацеленность, определяемая устойчивым развитием базовой системы (в нашем случае система "человек - общество - природа");

- тактическая нацеленность, определяемая конкретной образовательной системой, ее национальными традициями, научными школами;
- качество образования.

Основные составляющие качества образования приведены на рис. 1.

Следует также подчеркнуть, что экологическое образование кадров напрямую имеет отношение к экономической безопасности страны, поскольку и от него зависит качество внедрения новых малоотходных и экологически чистых технологий в отечественном производстве и сфере услуг, включающее в себя и долю затрат на научные исследования, и количество подготовленных и привлеченных для исследований научных работников, и уровень технологической дисциплины и профессиональной подготовки (включая экологическую составляющую) инженеров, техников, рабочих.

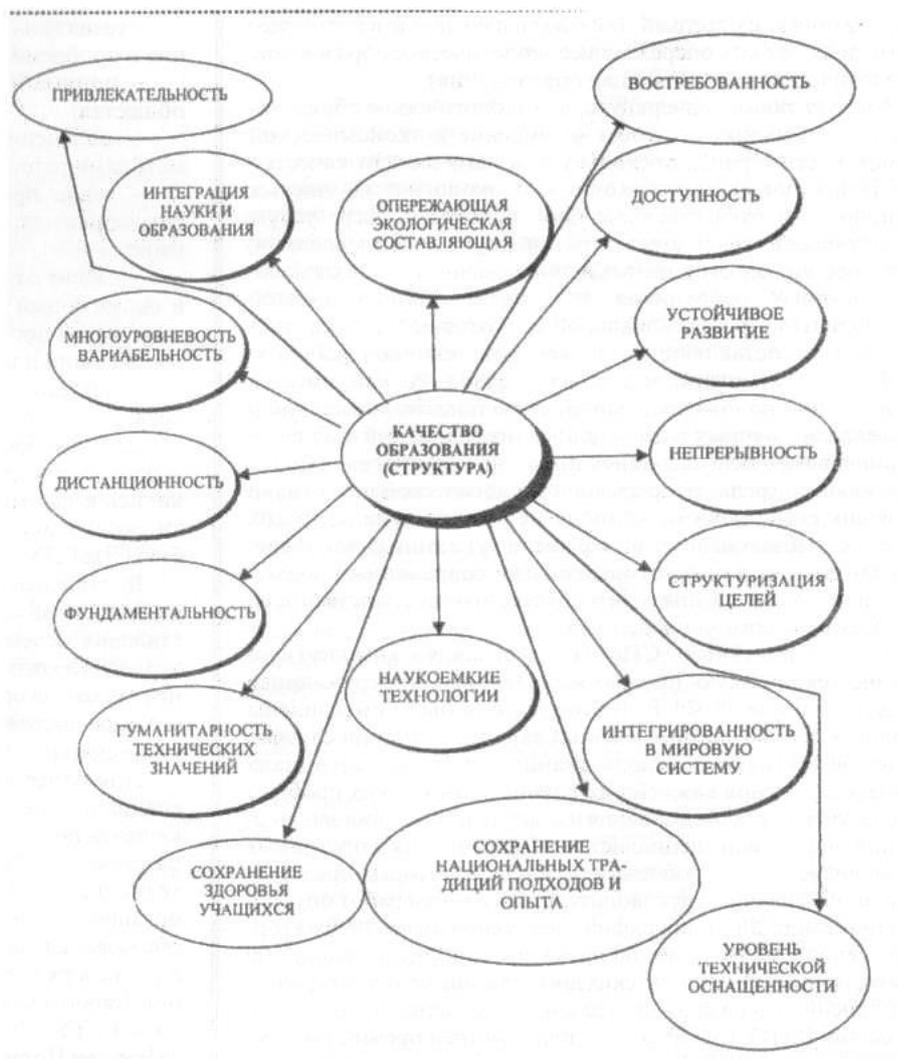


Рис. 1. Основные составляющие качества образования

Следует отметить, что в ряде вузов России имеется многолетний положительный опыт по подготовке кадров и проведению научных и прикладных исследований в области рационального использования

природных ресурсов, охраны окружающей среды, непрерывной экологической подготовки будущих специалистов. Отнюдь не умаляя вклада других высших учебных заведений в решение указанных вопросов, ниже будет изложен некоторый опыт и современный подход к данной тематике Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

С 1975 по 1991 г. СПбГПУ возглавлял комплексную научно-техническую программу "Человек и окружающая среда" Минвуза РСФСР. В этот период были объединены усилия более 200 высших учебных заведений России с целью более эффективного использования научного потенциала вузов для решения важнейших научно-технических проблем в области природопользования и совершенствования экологической подготовки специалистов. Исследования в программе проводились по 11 проблемам, каждую из которых представляли вузы и научные руководители. По итогам работ опубликовано свыше 200 монографий, получено свыше 1000 авторских свидетельств, более 60 патентов, защищено свыше 100 докторских и 800 кандидатских диссертаций. Около 100 работ, выполненных в рамках программы, отмечены дипломами и медалями ВДНХ СССР, ряд из них удостоен премий Госкомобразования СССР. Значительное количество работ было включено в международную программу ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (МАВ) и в программу ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Комплексная научно-техническая программа "Человек и окружающая среда" позволила впервые в России в таких масштабах показать преимущество программно-целевого планирования научных вузовских исследований, давшего возможность осуществить анализ и прогноз экологического состояния природной среды различных регионов, предложить для внедрения новые технологии и технические средства, способствовавшие стабилизации и улучшению экологической обстановки. Кроме того, в рамках выполнения указанной программы были подготовлены тысячи специалистов, обладающих не только экологическими знаниями, но и экологической культурой, экологической компетентностью, многие из которых сейчас успешно работают во многих вузах, НИИ, фирмах, как в нашей стране, так и за рубежом.

В СПбГПУ еще в середине 80-х годов впервые был разработан и внедрен "Комплексный план-программа непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов", рассчитанный на весь период обучения для дневного и вечернего отделений. "Комплексный план-программа" предназначался для использования в учебном процессе преподавателями института. Задачами непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов в то время было:

- сознательное, заинтересованное, ответственное отношение к проблемам окружающей среды;
- понимание диалектической взаимосвязи природы и общества;
- овладение научными основами и практическими методами рационального природопользования;
- ясное представление о современной экологической ситуации и направлениях ее развития в нашей стране и во всем мире;
- умение от общих соображений о бережном отношении к окружающей среде переходить к обоснованным инженерным природоохранным мероприятиям, проводимым при выполнении и реализации любого проекта;
- навыки самообразования по вопросам окружающей среды.

Для углубления и закрепления полученных инженерно-экологических знаний студенты и аспиранты широко привлекались к работе по упомянутой выше программе Минвуза "Человек и окружающая среда", головным вузом по которой был СПбГПУ.

В определенной мере уже тогда, понимая важность решения проблемы экологической безопасности, для осуществления целенаправленной работы по развитию системы экологического и природоохранного образования и воспитания студентов при научно-методическом совете СПбГПУ была создана постоянно действующая секция "Экологическое и природоохранное образование современного инженера".

Для более эффективной работы по решению будущими специалистами проблемы экологической безопасности и качества подготовки кадров в целом в СПбГПУ в 1998 г. была разработана "Концепция экологического образования в техническом университете". Она систематизировала и органично интегрировала многолетний опыт экологического образования, накопленный в СПбГПУ на разных факультетах, а также в ряде технических университетов России и зарубежной Европы (Королевский Технический университет, Стокгольм, ТУ Грац, ТУ Гамбург-Харбург, ТУ Штутгарт, "Миккеви Политехник" и др.), и создала в результате базовый документ, который был положен в основу формирования и совершенствования системы экологического образования в техническом университете. К работе над Концепцией приглашались ведущие специалисты, занимающиеся проблемами экологического образования. В Концепции были сформулированы основные цели и задачи экологического образования в Техническом университете, определено его основное содержание, рассмотрены новые образовательные технологии, дан понятийный аппарат современной инженерной экологии.

Основные цели и задачи экологического образования в техническом университете могут быть сформулированы следующим образом:

- показать гуманитарный характер технических и естественно-научных знаний;
- развить представление о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человека без сохранения биосферы с определенным запасом экологического разнообразия;
- обучить грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, в том числе и его профессиональной деятельностью;
- внедрить новые перспективные "экологически чистые" ресурсо- и энергосберегающие технологии и методы природопользования;
- обеспечить непрерывный, системно-интеграционный характер экологического образования, создающий у будущего специалиста необходимый уровень экологической культуры и экологической компетентности;
- обеспечить возможности для опережающего экологического образования, дающего в дальнейшем протекание своеобразного "образования внутри". Последнее особенно важно, ибо только в том случае можно будет надеяться на устойчивое и гармоничное развитие системы "человек - общество - природа".

Особую роль экологическая составляющая образования приобретает при преподавании специальных дисциплин, при подготовке кадров для конкретной отрасли, где необходимо заниматься не только решением уже существующих экологических проблем, но и недопущением их увеличения, предотвращением появления новых. Покажем это на примере энергетики.

В последнее время проблемы экологической безопасности энергетики растут с развитием самой этой отрасли, все чаще опережая его. Это противоречие становится настолько серьезным, что ставится под сомнение само развитие энергетики. Все чаще звучат предположения о введении всевозможных квот на выбросы, в частности квоты на "парниковые" выбросы. Но даже таким способом проблема все равно не будет решена, это только несколько оттянет экологическую катастрофу. Путь к решению проблемы экологической безопасности энергетики должен опираться на концепцию устойчивого развития, предусматривающую экономический рост за счет внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, использования возобновляющихся источников энергии, создания комплексных энергетических технологий, формирования энергетических природно-технических систем. Каковы же подходы (принципы) к обеспечению

экологической безопасности в энергетике? Остановимся на двух основных. Первый основан на различных лимитах на использование воды, земли и выбросов загрязнений (рис. 2).

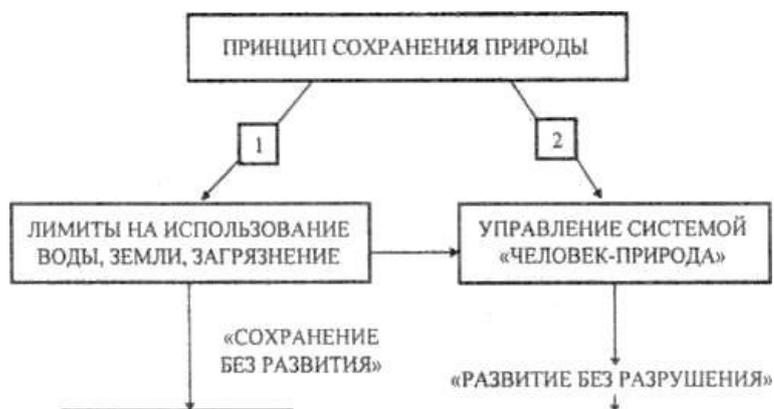


Рис. 2. Принципы охраны природы

Эти лимиты широко используются в инженерной практике, но обладают одним стратегическим недостатком, который можно определить как "сохранение без развития". Система экологических ограничений обладает консервативным свойством и может быть принята как временная мера сохранения природной среды. По мере использования природных ресурсов всегда будет наступать ситуация, останавливающая развитие из-за лимитов. Такой подход скорее отвечает на вопрос, что нельзя делать, и не дает ответа, в каком направлении надо двигаться.

Второй подход основан на формировании и управлении новых систем "человек - природа", когда технический объект является элементом природно-технической системы (ПТС). Такая система может быть определена как система взаимодействия природного и технического объектов в интересах использования и сохранения природной среды. В природнотехнической системе экологический фактор приобретает значение критерия в отличие от роли ограничения при лимитном принципе. Лимиты на использование природных ресурсов используются в этом случае только как способ регулирования. Основной принцип управления ПТС может быть сформулирован как "развитие без разрушения". На рис. 3 показана схема природно-технической системы, состоящей из технического объекта, например электростанции, и природного объекта - участка реки, водохранилища.



Рис. 3. Природно-техническая система

Эта система организована многочисленными связями: прямые связи - потоки энергии и вещества; обратные связи - изменение абиотических факторов (климат, качество воды, почвы и воздуха, гидрологические процессы и др.). Природно-техническая система управляется за счет запаса и обмена информацией, получаемой от экологического мониторинга. Применительно к таким системам может быть сформулирован принцип экологической безопасности - состояние, при котором обеспечивается устойчивое (и гармоничное) взаимодействие человека и природы. Термин "устойчивое взаимодействие" определяет комплекс условий сохранения структуры и функционального назначения ПТС под воздействием природных и антропогенных факторов. Принцип экологической безопасности может быть положен в основу прогноза состояния системы управления и оптимизации.

Для природно-технических систем и их экологической безопасности важное значение имеет моделирование. Одной из основных конечных целей моделирования ПТС является управление технологическими и экологическими процессами в интересах ее стабилизации или развития. В соответствии с этой целью можно выделить четыре этапа моделирования, которые показаны на рис. 4.



Рис. 4. Этапы моделирования природно-технической системы

В целом, принцип экологической безопасности должен быть основан на устойчивом взаимодействии антропогенных и природных объектов,

которое проявляется (или может проявляться) в экономике, социальных условиях, качестве природной среды и т.п. Результаты функционирования ПТС выступают в роли локальных критериев, которые могут быть объединены в интегральный критерий.

При таком подходе оценкой экологической безопасности будет являться вероятность ПТС сохранять устойчивость под воздействием антропогенных факторов. Первым приближением в этой оценке является вероятность естественных колебаний экологических факторов, определяемая по ряду наблюдений или моделируемая по аналогам. Для малоизученных систем нормируемый уровень вероятности сохранения устойчивого состояния должен не выходить за пределы естественных колебаний. Пополнение информационной базы при длительном мониторинге, создание условий поддержки экосистемы, например, искусственное разведение различных видов растений и животных и т.п., делает возможным пересмотр нормируемых показателей в сторону повышения нагрузки. Дополнительным показателем безопасности является оценка риска потери устойчивости ПТС в результате техногенных катастроф или аварий.

Экологическим образованием инженеров-электриков и энергетиков Санкт-Петербургский политехнический университет занимается более 15 лет. Обучение ведется по двум направлениям:

- 1) подготовка молодых специалистов в течение всего периода учебы в университете;
- 2) переподготовка инженерных кадров как повышение квалификации в области охраны природы по специальным курсам продолжительностью 1...3 месяца.

В настоящее время можно выделить пять этапов экологического образования в техническом университете (рис. 5):



Рис. 5. Этапы экологического образования в СПбГПУ

- 1) естественно-научная база (химия, физика);
- 2) обучение основам экологии как общенаучной дисциплине;

- 3) специальные дисциплины - природоохранные технологии, экологическая безопасность, моделирование экологических процессов, менеджмент и право в охране природы;
- 4) экологический практикум - компьютерные игры, лабораторные анализы, экологические исследования во время практики студентов;
- 5) выполнение специального раздела в дипломном проекте - охрана природы.

Примерный состав учебных блоков и решаемых задач при экологическом образовании специалиста технического профиля показан на рис. 6. В их число должны входить:

- рассмотрение философских основ взаимодействия природы и человека;
- формирование фундаментального "ядра знаний" по таким естественным наукам, как физика, экология, химия окружающей среды, химия атмосферы, гидрохимия, геохимия ландшафта и ряд других;
- формирование фундаментального "ядра знаний" по таким естественным наукам, как физика, экология, химия окружающей среды, химия атмосферы, гидрохимия, геохимия ландшафта и ряд других;

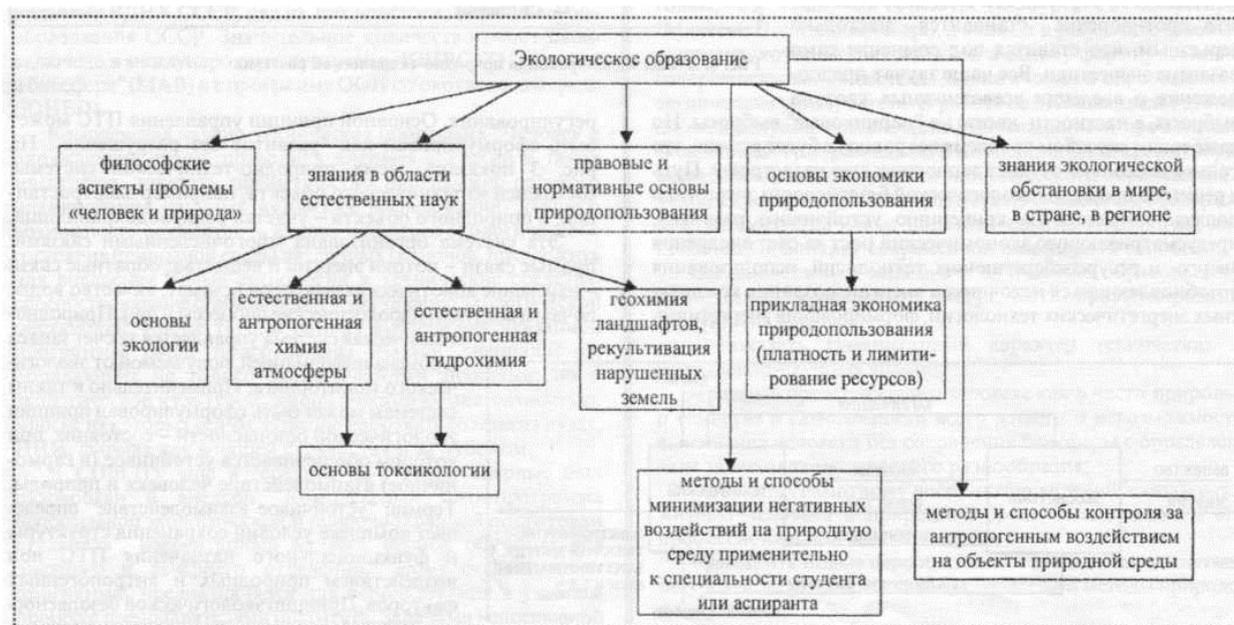


Рис. 6. Содержание экологического образования в техническом вузе

- правовые и нормативные основы природопользования, основы экологического проектирования, экологической экспертизы, экологического права, экологического менеджмента, международных стандартов качества;

- знания экологической обстановки в мире, в России, в Северо-Западном регионе, в Ленинградской области, в Санкт-Петербурге в других крупных мегаполисах;

- основы экономики природопользования (с привлечением прикладных аспектов);

- рассмотрение технологических методов и технических способов минимизации негативных воздействий на природную среду (применительно к специализации студента или аспиранта);

- ознакомление с организацией и конкретными методами мониторинга и контроля за антропогенным воздействием на объекты природной среды.

Основные тенденции современного природопользования могут быть сведены к двум направлениям. Первое направление основано на принципе ограничения вмешательства человека в природную среду. На таком принципе построены модели "ограниченного роста", "пределов управления", "лимитирования развития" и т.п., которые имеют конечной целью уменьшение антропогенного пресса на биосферу в результате ограничения хозяйственной деятельности человека. В качестве критериев оценки состояния среды при данном подходе используются многочисленные ПДК - величины предельно допустимых концентраций тех или иных веществ. Данный подход, как уже отмечалось ранее, может быть обозначен как "сохранение без развития".

Второе направление имеет своей целью радикальную перестройку технологий, создание потенциально новых экологически безопасных технологических процессов, "замкнутых производств", "сотворчества человека и природы" и др. Этот подход может быть назван "развитие без разрушения". Он предполагает дальнейшее развитие на основе экологически обоснованных методов хозяйствования. При этом широкое распространение должно получить внедрение природоимитирующих инженерных решений и природно-технических систем. Именно данный подход может быть применен для определения стратегически устойчивого развития. Для этого необходимо использование комплекса естественно-научных, гуманитарных и технических знаний, которые дает технический университет, а также фундаментальных экологических знаний, источником которых является академическая наука.

Экономические реформы в России, направленные на создание системы свободного рынка, привели к необходимости модернизировать высшее образование с точки зрения коммерческой подготовки и переподготовки кадров. В настоящее время экономика страны испытывает большую потребность в инженерах, которые могли бы проводить грамотную

инвестиционную политику внутри страны и при международном экономическом сотрудничестве.

Другой аспект коммерческой подготовки инженеров связан с созданием новой системы управления, проектированием, строительством и эксплуатацией объектов в условиях свободного рынка ресурсов и оборудования, а также требований охраны природы и экологической безопасности.

В целом, современное состояние экологического образования позволяет решать текущие задачи насыщения производства квалифицированными кадрами. Однако проблемы экологической безопасности часто требуют подготовки специалистов более высокого класса, совмещающих в себе фундаментальные знания, педагогическое мастерство и владеющих новейшей методологией решения экологических проблем. Усилиями одних только вузов трудно обеспечить подготовку таких специалистов на требуемом уровне из-за недостаточной материальной базы, отсутствия ориентированности на узкие научные направления. С другой стороны, академическая наука не обладает опытом подготовки квалифицированных специалистов в необходимом количестве и в сжатые сроки. Интеграция науки и высшего образования позволила бы накопленную сумму знаний академической науки передать наиболее перспективным студентам и аспирантам на ранней стадии их подготовки, исключив их переучивание, что наблюдалось в прошлой и современной практике. В СПбГПУ имеется положительный опыт такой интеграции по ряду направлений. Так, одной из первых удачных попыток реализовать комплексное использование полученных знаний для решения проблем экологической безопасности энергетики является сотрудничество Санкт-Петербургского научно-исследовательского Центра экологической безопасности РАН (СПб НИЦЭБ РАН) и Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Закончить статью хотелось бы словами ректора МГУ академика В. А. Садовничева из предисловия, написанного им к книге "Образование, которое мы можем потерять": "Публикация этой книги вызвана стремлением привлечь внимание общественности к серьезному вопросу: по какому пути должна развиваться система образования нашей страны? Система образования, являющаяся уникальной, пока еще одна из лучших в мире. Пока еще..." [3]. Решение проблем экологической безопасности и подготовки кадров также напрямую и весьма существенно зависят от этого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы непрерывного технического образования // Сборник научно-методических трудов / под ред. Ю.С. Васильева. - Л., 1991. - 64 с.
2. Развитие системы непрерывного образования - общая забота учебных заведений всех типов, научных производственных коллективов // На пути обновления: Материалы научно-практической конференции. - Л., 1983. - С. 184-187.
3. Вуз - научно-техническому прогрессу : опыт ЛПИ им. М И. Калинина / Ю.С. Васильев, Ю.К. Михайлов, В.М. Николаев; под ред. Ю.С. Васильева. - М. : Высшая школа, 1985. - 58 с.
4. Целевая интенсивная подготовка специалистов / Г.П. Зайцев, В.В. Безлепкин, Ю.С. Васильев и др. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. - 184 с.
5. Комплексный план-программа непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина / под ред. Ю.С. Васильева. - Л., 1988. - 163 с.
6. Концепция экологического образования в техническом университете / под ред. М.П. Федорова. - СПб., 1998. - 45 с.
7. Блинов Л.Н. Фундаментальность и системность экологического образования — основа ноосферного образования // Материалы Международной научной конференции "Смыслы культуры". - 1996. – С. 227-229.
8. Васильев Ю.С., Федоров М.П., Блинов Л.Н. Экологическая безопасность и подготовка кадров // Труды Международной научно-технической конференции "Экологические проблемы и пути их решения в XXI веке : образование, наука, техника". - СПб., 2000. - С. 12-14.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ СПбГТУ. – 2003. - № 2(32). –
(Проблемы образования)**

Ю. С. Васильев, М. П. Федоров, Л. Н. Блинов

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Экологический кризис, развивающийся на планете, затрагивает все стороны жизнедеятельности людей [1]. Достаточно вспомнить о гигантских свалках вокруг городов и промышленных объектов. Они оказывают такое

влияние на природную среду и вызывают такие глубокие социальные последствия в обществе, которые сравнимы лишь с последствиями войны с применением оружия массового поражения. Велика проблема несоответствия растущих потребностей населения Земли и уменьшающихся ресурсов природной среды. Опаснейшим следствием этого является катастрофическое снижение продуктивности биологической среды, без которой невозможно сохранить естественную среду обитания человека. Острейшая проблема обеспечения элементарных прав человека на жизнь, здоровье, безопасный труд и полноценный отдых — проблема безопасности жизнедеятельности людей — напрямую связана с проблемами сохранения естественной среды обитания человека и рационального природопользования, с проблемами контроля хозяйственной деятельности людей, предприятий, организаций, военных и управленческих структур государств: от последствий загрязнения окружающей природной среды люди болеют и умирают вне зависимости от своих убеждений уровня доходов.

Человечество стало осознавать серьезность экологических проблем и хрупкость самого существования на планете Земля в начале шестидесятых годов прошлого столетия. Реальностью стало глобальное потепление климата, возникновение озоновых дыр, загрязнение воды, воздуха, почв, продуктов питания вредными химическими веществами, вымирание многих видов растений и животных. Скорость увеличения вредных факторов и интенсивность их влияния выходит за пределы биологической приспособляемости экосистем к изменению среды обитания и создает прямую угрозу жизни и здоровью населения [2]. Эти негативные последствия проявляются и в России, что создает угрозу ее экологической безопасности. Высоким остается уровень аварийности в наиболее экологически опасных отраслях промышленности страны. По данным Ростехнадзора только в 1998 году произошло 38 аварий на производствах и объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности; 71 - на магистральных трубопроводах; 12 - на объектах нефте- и газодобычи; при перевозке опасных грузов на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте произошло 1669 инцидентов, в том числе свыше 1000 случаев утечки нефтепродуктов, химических, ядовитых и других вредных веществ.

На экологическую ситуацию в России влияет ряд факторов, действующих в разных сферах, на разных уровнях и с различным масштабом воздействия [3-7]:

макроэкономическая политика, приводящая к экстенсивному использованию природных ресурсов;

инвестиционная политика, ориентированная на развитие ресурсо-эксплуатирующих секторов экономики;

неэффективная секторальная политика (топливно-энергетический комплекс, сельское хозяйство, лесное хозяйство и др.);

несовершенное законодательство, в том числе в области экологического права;

неопределенность прав собственности на природные ресурсы;

отсутствие сбалансированной долгосрочной экономической стратегии;

недооценка стратегии устойчивого развития; на региональном и локальном уровнях недоучет косвенного эффекта от охраны природы (экономического и социального), глобальных выгод;

недостаточное внимание к образованию, в том числе экологическому, к стратегии его развития;

инфляция, экономический кризис и нестабильность экономики препятствуют реализации долгосрочных проектов, к числу которых относится большинство экологически ориентированных проектов;

природно-ресурсный характер экспорта и др.

Одним из главных факторов медленного темпа изменения экологической ситуации в Российской Федерации до недавнего времени являлось отсутствие четкой стратегии обеспечения экологической безопасности страны, а также достаточного количества квалифицированных экологических кадров, способных обеспечить реальное проведение в жизнь конкретных решений. Пока в стране не будет достигнута “критическая масса” экологически грамотных специалистов самых разных специальностей, трудно ожидать существенных сдвигов в решении экологических проблем даже при наличии экономических предпосылок.

В последнее время ситуация стала меняться. 17 декабря 1997 года Президент Российской Федерации подписал “Концепцию национальной безопасности России”. В преамбуле Концепции подчеркивается, что она представляет собой изложение “совокупности официально принятых взглядов на цели и государственную стратегию в области обеспечения безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз политического, экономического, социального, военного, техногенного, *экологического* (курсив наш - авт.), информационного и иного характера с учетом имеющихся ресурсов и возможностей”. Принятие и опубликование Концепции наглядно показывает, что руководство страны понимает значение гласности в деле обеспечения безопасности России. Необходимо, чтобы все государственные органы, должностные, общественные объединения и граждане имели четкое представление о действительном положении России,

реальных и потенциальных угрозах ее интересам, а также об их источниках. Только при таких условиях они могут принимать сознательное участие в организации противодействия этим угрозам.

Следует отметить, что подобного рода концепции в нашей стране принимались и раньше. Еще в советское время утверждена Концепция государственной безопасности СССР. В конце 1990 года Верховным Советом России одобрена “Концепция безопасности РСФСР”, положенная впоследствии в основу Закона РФ “О безопасности” от 5 марта 1992 года. Однако прежние концепции не предназначались для широкой печати, с ними знакомился сравнительно узкий круг лиц из числа законодателей, правительственных чиновников и сотрудников органов, непосредственно ответственных за обеспечение безопасности страны. Поэтому эти документы остались неизвестными большинству населения и не могли оказать заметного влияния на общественное мнение и формирование общественного сознания. В новой Концепции сформулированы важнейшие направления и принципы государственной политики России, а сама она является основой для разработки конкретных программ и организационных документов в области обеспечения национальной безопасности нашей страны. Надо отметить, что в Концепции важная роль отводится вопросам развития науки и образования, духовному возрождению общества, утверждению в обществе идеалов высокой нравственности, гуманизма, достаточному уровню социальных гарантий. Следует особо подчеркнуть, что, пожалуй, впервые в документе такого уровня прописана *экологическая безопасность как составная часть национальной безопасности страны*. Более того, обеспечение экологической безопасности, а также жизнедеятельности населения в техногенно безопасном и экологически чистом мире признается одной из важнейших приоритетных задач обеспечения всей национальной безопасности России. Отмечается, что обеспечение национальной безопасности Российской Федерации в экологической сфере становится актуальным направлением деятельности государства и общества.

В целом экологическая безопасность является органичной составляющей всей системы безопасности, взаимосвязана с другими подсистемами, влияет на их состояние, динамику развития. На рис. 1 приведена схема наиболее значимых составляющих безопасности, включая и экологическую безопасность.

Под *экологической безопасностью* чаще всего понимают состояние защищенности жизненно важных интересов *личности, общества, государства*, а также *окружающей природной среды* от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее; положение,

при котором отсутствует угроза нанесения ущерба природной среде и здоровью населения [8].

Учитывая все вышеприведенное, можно отметить, что безопасность - важнейшая потребность человека. Она выступает *интегральной* формой выражения жизнеспособности и жизнестойкости различных объектов конкретного мира во внутренней и внешней политике, обороне, экономике, социальной политике, здоровье народа, информатике, технологии и, конечно, *экологии*.

Согласно “Концепции национальной безопасности Российской Федерации” к числу приоритетных направлений в области обеспечения экологической безопасности относятся:

борьба с загрязнением природной среды за счет повышения степени безопасности технологий, связанных с захоронением и утилизацией технических промышленных и бытовых отходов;

борьба с радиоактивным загрязнением;

создание экологически чистых технологий; рациональное использование природных ресурсов.

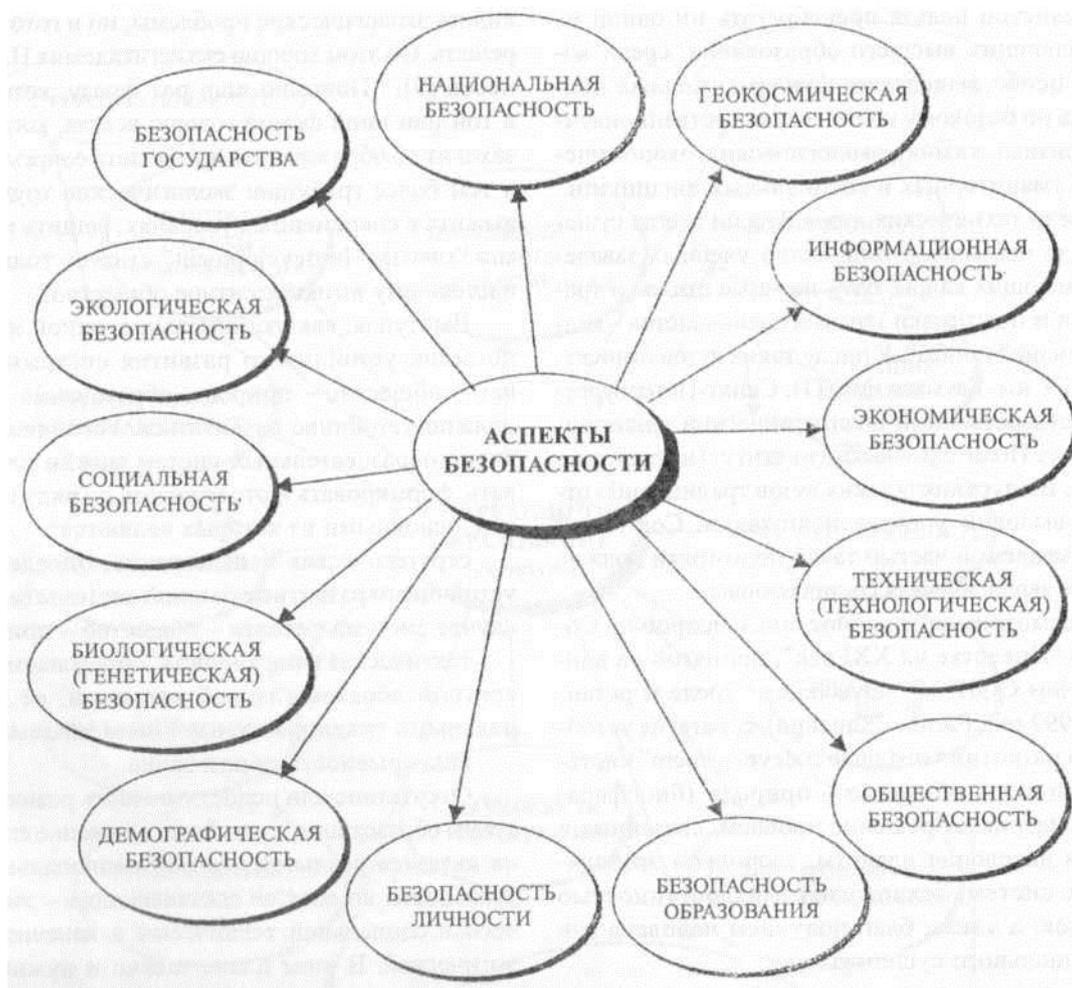


Рис. 1. Основные аспекты безопасности

Чтобы решить эти и другие экологические проблемы, необходимы специалисты. Качество подготовки кадров и, следовательно, качество образования определяет уровень решений различных проблем, в том числе экологических.

Особое значение качество высшего образования приобретает для выпускников ведущих (элитарных) технических вузов, в значительной мере призванных определять уровень технических, технологических, а в наше время и *экологически обоснованных решений*. Помимо всего прочего, это определяет конкурентную способность на мировом рынке отечественной продукции, ее экологичность. Последняя напрямую зависит от уровня развития науки и техники. В каждой развитой стране мира имеется достаточно большое количество вузов и университетов, обеспечивающих ее потребности в специалистах самого различного, в том числе технического, профиля. Однако в любой из указанных стран есть и небольшой круг высших учебных заведений, поставляющих элитные кадры (Оксфордский и Кембриджский университеты в Англии, Массачусетский технологический институт в США и др.). Prestиж подобного рода учебных заведений определяется, прежде всего, качеством подготовки специалистов, их кругозором, фундаментальностью полученных знаний. При подготовке таких специалистов нельзя пренебрегать ни одной из составляющих высшего образования, среди которых особо выделяется фундаментальная подготовка по базовому комплексу естественнонаучных (физика, химия), экологических, экономических, гуманитарных и специальных дисциплин.

Среди технических вузов России всегда существовало небольшое количество учебных заведений, имеющих кадры, базу, научные школы и традиции для подготовки элитных специалистов — кадров “высшей пробы”, к числу таких вузов относятся МГТУ им. Баумана, МФТИ, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (ранее Политехнический институт) и некоторые другие. Выпускников таких вузов традиционно отличал высокий уровень подготовки. Составной и неотъемлемой частью такой подготовки должна быть ее экологическая составляющая.

Рассмотрим этот вопрос более подробно. Согласно “Повестке на XXI век”, принятой на конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 год, Рио-де-Жанейро), стратегия устойчивого развития “sustainable development” системы человек - общество - природа (биосфера) предусматривает решение проблем, связанных с ростом населения планеты, здоровьем экологических систем, технологиями и доступностью ресурсов, а также благополучием человека как биосоциального существа.

Следует отметить, что одной из важнейших предпосылок устойчивого развития системы человек — общество - природа должно быть образование. Только на основе современного образования, интегрирующего обучение, воспитание и развитие, включающего в себя как составную часть опережающее экологическое образование, возможно не только готовить кадры для решения экологических проблем, но и вырастить поколение землян, обладающих новым мировоззрением, способных решать социальные, экономические и экологические проблемы в их интегральной взаимосвязи, в локальных и глобальных проявлениях. Ибо на сегодняшний день мало сказать, что *материалы, машины, механизмы и технологии XX века губительны для XXI века*. Губительно и *существующее мировоззрение, мироощущение большинства людей и в первую очередь специалистов технических специальностей, создателей техносферы*. Мировоззрение же формируется образованием. Именно образование является составной предпосылкой наличия в стране культурного и интеллигентного общества, способного не только видеть экологические проблемы, но и готового их решать. Об этом хорошо сказал академик Н.Н. Моисеев [9]: “Повторю еще раз фразу, которую я в той или иной форме говорю всегда, когда речь заходит об образовании: преодолеть современные, а тем более грядущие экологические трудности, выжить в современных условиях, решить проблемы “sustainable development” сможет только по-настоящему интеллигентное общество”.

Выступая, как указано выше, одной из предпосылок устойчивого развития системы человек - общество - природа, образование и само должно устойчиво развиваться. Устойчивое развитие образовательных систем можно планировать, формировать и отслеживать по ряду признаков, основными из которых являются:

стратегическая нацеленность, определяемая устойчивым развитием базовой системы (в нашем случае система человек - общество - природа);

тактическая нацеленность, определяемая конкретной образовательной системой, ее национальными традициями, научными школами;

непрерывность образования.

Отсутствие или недостаточность развития системы образования, а тем более снижение его уровня является реальной угрозой национальной безопасности во всех ее составляющих - экономической, социальной, технической и, конечно, в экологической. В этом плане можно и нужно говорить о “безопасности личности”, “безопасности государства” и т. д. Безопасность образования - составная часть безопасности (см. рис. 1). На современном этапе отсутствие в образовании какой-либо составляющей

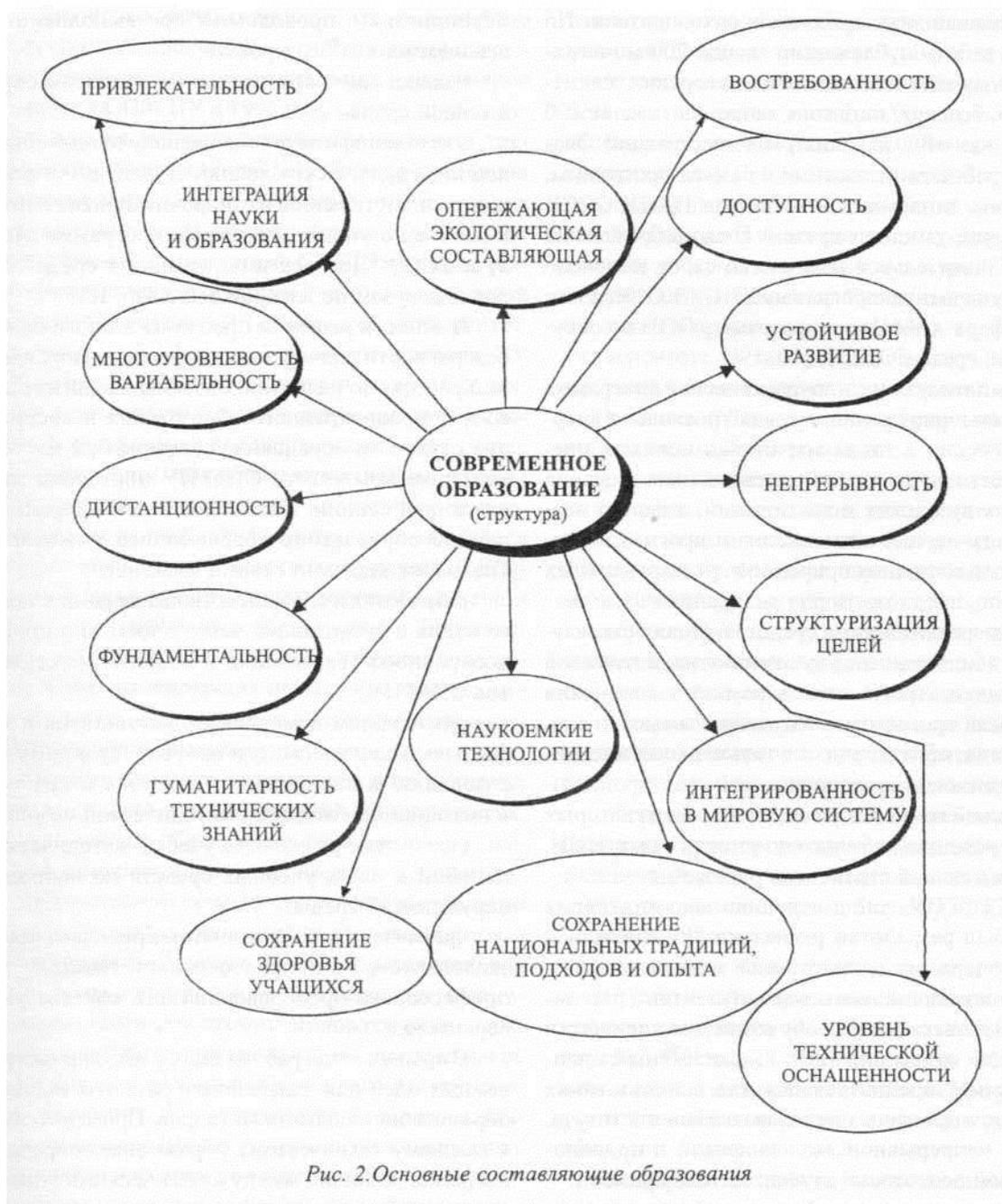
делает его неполноценным. Основные составляющие образования приведены на рис. 2. Одной из неотъемлемых составляющих образования и в средней и в высшей школе должно быть экологическое образование (экологическая составляющая образования). Более того, - опережающее экологическое образование.

Следует подчеркнуть, что экологическое образование кадров имеет непосредственное отношение к экономической безопасности страны, поскольку и от него зависит качество внедрения новых малоотходных и экологически чистых технологий в отечественном производстве и сфере услуг, включающее себя и долю затрат на научные исследования, и количество подготовленных и привлеченных для исследований научных работников, и уровень технологической дисциплины и профессиональной подготовки (включая экологическую составляющую) инженеров, техников, рабочих.

В Российской Федерации рядом вузов накоплен многолетний опыт подготовки кадров и проведения научных и прикладных исследований в области рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, непрерывной экологической подготовки будущих специалистов. Отнюдь не умаляя вклада других высших учебных заведений в решение указанных вопросов, ниже изложен опыт и современный подход к данной тематике Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (ранее - Ленинградского политехнического института).

Так, с 1975 по 1991 год СПбГПУ возглавлял комплексную научно-техническую программу "Человек и окружающая среда" Минвуза РСФСР. В этот период были объединены усилия более двухсот высших учебных заведений России с целью более эффективного использования научного потенциала вузов для решения важнейших научно-технических проблем в области природопользования и совершенствования экологической подготовки специалистов.

Исследования в программе проводились по одиннадцати проблемам, каждую из которых представляли вузы и научные руководители. По итогам работ опубликовано свыше 200 монографий, получено свыше 1000 авторских свидетельств, более 60 патентов, защищено свыше 100 докторских и 800 кандидатских диссертаций. Около 100 работ, выполненных в рамках программы, отмечены дипломами и медалями ВДНХ СССР, ряд из них удостоен премий Госкомобразования СССР. Значительное количество работ включено в международную программу ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (МАВ) и в программу ООН по окружающей среде (ЮНЕП) [10-19].



Комплексная научно-техническая программа “Человек и окружающая среда” позволила впервые в России в таких масштабах показать преимущество программно-целевого планирования научных вузовских исследований, давшего возможность осуществить анализ и прогноз экологического состояния природной среды различных регионов, предложить для внедрения новые технологии и технические средства, способствовавшие стабилизации и улучшению экологической обстановки. Кроме того, в рамках выполнения указанной программы подготовлены тысячи специалистов, обладающих не только экологическими знаниями, но и экологической культурой, экологической компетентностью, многие из

которых сейчас успешно работают во многих вузах, НИИ, фирмах в нашей стране и за рубежом.

В СПбГПУ еще в середине восьмидесятых годов был разработан и внедрен “Комплексный план-программа непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов”, рассчитанный на весь период обучения для дневного и вечернего отделений [20]. “Комплексный план-программа” предназначался для использования в учебном процессе преподавателями института. Задачи непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов того времени:

сознательное, заинтересованное, ответственное отношение к проблемам окружающей среды;

понимание диалектической взаимосвязи природы и общества;

овладение научными основами и практическими методами рационального природопользования;

ясное представление о современной экологической ситуации и направлениях ее развития в нашей стране и во всем мире;

умение от общих соображений о бережном отношении к окружающей среде переходить к обоснованным инженерным природоохранным мероприятиям, проводимым при выполнении и реализации любого проекта;

навыки самообразования по вопросам окружающей среды.

Углубление и закрепление полученных инженерно-экологических знаний студентами и аспирантами достигалось их широким привлечением к работе по упомянутой выше программе Минвуза СССР “Человек и окружающая среда”, головным вузом по которой был СПбГПУ.

Важность решения проблемы экологической безопасности для осуществления целенаправленной работы по развитию системы экологического и природоохранного образования и воспитания студентов обусловила создание при научно-методическом совете СПбГПУ постоянно действующей секции “Экологическое и природоохранное образование современного инженера”. Главными задачами секции являлись:

разработка и совершенствование комплексного плана непрерывного экологического и природоохранного образования и воспитания студентов СПбГПУ;

руководство комиссиями факультетов и кафедр по экологическому и природоохранному образованию и воспитанию, контроль их работы и оказание необходимой методической помощи;

содействие разработке учебно-методических пособий и иных учебных средств по вопросам окружающей среды;

организация обмена опытом преподавания по экологической и природоохранной тематике для профессорско-преподавательского состава университета.

В процессе этой работы был сформулирован ряд важных идей для дальнейшего развития высшего образования и подготовки кадров. Применительно к высшему техническому образованию определены рамки различий между классическими университетами, техническими университетами и традиционными техническими вузами. Классические университеты ведут фундаментальные исследования и учебный процесс преимущественно в области естественных и гуманитарных наук. Технические университеты, опираясь на естественные науки как на базу, должны вести столь же глубокие исследования и разработки в области “наук об искусственном” и на этой основе готовить своих студентов как будущих создателей техносферы, понимающих перспективы развития человечества с учетом социальных и экологических проблем глобального, регионального и локального масштаба.

Для более эффективной работы по решению будущими специалистами проблемы экологической безопасности и качества подготовки кадров в целом в СПбГПУ в 1998 году была разработана «Концепция экологического образования в техническом университете» [21]. Данная концепция систематизировала и органично интегрировала многолетний опыт экологического образования, накопленный факультетами СПбГПУ, а также техническими университетами России и зарубежной Европы (Королевский Технический университет, Стокгольм, ТУ Грац, ТУ Гамбург-Харбург, ТУ Штутгарт, “Миккели Политехник” и др.). Созданный в результате базовый документ стал основой формирования и совершенствования системы экологического образования в Техническом университете. К работе над Концепцией приглашались ведущие специалисты, занимающиеся проблемами экологического образования. В Концепции были сформулированы основные цели и задачи экологического образования в Техническом университете, определено его основное содержание, рассмотрены новые образовательные технологии, дан понятийный аппарат современной инженерной экологии.

Теперь при подготовке кадров в технических вузах, особенно в технических университетах, экологическое образование перестает быть элементом сопровождения, “фоновым компонентом” образовательной схемы и становится доминантой во всех разделах образовательных стандартов и технологиях обучения. Новая образовательная цель в соответствии с необходимостью формирования экокентристского мировоззрения должна

быть сформулирована так: “от образования об окружающей среде - к образованию для окружающей среды”. Достижение новой образовательной цели невозможно только с помощью лишь косметических мер; оно требует введения экологического императива в оболочку образовательных программ.

Развитие концепции экологического образования в техническом университете должно быть направлено на обеспечение и поддержку идей устойчивого развития. Развития, не разрушающего окружающую среду, а сохраняющего земную биосферу как общий дом человечества, т. е. на *развитие без разрушения*.

Целью экологического образования в техническом университете должно быть формирование развития и охраны окружающей среды научными и инженерными способами. Это возможно только при условии интеграции знаний об окружающей среде и предмете профессиональной подготовки специалистов, позволяющей предвидеть экологические коллизии и решать экологические проблемы в рамках их индивидуальной специализации. Это возможно только тогда, когда каждый выпускник технического университета обладает не только системой экологических знаний, но и экологической культурой, экологической компетентностью. Основные цели и задачи экологического образования в техническом университете (в техническом вузе) могут быть сформулированы следующим образом:

показать гуманитарный характер технических и естественнонаучных знаний;

развить представление о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человека без сохранения биосферы с определенным запасом экологического разнообразия;

обучить грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, в том числе и его профессиональной деятельностью;

внедрить новые перспективные “экологически чистые” ресурсо- и энергосберегающие технологии и методы природопользования;

обеспечить непрерывный, системно-интеграционный характер экологического образования, создающий у будущего специалиста необходимый уровень экологической культуры и экологической компетентности;

обеспечить возможности для *опережающего экологического образования*, дающего в дальнейшем протекание своеобразного “образования внутри”. Последнее особенно важно, ибо только в этом случае можно будет

надеяться на устойчивое и гармоничное развитие системы человек - общество - природа.

Непрерывный характер экологического образования в вузах должен обеспечиваться различными дисциплинами и курсами. Качество экологического образования зависит от ряда факторов: фундаментальности, целостности, непрерывности, ориентированности на конкретные специальности и др. Фундаментальность и системность экологического образования, в свою очередь, зависят и закладываются точнее, должны закладываться, фундаментальными естественнонаучными дисциплинами, такими, как химия, физика и др. [22].

Например, курс химии в вузе, особенно техническом, должен наряду с базовой частью включать разделы типа “Экологическая химия”, “Химия окружающей среды” и т. д. В Санкт-Петербургском политехническом университете накоплен определенный опыт по данному вопросу. Сотрудниками университета впервые в России выпущен учебник по химии для технических вузов, в котором представлены указанные выше разделы, органично связанные с базовой частью курса [23-24].

Анализ показывает, что в химии, как ни в какой другой фундаментальной и общеинженерной дисциплине, заложены огромные возможности повышения уровня экологизации (в общем плане - гуманизации) образования. В этом аспекте ее трудно переоценить. Именно на основе и с использованием химического “ядра знаний” можно органично привнести и “привить” экологические знания. “Охимиченный” экологический материал позволит в дальнейшем не только лучше и осознанней понимать другие дисциплины экологического направления, но и послужит определенной базой для дисциплин физического, экономического, гуманитарного и общеинженерных циклов.

Изложение на базе фундаментального курса химии основ экологической химии в технических вузах заложит фундамент экологической грамотности студентов, станет ее составной частью. Это тем более необходимо, что сейчас более 90 % всех загрязнений окружающей среды имеют химическую природу, являясь химическими соединениями различного состава. Поэтому логично, что именно преподаватели-химики, владеющие достаточным объемом и системой химических знаний, знающие свойства химических соединений, химические законы, реальные и возможные взаимодействия указанных соединений с составляющими атмосферы, гидросферы, литосферы, понимающие “химизм” их влияния на биосферу, машины, механизмы, среду обитания и т. д., могут и должны закладывать свою часть основ экологической грамотности будущих выпускников вузов, в

том числе выпускников технических университетов любой специальности и уровня подготовки (бакалавр, специалист, магистр).

В наше время это особенно важно, поскольку во всех областях науки и техники от металлургии до медицины, от энергетики до биологии, от космической технологии до экологии и охраны окружающей среды без понимания явлений, происходящих на химическом уровне развития материи, без понимания причин и закономерностей протекания химических и физико-химических процессов, без знания структуры и свойств химических соединений, их влияния на среду обитания невозможны качественная разработка прогрессивных и “мягких” технологий, создание новых перспективных материалов, повышение уровня гуманизации образования в целом.

Роль эколого-химической, эколого-физической, эколого-математической составляющих образования на пороге XXI века еще более возрастает, ибо для всех стало ясно, что реальное рассмотрение, анализ и решение многих экономических, социальных и экологических проблем на уровне большого города, региона или в глобальном масштабе связано с необходимостью реального учета химического, физического, биологического и ряда других факторов.

В технических вузах, особенно в технических университетах, химия, физика, экология должны занимать особое место среди естественнонаучных и других дисциплин, поскольку они:

являются основой для создания у студентов базы современного научного мировоззрения;

обеспечивают получение знаний для последующего изучения общеинженерных и специальных дисциплин, а также дисциплин экологического, экономического, медицинского и социального профиля;

создают базу для понимания роли химических веществ в загрязнении окружающей среды и локальной среды обитания, их роли и значения в гармоничном функционировании и устойчивом развитии системы человек — общество — природа.

В комплексе с другими фундаментальными и специальными дисциплинами они обеспечивают уровень и качество знаний, необходимых для подготовки элитарных инженерных кадров, призванных быть “законодателями мод” по разработке качественно новой техносферы.

Будущие инженерные кадры должны уметь использовать экологические знания при решении самых разнообразных вопросов, связанных, например:

с экологичностью материалов, технологий, машин, механизмов, различных производств;

с вопросами социо-эколого-экономического характера, такими, как экология большого города, среды обитания, “мягкая” химия, качества внешней среды, продуктов питания и т. д.;

с экологическим менеджментом, экологической безопасностью туризма, медицинских материалов, промышленных товаров, товаров бытового назначения и др.;

с вопросами экологического права, охраны окружающей среды, рационального природопользования, устойчивого развития системы человек - общество - природа.

Без системы экологических знаний трудно, а точнее, невозможно говорить об экологической культуре и должной экологической компетенции любого специалиста. Такие системные знания могут и должны стать своеобразным катализатором уже упоминавшегося “образования внутри” для каждого из них.

Таким образом, естественнонаучные дисциплины могут и должны стать начальной базой системы вузовского экологического образования, органично приняв экологическую эстафету от школьного партнера. Не менее важно, что они дают и расширяют личные экологические знания каждого студента, которые пригодятся любому из них в повседневной жизни, будь он строителем, юристом, системотехником и т. д.

Роль естественнонаучной системы знаний как базы для обеспечения должного экологического образования и воспитания специалистов самого разного профиля все более возрастает. В будущем инженер не сможет действовать изолированно как узкий специалист, ибо должен принять на себя всю полноту ответственности за последствия (в том числе и экологические) своей деятельности. Технические решения не могут быть признаны обществом правильными, если они не вызывают к себе “экологического доверия” и непонятны различным слоям общества. В этом направлении в едином ключе должны работать и школа, и вуз, и поствузовская система образования. Только при таком подходе возможна качественная подготовка кадров для решения проблем экологической безопасности.

Особую роль приобретает экологическая составляющая образования при преподавании специальных дисциплин, подготовке кадров для конкретной отрасли, где необходимо заниматься не только решением существующих экологических проблем, но и недопущением их увеличения, *предотвращением появления новых*. Покажем это на примере энергетики [25, 26].

В последнее время проблемы экологической безопасности энергетики растут с развитием самой этой отрасли, все чаще опережая его. Это противоречие становится настолько серьезным, что ставится под сомнение само развитие энергетики. Все чаще звучат предположения о введении всевозможных квот на выбросы, в частности, квоты на “парниковые” выбросы. Но даже таким способом проблему не решить, это только отсрочит экологическую катастрофу. Решить проблему экологической безопасности энергетики можно, опираясь на концепцию устойчивого развития, предусматривающую экономический рост за счет внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, использования возобновляющихся источников энергии, создания комплексных энергетических технологий, формирования энергетических *природно-технических систем*.

Каковы же подходы (принципы) к обеспечению экологической безопасности в энергетике? Остановимся на двух основных.

Первый взял за основу различные лимиты использования воды, земли и выбросов загрязнений (рис. 3).

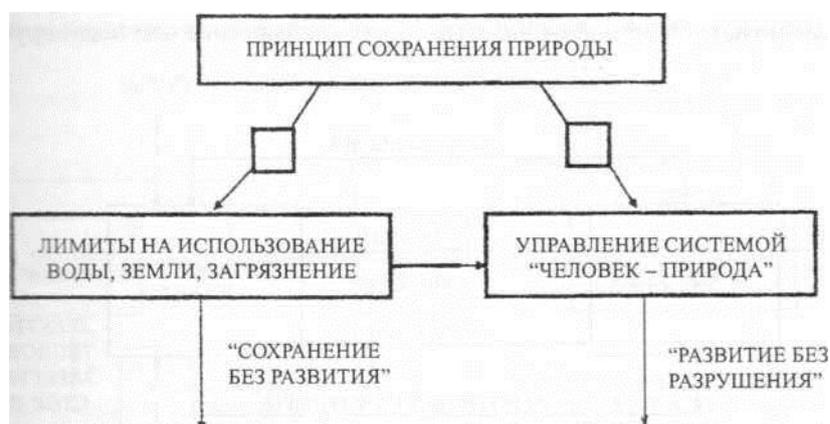


Рис. 3. Принципы охраны природы

Эти лимиты широко используются в инженерной практике, но обладают одним стратегическим недостатком, который можно определить как “сохранение без развития”. Система экологических ограничений обладает консервативным свойством и может быть принята как временная мера сохранения природной среды. По мере использования природных ресурсов всегда возникнет ситуация, останавливающая развитие из-за лимитов. Такой подход скорее отвечает на вопрос “что нельзя делать” и не дает ответа, в каком направлении надо двигаться.

Второй подход основан на формировании и управлении новых систем человек - природа, когда технический объект является элементом природно-технической системы (ПТС). Такая система может быть определена как

система взаимодействия природного и технического объектов в интересах использования и сохранения природной среды. В природно-технической системе экологический фактор приобретает значение критерия в отличие от роли ограничения при лимитном принципе. Лимиты на использование природных ресурсов используются в этом случае только как способ регулирования. Основным принцип управления ПТС может быть сформулирован как “развитие без разрушения”.



Рис. 4. Природно-техническая система

На рис. 4 представлена схема природно-технической системы, состоящей из технического объекта, например электростанции, и природного объекта - участка реки, водохранилища.

Эта система организована многочисленными связями: прямые связи - потоки энергии и вещества; обратные связи - изменение абиотических факторов (климат, качество воды, почвы и воздуха, гидрологические процессы и др.). Природно-техническая система управляется за счет запаса и обмена информацией, получаемой от экологического мониторинга. Применительно именно к таким системам может быть сформулирован *принцип экологической безопасности* — состояние, при котором обеспечивается устойчивое (и гармоничное) взаимодействие человека и природы. Термин “устойчивое взаимодействие” определяет комплекс условий сохранения структуры и функционального назначения ПТС под воздействием природных и антропогенных факторов. Принцип экологической безопасности может быть положен в основу прогноза состояния системы управления и оптимизации.

Для природно-технических систем и их экологической безопасности важное значение имеет моделирование. Одной из основных конечных целей моделирования ПТС является управление технологическими и экологическими процессами в интересах ее стабилизации или развития. В соответствии с этой целью можно выделить четыре этапа моделирования

(информационное обеспечение, имитационное обеспечение, имитационное исследование, прогнозирование, управление), которые показаны на рис. 5.



Рис. 5. Этапы моделирования природно-технической системы

Принцип экологической безопасности должен основываться на устойчивом взаимодействии антропогенных и природных объектов, которое проявляется (или может проявляться) в экономике, социальных условиях, качестве природной среды и т. п. Результаты функционирования ПТС выступают в роли локальных критериев, которые могут быть объединены в интегральный критерий [25, 26].

При таком подходе оценкой экологической безопасности выступает вероятность ПТС сохранять устойчивость под воздействием антропогенных факторов. Первым приближением в этой оценке является вероятность естественных колебаний экологических факторов, определяемая по ряду наблюдений или моделируемая по аналогам.

Для малоизученных систем нормируемый уровень вероятности сохранения устойчивого состояния не должен выходить за пределы естественных колебаний. Пополнение информационной при длительном мониторинге, создание условий поддержки экосистемы, например, искусственное разведение различных видов растений, животных и т. п. делает возможным пересмотр нормируемых показателей в сторону повышения нагрузки. Дополнительный показатель безопасности - оценка риска потери устойчивости ПТС в результате техногенных катастроф или аварий.

Важным элементом в оценке безопасности проекта является экономический анализ последствий от его реализации (затраты, ущербы природной среде и обществу). Экономическая информация для такой задачи имеет свойство неопределенности, поэтому экономический анализ должен учитывать риск дополнительных затрат из-за неучтенных факторов на стадии проектирования. Экономическая оценка условий безопасности может быть

определена по критерию минимального риска суммы дополнительных затрат на поддержание ПТС и ущербов из-за причинения вреда природе.

Эффективность решения природоохранных проблем, в том числе при энергетическом строительстве зависит от качества экологической подготовки инженерных кадров. Экологическим образованием инженеров-электриков и энергетиков Санкт-Петербургский политехнический университет занимается более пятнадцати лет. Обучение ведется по двум направлениям:

- подготовка молодых специалистов в течение всего периода учебы в университете;

- переподготовка инженерных кадров как повышение квалификации в области охраны природы по специальным курсам продолжительностью один - три месяца.

Можно выделить пять этапов экологического образования для строительных специальностей в СПбГПУ (рис. 6):

1. естественнонаучная база (химия, физика);
2. обучение основам экологии как общенаучной дисциплине;
3. специальные курсы — природоохранные технологии, экологическая безопасность, моделирование экологических процессов, менеджмент и право в охране природы;
4. экологический практикум - компьютерные игры, лабораторные анализы, экологические исследования во время практики студентов;
5. выполнение специального раздела в дипломном проекте - охрана природы.



Рис. 6. Этапы экологического образования

Ключевая роль в подготовке специалистов, способных решать экологические задачи самого разного масштаба, должна принадлежать *техническим университетам*, располагающим достаточным для этого интеллектуальным потенциалом. Это диктуется всей логикой решения экологических проблем, требующих не только фундаментального научного подхода, но и практического технического воплощения. Экологическое

образование в техническом университете должно строиться на основе реалий глобальной экологической ситуации и концепции устойчивого развития, провозглашенной на совещании государств мирового сообщества в Рио-де Жанейро в 1992 году. Смысл данной концепции заключается в разработке и реализации стратегии перехода к обществу, способному обеспечить условия совместной эволюции человека и природы. Для разработки такой стратегии необходим научно-практический поиск по следующим научным направлениям: практическая и инженерная экология, создание новых экологически безопасных технологий, экономико-правовые вопросы природопользования, опережающее экологическое образование [21].

Задачей высшей школы является не только изучение дисциплин, но и *экологическое воспитание*, т. е. формирование нравственных основ поведения по отношению к природе, которые формируются, в первую очередь, на фундаменте естественнонаучных представлений о допустимости или недопустимости тех или иных действий с точки зрения их возможных последствий для природы и человека.

Наряду с экологическим образованием для формирования экологической этики важную роль играет участие студентов в научных исследованиях природоохранного характера, а также в процедурах практической реализации полученных научных или практических результатов проведенных исследований.

Во многих высших учебных заведениях, в том числе и в технических университетах, введены курсы по экологии, экологической химии, химии окружающей среды, включающие наряду с фундаментальными специальными знаниями по оценке, ликвидации или минимизации негативных последствий применения различных технологий.

Рачительное отношение к природным ресурсам предполагает наличие у студентов представлений об особенностях природной среды, в том числе:

- о значении состояния природной среды для сохранения здоровья и жизни человека;
- о природе, условиях образования, распространения и возможных последствиях различных техногенных воздействий;
- о пределах адаптивных возможностей природной среды и о связи таких возможностей с географическим расположением местности;
- об ограниченности природных ресурсов и важности их сбережения.

Нравственная гражданская позиция предполагает пропаганду приоритета природной среды в широких слоях общества, для чего необходимы также знания в области психологии и владение основами ораторского мастерства.

Формирование экологической этики требует значительных затрат времени, поэтому эту работу со студентами следует начинать с первого курса, для чего в курсы общеобразовательных наук должны быть внесены соответствующие разделы.

Примерный состав учебных блоков и решаемых задач при экологическом образовании специалиста технического профиля показан на рис. 7. В их число должны входить:

- рассмотрение философских основ взаимодействия природы и человека;
- формирование фундаментального “ядра знаний” по таким естественным наукам как физика, химия, экология, химия окружающей среды, химия атмосферы, гидрохимия, геохимия ландшафта и ряд других;
- правовые и нормативные основы природопользования, основы экологического проектирования, экологической экспертизы, экологического права, экологического менеджмента, международных стандартов качества;
- знания экологической обстановки в мире, России, в Северо-Западном регионе, Ленинградской области, в Санкт-Петербурге и других мегаполисах;
- основы экономики природопользования (с привлечением прикладных аспектов);
- рассмотрение технологических методов и технических способов минимизации негативных воздействий на природную среду (применительно к специализации студента или аспиранта);
- ознакомление с организацией и конкретными методами мониторинга и контроля антропогенного воздействия на объекты природной среды.

Необходимости в постановке отдельных учебных курсов по всем названным направлениям нет. Соответствующие разделы могут быть включены в состав существующих курсов в ходе их обновления и совершенствования.

Основные тенденции современного природопользования могут быть сведены к двум направлениям. Первое направление основано на принципе ограничения вмешательства человека в природную среду. На таком принципе построены модели “ограниченного роста”, “пределов управления”, “лимитирования развития” и т. п., конечная цель которых - уменьшение антропогенного пресса на биосферу в результате ограничения хозяйственной деятельности человека. В качестве критериев оценки состояния среды при данном подходе используются многочисленные ПДК - величины предельно допустимых концентраций тех или иных веществ [27]. Данный подход, как уже отмечалось ранее, может быть обозначен как «сохранение без развития».



Рис. 7. Содержание экологического образования в техническом вузе

Второе направление имеет целью радикальную перестройку технологий, создание потенциально новых экологически безопасных технологических процессов, “замкнутых производств”, “сотворчества человека и природы” и др. Этот подход может быть назван “развитие без разрушения”. Он предполагает дальнейшее развитие на основе экологически обоснованных методов хозяйствования. При этом широкое распространение должно получить внедрение природоимитирующих инженерных решений и природно-технических систем. Именно данный подход может быть применен для определения стратегически устойчивого развития. Для этого необходимо использование комплекса естественнонаучных, гуманитарных и технических знаний, которые дает технический университет, а также фундаментальных экологических знаний, источником которых является академическая наука.

Экономические реформы в России, направленные на создание системы свободного рынка, привели к необходимости модернизировать высшее образование с точки зрения коммерческой подготовки и переподготовки кадров. Экономика страны испытывает большую потребность в инженерах, которые могли бы проводить грамотную инвестиционную политику внутри страны и при международном экономическом сотрудничестве.

Другой аспект коммерческой подготовки инженеров связан с созданием новой системы управления, проектированием, строительством и эксплуатацией объектов в условиях свободного рынка ресурсов и оборудования, а также требований охраны природы и экологической безопасности.

Современное состояние экологического образования позволяет решать текущие задачи насыщения производства квалифицированными кадрами. Однако проблемы экологической безопасности часто требуют подготовки специалистов более высокого класса, совмещающих фундаментальные знания, педагогическое мастерство и владеющих новейшей методологией решения экологических проблем. Усилиями одних только вузов трудно обеспечить подготовку специалистов высокого уровня из-за недостаточной материальной базы, отсутствия ориентированности на узкие научные направления. С другой стороны, академическая наука не обладает опытом подготовки в необходимом количестве и в сжатые сроки квалифицированных специалистов. Интеграция науки и высшего образования позволила бы накопленную сумму знаний академической науки передать наиболее перспективным студентам и аспирантам на ранней стадии их подготовки, исключив их переучивание, что наблюдалось в прошлой и современной практике. В СПбГПУ имеется положительный опыт такой интеграции по ряду направлений. Так, одной из первых удачных попыток реализовать комплексное использование полученных знаний для решения проблем экологической безопасности энергетики является сотрудничество Санкт-Петербургского научно-исследовательского Центра экологической безопасности РАН (СПб НИЦЭБ РАН) и Санкт-Петербургского государственного технического университета.

Конкретные направления данного сотрудничества в деле подготовки специалистов концентрируются вокруг конкретной проблемы - возможности снижения негативного воздействия энергетики на окружающую среду. Выбросы в атмосферу от стационарных и подвижных энергетических установок занимают доминирующее положение среди техногенных источников ее загрязнения. Задача сотрудничества - разработка концептуальных направлений учебного процесса в природоохранном аспекте, соответствующих учебных программ и средств обучения (пособий, учебников, справочников, баз данных и др.). Это не только обеспечит студентов и аспирантов соответствующими знаниями конкретного материала и источниками, информации, но и приучит будущего проектировщика, эксплуатационника или технического руководителя мыслить в терминах природоохранных категорий, выполнения принципа "*не навреди природе*".

За время сотрудничества специалистами Центра экологической безопасности РАН и преподавателями Технического университета совместно подготовлены учебно-справочное пособие "Методы оценки техногенного воздействия энергетики на окружающую среду", учебное пособие "Экологическая безопасность объектов ветроэнергетики", а также рукопись

учебного пособия “Природная и техногенная химия атмосферы”. Кроме того, в рамках сотрудничества создана экспертно-аналитическая система “Экологическая безопасность ГЭС”, содержащая перечень необходимых природоохранных мероприятий при реконструкции и модернизации ГЭС России.

Разрабатывается экспертно-информационная система классификации и компьютерного обеспечения законодательно-нормативной документации по охране окружающей среды в электроэнергетике. За два последних учебных года усилиями кафедр экологических основ природопользования и возобновляемых источников энергии и гидроэнергетики СПбГПУ при консультативной помощи ученых НИЦЭБ РАН подготовлены и успешно защищены несколько дипломных работ, посвященных природоохранной тематике. В перспективе в обоих учреждениях — в академическом исследовательском институте и в высшем учебном заведении продолжатся исследования по развитию нетрадиционной энергетики, в том числе - по использованию новых возобновляемых источников энергии и новых энергоносителей, а также по поиску возможностей снижения энергоемкости производства и потерь электроэнергии при ее производстве, передаче потребителю и использовании, причем к этой работе будут активно привлекаться не только студенты старших курсов, но и аспиранты.

Предполагается подготовить и читать в СПбГПУ студентам соответствующей профессиональной ориентации специальные курсы “Природная и антропогенная химия атмосферы” и “Правовые и нормативные основы природопользования”.

Что касается научно-исследовательских аспектов сотрудничества вуза и академического института, следует подчеркнуть, что в области энергетики существует широкий круг научно-технических проблем, решение которых дает возможность снизить техногенное воздействие на природную среду и повысить экологическую безопасность. Среди таких проблем можно отметить следующие:

- анализ источников загрязнения окружающей среды, имеющих на энергетических предприятиях;
- разработка экономических механизмов, стимулирующих экологическую безопасность предприятия;
- разработка новых технологических решений, ведущих к снижению загрязнения окружающей среды;
- создание новых систем транспорта энергии и энергоносителей, снижающих потери энергоресурсов;

- совершенствование потребления энергии, - травленное на ее сбережение;
- разработка средств для слежения за загрязнением окружающей среды энергетическими объектами;
- совершенствование методов эксплуатации энергетических объектов с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду;
- совершенствование методов учета и контроля энергетических ресурсов с целью повышения ресурсо- и энергосбережения;
- создание методов оценки воздействия энергетики на окружающую среду;
- совершенствование схем и характеристик элементов топливно-энергетического комплекса г Российской Федерации в целом, в ее отдельных хозяйственных регионах и субъектах Федерации;
- разработка перспектив развития (и соотношения) теплофикации и электрификации в различных регионах страны;
- решение проблем перевода энергетических установок на новые виды и сорта топлива, в том числе на биогаз;
- совершенствование структуры и методов добычи топливно-энергетических ресурсов;
- совершенствование структуры и методов передачи и потребления энергии;
- разработка принципов создания и размещения новых объектов энергетики;
- разработка энергетических объектов, работающих на новых, в том числе на возобновляемых источниках энергии.

Этим списком далеко не исчерпывается круг проблем, связывающих экологическую безопасность и энергетику, но решение даже части приведенных выше вопросов явилось бы огромным вкладом одновременно в научно-технический прогресс и в оздоровление окружающей среды.

Интеграция науки и высшего образования и по другим направлениям способна существенно улучшить качество подготовки инженерных кадров, усилить систему их поддержки, в том числе и при решении проблем экологической безопасности, имеющих локальный, региональный или глобальный характер.

Однако следует отметить, что интеграция науки и высшей школы является только частью стратегии подготовки новых кадров. Концепция такой стратегии дана в [28]. Думается, что реализация разработанной в рамках данной концепции программы “Наукоемкие технологии образования” позволит наиболее полно и качественно решить проблему подготовки

кадров, способных, в том числе, обеспечить экологическую безопасность и будущее России. Но на образовании нельзя экономить. Будущее России зависит от уровня всех ступеней образования в стране. В завершение статьи приведем слова Д.И. Менделеева об образовании в России, которые не потеряли своей актуальности и сегодня [29]: “Никому на свете, а тем более нам самим, не чуждо ясное сознание того, что у России еще многое впереди, что она еще и ныне “молодое” государство и что способом верного превращения молодого в зрелое должно быть не одно время, а в соединении с *обдуманной системой всего образования*, что вложенное в школы окажется на деле через одно или два поколения. Если же чего-либо не развили при посредстве школ, - расцвета того не ищите в массе ... народа”.

Закончить статью хотелось бы словами ректора МГУ академика В.А. Садовничева из предисловия, написанного им к книге “Образование, которое мы можем потерять”: “Публикация этой книги вызвана стремлением привлечь внимание общественности к серьезному вопросу: по какому пути должна развиваться система образования нашей страны? Система образования, являющаяся уникальной, пока еще одна из лучших в мире. Пока еще...” [30]. Решение проблем экологической безопасности и подготовки кадров также напрямую и весьма существенно зависят от этого [31].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хесле В. Философия и экология. - М. : Наука, 1993. - 203 с.
2. Моисеев Н.Н. Агония России. Есть ли у нее будущее. Попытка системного анализа. Проблемы выбора. - М. : Экопресс-“ЗМ”, 1996. - 78 с.
3. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа - Человек - Техника. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 343 с.
4. Лосев К.С., Горшков В.К., Кондратьев К.Я. и др. Проблемы экологии России / Федеральный экологический фонд. - М., 1993. - 348 с.
5. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. - М. : Изд-во МНЭПУ, 1997. - 744 с.
6. Глухов В.В., Лисочкина Т.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии. - СПб. : Специальная литература, 1997. - 304 с.
7. Блинов Л.Н., Колесник И.Г., Медрес Е.П. Основы экологического права. - СПб., 2002. - 120 с.
8. Безопасность России. Правовые социально-экономические и научно-технические аспекты. Словарь терминов и определений. 2-е изд. - М. : МГФ “Знание”, 1999. - 368 с.

9. Моисеев Н.Н. С мыслями о будущем России / Фонд содействия развитию социальных и политических наук. - М., 1997. - 210 с.
10. Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : Межвуз. сб. по комплексной проблеме Минвуза РСФСР "Человек и окружающая среда. Проблема охраны природы". Вып. 1-12. - Л., 1978-1989.
11. Проблемы непрерывного технического образования : Сб. науч.-метод. трудов / Под ред. Ю.С. Васильева. - Л., 1991. - 64 с.
12. Выбор основного оборудования зданий гидроэлектростанций: Учебное пособие / Х.Ш. Мустафин, Ю.С. Васильев. - Куйбышев : Изд-во Куйбышев. ун-та, 1979. - 77 с.
13. Охрана водных ресурсов / И.И. Бородавченко, Н.В. Зарубаев, Ю.С. Васильев и др. - М. : Колос, 1979. - 247 с.
14. Использование водной энергии : Учебник для вузов. 4-е изд. / Под ред. Ю.С. Васильева. - М. : Энергоатомиздат, 1995. - 607 с.
15. Экологические аспекты гидроэнергетики / Ю.С. Васильев, Н.И. Хрисанов. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. - 342 с.
16. Развитие системы непрерывного образования - общая забота учебных заведений всех типов, научных производственных коллективов // На пути обновления: Матер. науч.-практ. конф. - Л., 1983. - С. 184-187.
17. Вуз - научно-техническому прогрессу. Опыт ЛПИ им. М.И. Калинина / Ю.С. Васильев, Ю.К. Михайлов, В.М. Николаев; Под ред. Ю.С. Васильева. - М. : Высш. шк., 1985. - 58 с.
18. Целевая интенсивная подготовка специалистов / Г.П. Зайцев, В.В. Безлепкин, Ю.С. Васильев и др. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. - 184 с.
19. Кадры и кадровая политика в высшей школе: Тр. Исслед. центра / Ю.С. Васильев, С. А. Кугель, С.А. Тихомиров и др. / Исслед. центр Гособразования СССР по проблемам управления качеством подготовки специалистов. - М., 1991. - 149 с.
20. Комплексный план-программа непрерывной экологической и природоохранной подготовки студентов Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина / Под ред. Ю.С. Васильева. - Л., 1988. - 163 с.
21. Концепция экологического образования в техническом университете / Под ред. М.П. Федорова. - СПб., 1998. - 45 с.
22. Блинов Л.Н. Фундаментальность и системность экологического образования - основа ноосферного образования // Смыслы культуры: Матер. Междунар. науч. конф. - 1996. - С. 227-229.
23. Блинов Л.Н. Некоторые вопросы химии окружающей среды / Курс лекций по общей химии. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1989. - С. 186-220.
24. Блинов Л.Н. Экологическая химия // Курс лекций по общей и экологической химии. - СПб., 1993. - С. 193-234.
25. Дончеико В.К., Федоров М.П. Экологическая безопасность

энергетики как направление интеграции науки и высшего образования / Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Докл. III Всерос. науч.- практ. конф. с международным участием. Т. 1. - СПб., 1998. - С. 74-82.

26. Донченко В.К., Федоров М.П. Экологическая безопасность энергетики как направление интеграции науки и высшего образования / Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Докл. III Всерос. науч.- практ. конф. с международным участием. - СПб., 1998. - Т. 1. - С. 87-93.

27. Блинов Л.Н. Химико-экологический словарь-справочник. - СПб. : Лань, 2002. - 272 с.

28. Благовещенская М.М., Васильев Ю.С., Волкова В.Н., Козлов В.Н. Концепция программы “Наукоёмкие технологии образования” // Фундаментальные исследования в технических университетах: Матер. IV Всерос. науч.-техн. конф. - СПб., 2000. - С. 4-7.

29. Менделеев Д.И. О народном просвещении России. - СПб., 1998. - 80 с.

30. Образование, которое мы можем потерять: сборник / Под общ. ред. ректора МГУ акад. В.А. Садовничева / Институт компьютерных исследований. - М. : Изд-во МГУ, 2002. - 288 с.

31. Васильев Ю.С., Федоров М.П., Блинов Л.Н. Экологическая безопасность и подготовка кадров / Экологические проблемы и пути их решения в XXI веке: образование, наука, техника : Тр. междунар. науч.-техн. конф. - СПб., 2000. - С. 12-14.

Исторический сборник, посвященный 100-летию ГТФ-ИСФ. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2007.

**КАФЕДРА «ВОЗОБНОВЛЯЮЩИЕСЯ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ
И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА» : ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ***

*Академик РАН, проф., д.т.н. Васильев Ю. С.,
зав. каф., проф., д.т.н. Елистратов В. В. ,
зам. зав. каф. по НИР, доц., к.т.н. Кудряшева И. Г.*

Кафедра была основана профессором А. А. Морозовым в 1921 г. под названием «Утилизация водных сил», с 1936-1986 гг. - переименована в «Использование водной энергии», с 1986 г. - «Возобновляющиеся источники энергии и гидроэнергетика». С 1921 по 1956 г. кафедрой возглавлял профессор А. А. Морозов, умело сочетая направления научной, практической и

педагогической работы. При его участии созданы проекты и построены Рионская, Константиновская, Днепровская, Роухиальская и Волховская гидростанции. Он принимал участие в составлении плана ГОЭЛРО. Под руководством А. А. Морозова были разработаны водно-энергетические схемы использования рек Волги, Камы, Оки, Дона и Днепра, а также первые типовые проекты малых ГЭС.

Большое значение имела и разработанная им схема использования рек северных и северо-западных районов страны: Туломы, Нивы, Свири, Вуоксы, Нарвы и др., а также проекты ряда ГЭС Закавказья, Средней Азии, Карелии. Широкое применение получила разработанная А.А. Морозовым методика водохозяйственных расчетов. Многие сотрудники и выпускники Политехнического института, его ученики, участвовали в воплощении в жизнь проектов, входящих в план ГОЭЛРО. А. А. Морозов является основоположником школы гидроэнергетики, которая имела два направления: подготовка строителей гидротехников на инженерно-строительном факультете и электриков-эксплуатационников на электромеханическом факультете. Его ученики, видные строители - гидротехники: Н. А. Филимонов, К. И. Смирнов, М. В. Инюшин, Н. А. Малышев, Н. В. Разин, А. В. Михайлов, Д. А. Кузнецов, С. А. Левшин, Ф. Г. Логинов - стали Героями Социалистического Труда.

С 1956 по 1976 г. кафедру возглавлял профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки и техники РСФСР Д. С. Щавелев, в трудах которого получили дальнейшее развитие идеи ленинградской школы гидроэнергетиков и, в том числе, в области обоснования параметров и режимов гидроэнергетических объектов. В этот период под руководством Д. С. Щавелева были составлены водно-энергетические схемы использования рек Урала и Алтая. Он принимал участие в технико-экономическом обосновании многих гидроэлектростанций нашей страны как крупнейший специалист по теории расчетов сложных энергетических и водохозяйственных систем.

Большая практическая помощь в составлении обоснования водохозяйственных систем была им оказана целому ряду зарубежных стран: Корейской Народно-Демократической Республике, Китайской Народной Республике, Демократической Республике Вьетнам, Египту и др.

В начале 60-х годов формируются новые научные направления, связанные с разработкой методов физико-математического моделирования для обоснования параметров гидроэнергетических установок и использовании ЭВМ в гидроэнергетике, которые возглавил и успешно развивал профессор, д.т.н., академик РАН, заслуженный деятель науки и техники РФ Васильев Ю. С., являвшийся заведующим кафедры с 1976 по

1999 г. Под его руководством успешно решаются и развиваются проблемы, среди которых важнейшими являются следующие:

- комплексное использование и охрана водных ресурсов в гидроэнергетическом строительстве;
- теоретические основы автоматизированных систем проектирования ГЭС и водохозяйственных объектов.

Важнейшим этапом развития отечественной гидроэнергетики явилось строительство Братской, Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС - крупнейших ГЭС СССР и России. Ученые кафедры А. А. Морозов, Д. С. Щавелев, Ю. С. Васильев, А. В. Тананаев, Н. Н. Головачевский, В. И. Григорьев занимались исследованиями по обоснованию установленной мощности Братской ГЭС (4,5 млн. кВт) и Красноярской ГЭС (6 млн. кВт). Это был грандиозный переход к гидроагрегатам с большой единичной мощностью.

В начале 60-х годов формируются новые научные направления, связанные с разработкой методов физико-математического моделирования для обоснования параметров гидроэнергетических установок и использовании ЭВМ в гидроэнергетике, которые возглавил и успешно развивал профессор, д.т.н., академик РАН, заслуженный деятель науки и техники РФ Васильев Ю.С., являвшийся заведующим кафедры с 1976 по 1999 г. Под его руководством успешно решаются и развиваются проблемы, среди которых важнейшими являются следующие:

- комплексное использование и охрана водных ресурсов в гидроэнергетическом строительстве;
- теоретические основы автоматизированных систем проектирования ГЭС и водохозяйственных объектов.

Важнейшим этапом развития отечественной гидроэнергетики явилось строительство Братской, Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС - крупнейших ГЭС СССР и России. Ученые кафедры А. А. Морозов, Д. С. Щавелев, Ю. С. Васильев, А. В. Тананаев, Н. Н. Головачевский, В. И. Григорьев занимались исследованиями по обоснованию установленной мощности Братской ГЭС (4,5 млн. кВт) и Красноярской ГЭС (6 млн. кВт). Это был грандиозный переход к гидроагрегатам с большой единичной мощностью.

На следующем этапе ученые кафедры Ю. С. Васильев, Д. С. Щавелев, Г. А. Претро, Б. А. Соколов, А. В. Тананаев, И. С. Саморуков, Л. И. Кубышкин, М. П. Федоров и другие активно участвовали в реализации «Договора 28» по созданию уникальной Саяно-Шушенской ГЭС. Экспериментальные и теоретические исследования, проводимые на

кафедре, сыграли серьезную роль в принятии технических решений на этой ГЭС. На высоконапорном энергетическом стенде с напором 10 м проводились комплексные исследования гидроагрегатного блока. Лабораторные исследования водоприемника, трубопровода и проточной части агрегата выполнялись как фрагментарно, так и в составе единой энергетической цепочки. Результаты исследований легли в основу смелого технического решения по организации подвода воды к турбине индивидуальными одноподводными водоводами и одноподводной спиральной камерой вместо намечавшихся проектным заданием двухниточных телескопических трубопроводов с двухподводной спиральной камерой.

Сотрудники кафедры получили ряд авторских свидетельств на изобретения, которые были непосредственно связаны с этой научной работой. Большой вклад кафедры в проектирование и строительство Саяно-Шушенской ГЭС отмечен государственными наградами (Васильев Ю. С., Саморуков И. С.), вручением многим сотрудникам кафедры золотых и серебряных медалей ВДНХ СССР, Почетных грамот Минэнерго СССР и знаков «Участник строительства Саяно-Шушенской ГЭС».

В начале 80-х годов в лаборатории построены экспериментальные стенды, позволившие получать не только качественные, но и количественные энергетические характеристики турбин и насосов, удовлетворяющие требованиям МЭК и позволявшие перенести результаты на натурные объекты. Здесь стали проводить исследования оборудования для низконапорных ГЭС, ГАЭС, НС с широким использованием автоматизированных систем обработки экспериментов и визуализации гидравлических процессов. Результаты модельных исследований сопоставлялись с натурными исследованиями, которые выполнялись на гидроэнергетических объектах: НС Каршинского канала, НС Южно-Украинской АЭС, Игналинской АЭС, капсульных агрегатов Киевской ГЭС. В конце 80-х годов отрабатывались элементы проточного тракта насосов, а также проводилась серия испытаний по отработке технических решений по реконструкции действующих ГЭС, в том числе Киевской. В этих работах принимали участие Виссарионов В. И., Елистратов В. В., Беляев С. Г., Фролов В. В., Пименов В. И., Артемчук С. В., Мухаммадиев М. М.

Широкое внедрение средств вычислительной техники в гидроэнергетике создало основу для разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами ГЭС, каскадов ГЭС и энергокомплексов. Основоположником этого направления является академик РАН Васильев Ю. С., под руководством которого работали Соколов Б. А., Федоров М. П., Кубышкин Л. И., Жакова Т. С. Разработанные и

реализованные методы автоматизированного управления режимами работы ГЭС позволили в полной мере учесть критерии и ограничения, обеспечивающие не только максимальную энерго-экономическую эффективность, но и экологическую безопасность объектов гидроэнергетики.

Исследования, связанные с решением экологических проблем по воздействию гидроэнергетических объектов на окружающую природную среду и разработкой методов многоцелевой оптимизации с учетом этих факторов, становятся в 80-е годы приоритетными в работах Ю. С. Васильева, М. П. Федорова, Н. И. Хрисанова, Н. В. Арефьева, И. Г. Кудряшевой.

В 1986 году по инициативе ныне академика РАН Ю.С. Васильева кафедра получила современное название: возобновляющихся источников энергии и гидроэнергетики. Это позволило расширить диапазон научных исследований, включая направления ветровой, солнечной, биоэнергетики и энергетики вторичных ресурсов.

С 1999 г. по настоящее время кафедру возглавляет профессор, д.т.н., заслуженный энергетик РФ Елистратов В. В. Направлениями научной деятельности кафедры являются оптимизация параметров и режимов работы установок и систем преобразования, аккумулирования и использования энергии возобновляемых источников; автоматизированные системы проектирования, физическое и математическое моделирование экотехнических систем возобновляемой энергетики; технико-экономические исследования и обоснование эффективности гидроэнергетических объектов.

Выполнены и продолжаются научные работы по ФЦП «Интеграция», научным программам Минобразования, гранту Германской программы академического обмена им. Л. Эйлера, проекту по Программе Евросоюза «Инкокоперникус-2», грантам по Президентской программе «Поддержка ведущих научных школ», грантам РФФИ и Федерального агентства по науке и инновациям, а также по многим хоздоговорам.

Основными результатами выполнения НИР являются: методика оценки ветроэнергетического потенциала Северо-Западного региона; общероссийский классификатор гидроэнергетических ресурсов малых рек на примере Северо-Западного и Центрального регионов; технико-экономическое обоснование и бизнес-планирование создания и реконструкции ветроэнергетических установок и малых ГЭС в Ленинградской области и Карелии; оценка энергетической эффективности и экологической безопасности проектов комплексных гидроэнергетических, солнечных, ветро- и биоэнергетических установок. Эти работы отмечены государственной премией в области науки и техники 2003 г., патентом на изобретение 2004 г., первой премией конкурса НИР ОАО «ГидроОГК» 2006

г. удостоена работа «Методология оценки энерго-экономической эффективности гидроэнергетических объектов в новых хозяйственных условиях».

В настоящее время на кафедре работают 19 преподавателей, в том числе, 1 академик РАН, 8 профессоров, 7 доцентов.

Кафедрой подготовлено более полутора тысяч инженеров по специальностям «Гидротехническое строительство» (до 1954 г.), «Гидроэнергетические установки» (до 1980 г.), «Гидроэлектростанции» (до 2004 г.), «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (по настоящее время). В 2006 г. состоялся первый выпуск инженеров по специальности «Экспертиза и управление недвижимостью» со специализацией «Аудит и управление недвижимостью гидроэнергетических объектов».

На кафедре защищено 94 кандидатских диссертаций, в том числе 20 иностранными гражданами, и более 30 докторских диссертаций, за последние 4 года состоялись защиты 8 кандидатских и четырех докторских диссертаций сотрудниками кафедры:

Масликов В. И. Экологическая безопасность ГЭС (основы и практическое применение). Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. 2002.

Бреусов В. П. Использование энергии возобновляемых источников в комбинированных автономных энергосистемах. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. 2002.

Кононова М. Ю. Методология геоэкологического анализа ГЭС и их каскадов. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. 2002.

Сидоренко Г. И. Основы и методы определения комплексного потенциала возобновляемых энергоресурсов региона и его использования. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. 2006.

В настоящее время тематика научных исследований кафедры расширилась, появились новые направления, решение которых связано с развитием отечественной энергетики:

- современные методы технико-экономического и эколого-экономического обоснования параметров энергетических объектов для формирования инвестиционного потенциала, в том числе при комплексной реконструкции и модернизации;

- экспертно-информационные технологии для обеспечения эффективности и надежности работы энергетических установок и комплексов на основе ВИЭ;

- методы и системы автоматизированного проектирования и математического моделирования гидроэнергетических и водохозяйственных объектов;

- методы и комплексные исследования солнечных, био-, ветро- и гидроэнергетических установок на основе физического моделирования.

Наиболее интересными и актуальными можно назвать следующие работы:

- разработка методики проектирования малых ГЭС с использованием компьютерных технологий;

- разработка и экспериментальные исследования ветроэнергетической установки со спиральными лопастями;

- разработка методов энерго-экологического обоснования модернизации и реконструкции объектов топливно-энергетического комплекса.

- обоснование энерго-экономической эффективности ГЭС и ГАЭС в новых хозяйственных условиях.

- разработка научных основ обоснования параметров проектирования и управления технологическими процессами объектов гидроэнергетики.

Кафедра имела многолетние связи и в настоящее время сотрудничает со многими зарубежными университетами Германии, Чехии, Австрии, Финляндии, Польши, Дании, Бразилии, Вьетнама и других стран в области энергетики.

Кафедра участвовала в организации и проведении ряда крупных конференций, в том числе и международных, посвященных вопросам развития гидроэнергетики и охраны окружающей среды:

- «Возобновляемая энергетика 2003: состояние, проблемы, перспективы».

- «Современные проблемы нетрадиционной энергетики». 2003.

- «Неделя науки СПбГПУ» (ежегодная).

- «Гидроэнергетика: новые разработки и технологии». 2005.

Сотрудниками кафедры подготовлено более 30 монографий, 50 учебных пособий, несколько сот статей, получено более трех десятков авторских свидетельств и патентов, в том числе за последние годы:

Гидроэлектростанции малой мощности. 2-е изд. /Под ред. В.В. Елистратова. - СПб. СПбГПУ. 2005. 35 п.л.

Научная школа академика Ю. С. Васильева в области энергетики и охраны окружающей среды. / Под ред. М. П. Федорова и В. В. Елистратова. - СПб. СПбГПУ. 2004. 10,5 п.л.

Васильев Ю. С., Саморуков И. С., Хлебников С. Н. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Учебное пособие. - СПб. : СПбГТУ.2002. 8,5 п.л.

Кубышкин Л. И. Автоматизация проектирования объектов возобновляемой энергетики. Ч.1. Уч. пособие. - СПб.: СПбГПУ. 2003, 8.5 п.л.

Елистратов В. В., Кузнецов М. В. Определение ветроэнергетических ресурсов региона. 4.1. Уч. пособие. - СПб.: СПбГПУ, 2004. 7,4 п.л.

Заиров Х. И., Кудряшева И. Г. Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики. Водноэнергетические расчеты. - СПб. СПбГПУ, 2004. 3,75 п.л.

Бреусов В. П., Елистратов В. В., Ташимбетов М. А. Возобновляемые источники энергии и способы их использования (на примере Центрально-Азиатского региона). - СПб. Нестор, 2005. 8.5 п.л.

Елистратов В. В., Константинов И. А., Панфилов А. А. Расчет фундаментов ветроэнергетических установок. 4.2.Свайные фундаменты. - СПб. СПбГПУ. 2005. 6 п.л.

Возобновляемая энергетика для Северо-Запада России. Ресурсы и перспективы. /Под ред. В. В. Елистратова. - СПб. «Друзья Балтики». 2005. 5,25 п.л.

Зубакин В. А. Управление водно-энергетическими режимами ГЭС на основе теории риск-менеджмента. Уч. пособие. -СПб. СПбГПУ. 2006. 11,75 п.л.

На кафедре имеются лаборатории и уникальное оборудование для проведения учебных работ и научных исследований:

1. Лаборатория гидроэнергетических установок с универсальными стендами для исследований агрегатов ГЭС, ГАЭС и НС.

2. Лаборатория информационных технологий в энергетике.

3. Лаборатория ветроэнергетических установок (в филиале кафедры в ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»).

4. Исследовательский комплекс с гелиосистемой горячего водоснабжения мощностью 8 т горячей воды и тепловым насосом 9 кВт (учебно-оздоровительная база СПбГПУ в пос. Новомихайловский).

В составе лаборатории ГЭУ имеется три универсальных стенда: горизонтальных капсульных агрегатов, агрегатов с вертикальной осью, гидроагрегатных блоков низконапорных ГЭС.

Комплекс исследований, проводимых кафедрой, не замыкается на одной группе методов, горизонты научной методологии постоянно расширяются, обогащаются, взаимодействуют.

На базе созданной учебно-вычислительной лаборатории (в настоящее время лаборатории информационных технологий) развиваются исследования в области автоматизации информационных технологий в гидроэнергетике.

Многие выпускники кафедры, защитив кандидатские, а затем и докторские диссертации, стали ведущими специалистами ВУЗов, проектных, строительных и научно-исследовательских организаций. Кафедра гордится именами выпускников разных лет и тесно сотрудничавших с кафедрой: Абелева А. С., Арсеньева Г. С., Бальзанникова М. И., Беляева С. Г., Вельнера Х. А., Виссарионова В. И., Гиргидова А. Д., Гольдина А. Д., Ивашинцова Д. А., Кариева Д. А., Кузьмина С. А., Курганова А. М., Михайлова Л. П., Михалева М. А., Мошкова Л. В., Мустафина Х. Ш., Мухаммадиева М. М., Патеры А., Резниковского А. Ш., Соколова Б. А., Тананаева А. В., Федорова М. П., Хабачева Л. Д., Храпкова А. А., Хрисанова Н. И., Шарыгина В. С., Шульмана С. Г. и многими другими.

Тесные многолетние творческие и научные связи и контакты связывают кафедру с организациями-партнерами, среди которых можно отметить: ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»; ОАО «ТГК-1»; ОАО «Спецгидроэнергомонтаж»; МНТО «ИНСЭТ»; ОАО «ГидроОГК».

На кафедре ведется постоянная научная работа со студентами, которые активно участвуют в ежегодной неделе науки с презентациями своих первых научных работ. Ежегодно выпускники кафедры участвуют и занимают высокие места в конкурсах Ленэнерго, Всероссийском конкурсе студенческих НИР, конкурсе ТГК-1 на лучшую дипломную работу, студенческих Всероссийских олимпиадах «Энерго- и ресурсосбережение» и др. Выпускники не теряют связи с кафедрой, и после окончания института самые талантливые из них становятся аспирантами, пополняя научный потенциал кафедры.

**Статья воспроизведена без портретов и др. иллюстраций*

РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : материалы Респуб. науч.-техн. конф. / . – Ленинград. : ЛПИ, 1976.

Ю. С. Васильев, Н. В. Зарубаев, Ю. В. Ракитский

О МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СВЯЗИ С РАЗРАБОТКОЙ ЕВХС СТРАНЫ

Развитие промышленности, сельского хозяйства и рост народонаселения существенным образом влияют на характеристики водного бассейна рек. Исчерпание водных ресурсов в бассейнах рек Средней Азии, Казахстана и Европейской части страны обуславливает необходимость межрегионального перераспределения поверхностного стока. Рассматриваемые технические схемы переброски стока рек из одного бассейна в другой предусматривают серьезное вмешательство человека в установившиеся природные связи. Нарушение вековых экологических связей может повлечь негативные изменения в природных условиях, поэтому до принятия решений по техническим проектам необходимо выявить основные тенденции изменений экологических связей [6].

Для выработки рациональных инженерно-технических решений по межрегиональному перераспределению стока и на последующих этапах при формировании единой водохозяйственной системы страны найдут широкое применение методы математического моделирования экологических систем. При разработке достаточно универсальных моделей экосистем можно наметить следующие взаимосвязанные разделы общей программы исследований:

- 1) разработка и обоснование идеологии моделирования экологических систем в их динамике;
- 2) построение иерархии моделей естественных экологических связей, а также прогнозируемых последствий воздействия на эти связи антропогенных факторов;
- 3) разработка теории и практических методов информационного обеспечения моделей экосистем;

- 4) разработка и использование математического и технического обеспечения моделирования рассматриваемых проблем;
- 5) изучение конкретных процессов на моделях и интерпретация результатов моделирования;
- 6) разработка теории и практических методов оптимизации решений по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

Анализ применяемых в настоящее время математических моделей рационального использования водных ресурсов, например имитационной модели экосистем Азовского моря (НИИ механики и прикладной математики Северо-Кавказского научного центра) и других, показывает, что природные связи часто описываются дифференциальными уравнениями. Реализация моделей на ЦВМ занимает много машинного времени. Поэтому возникает необходимость в совершенствовании вычислительных процедур. Остановимся на этом вопросе подробнее.

Опыт моделирования динамических процессов показывает, что системы дифференциальных уравнений, их описывающие, как правило, являются жесткими [1]. При использовании классических методов численного решения это приводит к недопустимым потерям времени работы ЦВМ.

Однако до настоящего времени строгого определения класса жестких систем уравнений не существовало. Даже в самых полных работах ограничиваются их примерами [2].

Определение 1. Автономная система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dz(t)}{dt} = f(z), \quad f(z) \in C^p(G), \quad G \subset R^m \quad (1)$$

называется жесткой, если для любых начальных значений $z(0) = z^0 \in G$ на заданном сегменте $[0, T]$, принадлежащем интервалу существования решения (1), выполнены условия:

А. Максимальный модуль собственных значений матрицы Якоби (спектральный радиус) ограничен вдоль решения $z(t)$

$$L \leq \rho \left(\frac{\partial f(z)}{\partial z} \right) \leq \left\| \frac{\partial f(z)}{\partial z} \right\| = \left\| \frac{\partial K(t+\tau, t)}{\partial \tau} \Big|_{\tau=0} \right\| < \infty; \\ 0 \leq t \leq T.$$

Б. Существуют такие числа τ_{nc} , $0 < \tau_{nc} \ll T$; s , $1 \leq s \leq p$ и $N \gg 1$, при которых справедливо неравенство

$$\left\| \frac{\partial^s K(t+\tau, t)}{\partial \tau^s} \Big|_{\tau > \tau_{nc}} \right\| \leq \left(\frac{L}{N} \right)^s;$$

$$0 < \tau_{nc} \leq t + \tau_{nc} \leq t + \tau \leq T,$$

где $K(t+\tau, t)$ — матрица Коши системы уравнений в вариациях для (1); норма матрицы $\|A\| = \max_i \sum_{j=1}^m |a_{ij}|$; τ_{nc} — длина пограничного слоя; $|\cdot|$ — модуль числа.

Определение 2. Неавтономная система обыкновенных дифференциальных уравнений порядка m

$$\frac{dx(t)}{dt} = F(t, x); \quad x(t_0) = x_0$$

называется жесткой, если жесткой является равносильная ей автономная система порядка $m + 1$

$$\frac{dx(\tau)}{d\tau} = F(t, x); \quad \frac{dt}{d\tau} = 1; \quad x(0) = x_0; \quad t(0) = t_0.$$

Следствие. Для жесткой системы (1) справедливо неравенство

$$\left\| \frac{d^s z(t)}{dt^s} \Big|_{\tau > \tau_{nc}} \right\| \leq \left(\frac{L}{N} \right)^s \left\| \frac{dz(t)}{dt} \Big|_{t=t_0} \right\|.$$

Жесткие системы нельзя решать стандартными методами, например, явными методами типа Рунге-Кутты из-за очень малого шага интегрирования по сравнению с продолжительностью решения.

Как правило, для их интегрирования применяются неявные методы [1] с использованием итерационной процедуры Ньютона для решения проблемы неявности. В качестве начального приближения применяют стандартные явные методы [2]. Высокую эффективность при решении жестких уравнений обеспечивают системные методы [3, 4], разработанные в ЛПИ им. М. И. Калинина. В отличие от классических, они позволяют решать жесткие уравнения в десятки и сотни раз быстрее. При этом сохраняется необходимая точность.

При разработке ЕВХС страны необходимо иметь в виду, что с опережением идет создание общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством (ОГАС).

ОГАС предполагается вводить в два этапа: 1) создание отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ) и функциональных АСУ (например, автоматизированную систему Государственной статистики и т. д.); 2) создание общегосударственных функциональных АСУ и подключение ОАСУ. На первом этапе перед разработчиками АСУ встают значительные экономико-математические трудности в оценке, увязке и определении целей ОАСУ. Противоречия

в постановке и выполнении целей затрагивают ряд министерств и ведомств, управленческие взаимосвязи между которыми гораздо слабее, чем внутри одного министерства.

Как правило, водохозяйственные системы (ВС) обслуживают многие отрасли народного хозяйства: промышленность, энергетику, сельское хозяйство, транспорт и т. д. Однако, вопросы увязки функционирования АСУ «Энергия» и «Вода» практически не рассматриваются. Известно, что цели оптимизации режимов ГЭС как звена электроэнергетической системы могут находиться в противоречии с целями других водопользователей и водопотребителей. Главной задачей управления ВС является распределение воды между участками водохозяйственного комплекса. Развивающаяся ВС обладает всеми качествами и свойствами большой, сложной динамической системы. Многоцелевое функционирование ВС обуславливает и многоцелевую оптимизацию. В работах по оптимизации обычно выделяют одну целевую функцию. Другие функциональные связи принимаются в качестве ограничений.

При исследовании производственных ситуаций на моделях и управлении режимами работ ГЭС необходимо иметь единый критерий оптимальности в водохозяйственных гидроэнергетических подсистемах отраслевых АСУ «Энергия» и «Вода». Используя такой принцип в распределении водных ресурсов, необходимо учитывать нестабильность целевой функции не только в результате развития ВС, но и вследствие временных изменений ресурса (от года к году и от сезона к сезону), при которых ВС работает то с избытком, то с недостатком ресурса.

Таким образом, решение задачи распределения водных ресурсов предполагает достижение многих целей — экономических, технических, социальных. Поскольку общего решения для многоцелевой оптимизации ВС нет, принятое компромиссное решение можно считать лишь приближением к оптимальному, т. е. квазиоптимальным [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Curtiss C.F. and Hirschfelder J. O. — Proc. Nat. Acad. Sa. USA. 1952, vol. 38.
2. Stiff differential systems. The IBM research symposia series. New York and London, 1974.

3. Ракитский Ю.В. — «ДАН СССР», 1972 - Т. 207. - № 4.

4. Ракитский Ю.В. // Тр. ЛПИ. – 1973. - № 332.

5. Васильев Ю.С., Соколов Б.А., Щавелев Д.С. О компромиссе целей оптимизации в системах управления «Энергия» и «Вода» // Разработка математического обеспечения ОАСУ «Энергия». - Кишинев, 1973.

6. Zarubaev N. V. Some environmental aspects of the multipurpose use of the water and land resources. University of Colifomia, Davis, 1975.

ИЗВЕСТИЯ ВСЕСОЮЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА. – 1976. – Т. 108, вып. 5.

Ю. С. Васильев, Н. В. Зарубаев

О ПЕРСПЕКТИВАХ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Развитие народного хозяйства и рост населения определяют увеличивающиеся объемы водопотребления. Для нужд промышленности, сельского хозяйства и транспорта ежегодно расходуется около 260 км³ воды, а на уровне 2000 года общее водопотребление в СССР, по нашей оценке, может превысить 600 км³.

Ввиду неравномерности распределения водных ресурсов по территории страны, различной плотности населения, а также большого разнообразия в специфике и концентрации промышленного и сельскохозяйственного производства возрастает роль межбассейнового перераспределения речного стока. Если в настоящее время посредством различных водоводов (каналов, туннелей, трубопроводов) перераспределяется ежегодно около 40 км³ воды, то в дальнейшем масштабы перебросок существенно увеличатся. В первую очередь переброска стока необходима в бассейны Волги, Урала, Дона и Днепра, для многих из которых уже сейчас характерны напряженные водохозяйственные балансы. Ограниченными водными ресурсами обладают Центральный Казахстан и республики Средней Азии.

Главными водохозяйственными проблемами, связанными с межбассейновым перераспределением речного стока, являются [1]: 1) переброска части стока рек Печоры, Вычегды, Северной Двины в Волжско-Камский и Донской бассейны (восточные варианты); 2) переброска части

стока рек Онеги, Ловати, Сухоны, а также воды из бассейнов озер Кубенское, Лаче, Воже, Онежское и Ладожское в бассейн Волги и Днепра (западные варианты); 3) использование части стока низовьев Дуная для водообеспечения южных районов Украины и Молдавии; 4) переброска части стока рек Иртыша и Оби в бассейн Аральского моря.

Варианты инженерных решений рассматриваются рядом организаций. Строительство и эксплуатация крупных водохозяйственных объектов приводят к изменениям природной среды, как положительного, так и отрицательного характера. К числу последних относятся нарушения гидрологического, гидробиологического и гидрохимического режимов в верхних и нижних бьефах гидроузлов, что может неблагоприятно влиять на санитарное состояние водоемов и водотоков, их ихтиофауну, на рациональное использование земельных ресурсов и т. п. Одновременно с этим происходят существенные изменения гидрологических условий. Это выражается в подъеме уровней грунтовых вод, подтоплении значительных площадей, переработке берегов водохранилищ и в существенных потерях на фильтрацию по трассам переброски стока. Так, потери только в ирригационных системах США превышают 80 млн м³ в сутки, что за вегетационный период составит около 15 км³.

В зоне крупных водохранилищ изменяется климат, что выражается в снижении среднесуточных температур и повышении влажности воздуха в летний период, увеличении скорости ветра, некотором возрастании количества атмосферных осадков и ряде других особенностей. Прогнозирование климатических изменений — сложная задача. Требуется разработка динамических моделей этих явлений на базе теоретико-вероятностного подхода и неполной исходной информации.

Существенные изменения природных условий зафиксированы в зонах осуществления гидротехнических мелиораций. Есть примеры, когда в отдельных районах при проведении осушения выполнялись недостаточно обоснованные работы по регулированию водоприемников, что впоследствии вызывало их обмеление, пересушку в прошлом заболоченных площадей и почти полное исчезновение многих представителей животного мира и первоначальной растительности. На таких «освоенных» территориях летом ощущается большой дефицит влаги, который приходится восполнять за счет искусственного увлажнения. Вместе с тем осушительные системы, в пределах которых осуществляется двустороннее регулирование водного режима, в наилучшей степени отвечают интересам устойчивого

сельскохозяйственного производства и способствуют поддержанию природных условий, достаточно близких к первоначальным. К таким системам относятся польдерные и частично осушенные площади, расположенные в поймах равнинных рек.

Негативные примеры из практики орошения освещены в литературе, Неупорядоченное водопользование приводит к расходованию чрезмерного количества воды. Следствием этого является заболачивание и засоление орошаемых земель, что, в свою очередь, приводит к потере ценного сельскохозяйственного фонда и резкому ухудшению природной среды.

Дальнейшее развитие дождевания, а впоследствии подпочвенного орошения позволит существенно уменьшить расход воды на 1 гектар. Одновременно создаются благоприятные условия для получения высоких и устойчивых урожаев при соблюдении сложившихся экологических закономерностей. Наиболее перспективным является капельное орошение. По нашим данным, оросительные нормы при этом могут быть сокращены в 2 - 2.5 раза. Исследования данного типа увлажнения почв и растений следует вести в более широких масштабах [2].

При расширении водохозяйственных мероприятий, к которым относятся работы по межбассейновому перераспределению речного стока, особое внимание в ближайшие годы должно быть сосредоточено на вопросах научного прогнозирования изменений природных условий.

Методика научного прогнозирования последствий хозяйственной деятельности человека находится на начальной стадии своего развития из-за отсутствия надежной информации. Существуют лишь частные работы, посвященные влиянию агротехнических, гидромелиоративных и лесомелиоративных мероприятий на режим отдельных водотоков и водоемов. В настоящее время необходимо приступить к разработке общей теории рационального использования и охраны водных ресурсов суши на основе экологического подхода.

К проектированию водохозяйственных объектов кроме топографов, геологов, гидрологов, почвоведов, экономистов и инженеров-гидротехников необходимо шире привлекать географов, ботаников, зоологов, врачей, социологов, философов и других специалистов, которые совместными усилиями смогут всесторонне изучить природную среду и дать научно обоснованный прогноз ее изменения после осуществления комплекса водохозяйственных мероприятий.

По нашему мнению [3], программа первоочередных исследований в области прогнозирования, рационального использования и охраны водных ресурсов должна базироваться на следующих взаимосвязанных разделах:

1) обоснование основных принципов моделирования экологических систем в их непрерывном развитии; 2) построение системы моделей природных связей и прогнозирование последствий воздействия на эти связи антропогенных факторов; 3) теоретическое обоснование и установление методов информационного обеспечения моделей экосистем; 4) разработка и использование математического и технического обеспечения моделирования рассматриваемых проблем; 5) исследование конкретных процессов на моделях и интерпретации результатов моделирования; 6) разработка основных теоретических положений и практических приемов для проведения научно обоснованной водохозяйственной политики, направленной на наиболее разумное использование и охрану природных вод.

В связи с быстрым ростом народонаселения и развитием экономики особое значение приобретают вопросы сокращения норм водопотребления.

Наибольшее количество воды расходуется для нужд орошаемого земледелия. В СССР орошается примерно 13 млн га с ежегодным потреблением около 130 км^3 воды, из которых около 100 км^3 расходуется безвозвратно. Соответственно средняя оросительная норма превышает 10 тыс. м^3 на 1 га, что в 1.3—1.5 раза больше фактической потребности возделываемых культур в воде. Это происходит вследствие значительных потерь на фильтрацию, испарение и непроизводительные сбросы в пределах ирригационных систем. По мнению некоторых специалистов в области водного и сельского хозяйства, необходимо довести к 2000 г. общие площади орошения до 40—45 млн га, что соответственно потребует увеличить водозабор до 350—380 км^3 ежегодно. Сторонники подобной точки зрения считают, что при столь резком развитии орошения сельскохозяйственное производство будет надежно ограждено от губительного действия засух, а население — полностью удовлетворено в продуктах питания. При этом имеется в виду, что улучшение качества и ассортимента последних должно расти быстрее, чем рост численности населения.

Не отрицая этих соображений, отметим, что для упомянутых прогнозов характерна существенная диспропорция в темпах роста народонаселения и орошаемых площадей. Так, прирост населения за указанный период не превысит 40%, в то время как площади орошения должна возрасти в 3.5 раза, что потребует слишком больших материальных затрат и экономически может оказаться неоправданным, если учесть большие трудности, возникающие при освоении новых орошаемых площадей

Хорошо известно, что рост производства сельскохозяйственной продукции может быть обеспечен не только за счет резкого расширения ирригационного фонда, но и путем значительного повышения урожайности.

Поэтому при прогнозировании развития гидромелиорации необходимо тщательно учитывать биоклиматический потенциал природных зон с тем, чтобы в пределах каждой из них получить наибольший эффект в производстве сельскохозяйственной продукции. Большое значение в связи с этим имеет выполнение постановления ЦК КПСС и Совет Министров СССР от 20 марта 1974 г. «О мерах по дальнейшему развитию сельского хозяйства нечерноземной зоны РСФСР». В соответствии с этим постановлением до 1990 г. намечается построить мелиоративные системы на площади около 10 млн га. В основном эти системы будут двухстороннего действия, для чего, по нашим подсчетам, понадобится ежегодно располагать водными ресурсами в объеме до 25 км^3 , а с учетом развития промышленности и роста населенных пунктов до — $40\text{-}50 \text{ км}^3$.

Данные обстоятельства должны быть приняты во внимание при прогнозировании перераспределения водных ресурсов в европейской части СССР. Говоря о прогнозировании, нужно особо подчеркнуть, что оно должно производиться не только для уровней 2000 и 2020 годов, но и на более отдаленную перспективу (2100, 2200 гг.). Это дает возможность повысить ответственность принимаемых решений и избежать ошибок, которые могут проявиться много лет спустя и которые придется исправлять путем повторного перераспределения воды, на что потребуются слишком большие средства. Отдельные ошибки такого рода нами были отмечены при ознакомлении с некоторыми водохозяйственными системами в США (в штатах Калифорния, Аризона, Колорадо, Вайоминг, Техас).

Не останавливаясь в данной статье на вопросах водообеспечения промышленности, где всемерно должны внедряться замкнутые и оборотные системы водоснабжения, что является предметом особого рассмотрения, отметим лишь некоторые аспекты коммунального водоснабжения на перспективу.

В настоящее время при общей численности городского населения СССР около 150 млн человек удельное водопотребление колеблется от 100 до 300 л/сутки на каждого жителя. Это соответствует суммарному водозабору около 10 км^3 в год. В дальнейшем, с ростом урбанизации, численность городского населения будет неуклонно возрастать и на уровне 2000 года она может составить до 80% от населения всей страны. При этом некоторыми рекомендациями, принятыми при прогнозировании водопользования водных ресурсов, предусматривается увеличение норм удельного водопотребления для городских жителей в 2—2.5 раза. В частности, для жителей крупных городов удельное водопотребление должно возрасти с 300 до 500—550 л/сутки. Соответственно суммарное потребление

воды коммунальным хозяйством достигнет 35 км³ в год, что вызовет резкое увеличение объемов канализационных стоков и потребует больших затрат на строительство очистных сооружений.

По нашему мнению, предусматривать столь значительный рост удельного водопотребления не следует. Необходимо учитывать успехи в развитии химической и лесной промышленности, часть предприятий которых, по-видимому, может начать выпуск различных средств для удаления отходов жизнедеятельности человеческого организма, поддержания чистоты в городах и населенных пунктах и для других санитарных целей. Очевидно, это позволит сократить расходование воды.

Учет изложенных здесь соображений позволит сократить общую потребность в воде и в известной мере пересмотреть в сторону уменьшения, намеченные к переброске объемы речного стока. Это должно иметь особое значение в связи с тем, что последние десятилетия характеризуются маловодностью многих рек в европейской части СССР, в том числе и относящихся к бассейнам Балтийского, Белого и Карского морей.

Затронутые нами вопросы являются лишь небольшой частью весьма актуальной и чрезвычайно сложной проблемы рационального использования и охраны природных вод, как на обозримую, так и на отдаленную перспективу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР /под ред. П. С. Непорожного. - М., 1970.

[2] З а р у б а е в Н.В., З о н н И.С., Полетаев Ю.Б. Системы локального полива. - М., 1975.

[3] В а с и л ь е в Ю. С., З а р у б а е в Н. В., Р а к и т с к и й Ю. В. Вопросы моделирования экологических систем в связи с разработкой ЕВСХ страны : Докл. на конфер. «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов». - JL, 1975.

Ю. С. Васильев

ОХРАНА ПРИРОДЫ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Достигнутый высокий технический уровень производства, уровень социального, политического и экономического развития, существующий регламент взаимодействия общества и природы оказывают прямое влияние на темпы роста отраслей народного хозяйства и пропорции между ними. В настоящее время факторы, регламентирующие взаимодействие общества и природы, перешли в разряд важнейших факторов, которые, в первую очередь, определяют развитие отдельных отраслей народного хозяйства. Это следует из Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» (1972 г.), а также решений XXV съезда КПСС.

В указанном постановлении функции государственного контроля за правильным использованием природных ресурсов распределены между семью министерствами, тремя государственными комитетами и органами советской власти на местах.

Так, например, Минсельхоз СССР отвечает за сохранность земель, охотничьих угодий, заповедников, флоры и фауны, за правильное применение ядохимикатов. Минводхоз СССР несет ответственность и осуществляет контроль за рациональным использованием водных ресурсов от истощения, загрязнения, засорения и распределением воды в бассейнах рек, имеющих межреспубликанское значение. Министерство геологии — за охрану подземных вод от истощения и загрязнения. Минэнерго СССР отвечает за правильное использование тепловыми электрическими станциями водных ресурсов и атмосферы. Главное управление гидрометслужбы осуществляет наблюдение и контроль за уровнем загрязнения природной среды и обеспечивает экстренную информацию о резких изменениях степени загрязнения воды и воздуха.

Созданная в настоящее время общегосударственная система контроля за правильным использованием природных ресурсов и охраной окружающей среды успешно функционирует. В дальнейшем она будет развиваться и совершенствоваться. Наряду с большими

достижениями в рассматриваемой системе проявились и некоторые ее недостатки, связанные с ведомственным и территориальным подходом к решениям практических вопросов.

Устранение недостатков будет сопровождаться усилением влияния общенационального, общегосударственного подхода в решении сложных природоохранных проблем.

Контроль за правильным использованием природных ресурсов и их охраной потребовал создания разветвленной сети наблюдательных пунктов.

Важной многоплановой задачей является учет вод и их использования на объектах различных министерств и ведомств. Служба учета и использования вод в народном хозяйстве формируется под общим руководством Минводхоза СССР. В 1974 г. под контроль было взято около 100 тысяч организаций и населенных пунктов [1], что составляет 50% общего количества объектов, на которых надлежит проводить количественный учет использования вод. Образовано более 100 бассейновых и территориальных управлений и инспекций.

Для правильного учета расходуемой воды и контроля за ее качеством следует отказаться от малоэффективных косвенных способов измерений. Целесообразно осуществить повсеместно переход к применению приборов и аппаратов. Конечно, это не простая задача, так как количество потребных водомерных устройств исчисляется сотнями тысяч. Для производства контрольно-измерительной аппаратуры учета вод необходимо организовать специализированные предприятия. Выпуск подобной аппаратуры требует создания более широкой номенклатуры первичных датчиков и разработки нормативных указаний.

Снабжение населения пресной водой хорошего качества и обеспечение ею всех отраслей народного хозяйства из локальной проблемы превратилось в глобальную для всего человечества.

К 1 июня 1975 г. население земного шара достигло 3 млрд. 967 млн. человек. Из демографического ежегодника ООН следует, что по континентам население расположено весьма неравномерно (см. таблицу).

В таблице приведены данные о среднем годовом стоке рек континентов и запасах пресной речной воды, приходящихся каждого жителя. В сутки один житель нашей планеты потребляет 27 м^3 пресной воды. Наиболее обеспечены пресной водой жители Южной Америки, где на одного человека приходится в 5,5 раз больше воды, чем в Азин.

Континент	Население		Годовой сток рек, км ³	Годовой объем воды на 1
	млн чел.	%		
Азия	225	5	13	5
Европа	473	1	3	6
Африка	401	1	4	10
Южная Америка	324	6	10	32
Северная Америка	237	6	5	25
Австралия и острова	286	7	—	—
Земной шар	396	1	38	9
	7	00	830	750

Сток рек СССР равен 4350 км³. Объем годового стока, приходящийся на одного человека, составляет 19 тыс. м³. Однако распространение стока рек таково, что на территории, где проживает 3/4 населения, имеется только 13% речного стока. За последние 25 лет водопотребление увеличилось в 3 раза. В ближайшей перспективе потребуется осуществлять грандиозные проекты межрегионального перераспределения стока рек [2].

Если рассматривать водное хозяйство страны как единую ветвь народного хозяйства, то основные фонды этого назначения в 1973 г. оценивались более 50 млрд. руб. Это составляет порядка 12% всех производственных основных фондов. По прогнозам [3] в ближайшей перспективе основные фонды водохозяйственного назначения увеличатся в 4—5 раз. Следовательно, масштабы гидротехнического строительства существенно увеличатся. Видное место при этом будет отводиться строительству гидроэлектрических станций.

О роли гидроэнергетики и ее месте в научно-техническом прогрессе можно судить по следующим данным. В официальных материалах ООН указывается, что на начало 1975 г. суммарная мощность стационарных электрических станций мира составляла 1482 млн. кВт и годовая выработка за 1974 г. равнялась 6245 млрд. кВт-ч. На долю ГЭС приходилось 22,8%, что составляет соответственно 338 млн. кВт и 1426 млрд. кВт-ч.

Выработка электроэнергии всеми гидравлическими станциями СССР в 1975 г. составила около 150 млрд. кВт-ч — это 10,5% суммарного производства всеми ГЭС планеты. Заметим, что экономический потенциал гидроресурсов СССР используется не более чем на 14%. В 1975 г. работало более 350 ГЭС мощностью свыше 5 МВт. По нашим оценкам их количество должно удвоиться на рубеже 2010 г.

Существует несколько групп факторов, способствующих строительству гидроэнергетических установок. Потребности энергетических систем в маневренных мощностях, нагрузочном и аварийном резервах, выработке энергии обеспечиваются гидравлическими станциями наилучшим образом. Строительство ГЭС продолжает оставаться: одним из главных звеньев комплексного водохозяйственного строительства, а в отдаленных районах оно создает производственную инфраструктуру для освоения новых территорий. Экономические показатели действующих ГЭС свидетельствуют о том, что себестоимость 1 кВт • ч электроэнергии ГЭС в 5—6 раз ниже, чем на КЭС. Эксплуатация ГЭС требует в 10—12 раз меньше трудовых затрат, чем на КЭС. Значительно меньше требуется и ремонтного персонала.

Фактором, сдерживающим строительство ГЭС, остается высокая капиталоемкость объекта. Кроме того, ГЭС оказывают существенное воздействие на природу. Ввод их в эксплуатацию приводит к значительным экологическим нарушениям, изменяется гидрологический режим рек. Создание водохранилищ приводит к большим затоплениям и потере земельного фонда.

При обосновании строительства новых ГЭС следует полнее учитывать их влияние на окружающую среду. Надлежит в короткий срок разработать методические указания по учету природоохранных мероприятий. Требуется своего совершенствования и методика обоснования основных параметров ГЭС и ГАЭС. Одновременно с работами в этом направлении целесообразно развернуть исследования по изучению влияния ущербов и положительных эффектов ввода ГЭС на окружающую среду.

В ближайшие годы направления гидроэнергетического строительства значительно расширятся. Получат дальнейшее развитие традиционные направления, а именно: возведение ГЭС в составе водохозяйственных комплексов, пиковых ГЭС, гидроэлектрических станций как единственных источников электроснабжения населения. Получит развитие строительство ГАЭС. В Сибири будут строиться ГЭС для передачи энергии в европейскую часть СССР. Будут возводиться ГЭС и ГАЭС как неотъемлемые части энергетического комплекса совместно с АЭС и КЭС. Гидроэнергетические установки, включая крупные насосные станции с обратимыми машинами, предусматриваются в составе водохозяйственных систем

межрегионального перераспределения стока. Все больше внимания будет уделяться модернизации ранее построенных объектов.

В более отдаленной перспективе начнется освоение морских гидроэнергетических ресурсов, в первую очередь строительство приливных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование и охрана водных ресурсов. - Минск : Наука и техника, 1976.

2. Зарубаев Н. В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. - Л. : Стройиздат, 1976.

3. Долгосрочные программы капитальных вложений / под ред. В. П. Красовского. - М. : «Экономика», 1974.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА. – 1977. - № 7.

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Рациональное использование и охрана природных вод от загрязнения и истощения являются одной из центральных задач, определяющих развитие народного хозяйства.

На республиканской научно-технической конференции «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов», в которой приняли участие представители Минвуза РСФСР, Академии наук СССР, Госплана РСФСР и ряда отраслевых министерств, обсуждались результаты научно-исследовательских работ.

Вода — ценнейший природный ресурс. Она может представлять собой и изучаться как источник энергии, технологический компонент, составная часть организма, среда обитания и т. д. Поэтому степень ее вовлечения в процесс жизнедеятельности человека постоянно увеличивается по мере развития цивилизации.

Понятие комплексности использования водных ресурсов наиболее полно разработано применительно к поверхностному водному стоку суши, поскольку пресная вода в большей степени вовлечена в сферу человеческой деятельности.

Научное представление о взаимосвязи природы и общества в эпоху научно-технической революции требует решительного преодоления веками сложившегося натуралистического и технического подхода к природопользованию. Необходимо вырабатывать современное общественное мышление с глубоким проникновением в закономерности природных процессов и развития ионосферы, с полным пониманием места и роли человека в системе общество — природа.

Вопросы комплексного использования водных ресурсов изучаются во многих организациях. Развитие промышленности, сельского хозяйства и рост народонаселения существенным образом влияют на гидрологические характеристики рек. Недостаток водных ресурсов в бассейнах рек Средней Азии, Казахстана и европейской части страны обуславливает необходимость межрегионального перераспределения поверхностного стока. Нарушение вековых экологических связей из-за вмешательства человека в природу часто вызывает негативные последствия. Поэтому до принятия решений по техническим проектам необходимо выявить тенденции экологических связей с надежно прогнозируемыми последствиями.

Переброска стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан коренным образом повлияет на природную срединного региона. Объем переброски стока составит на первом этапе 25 км^3 , на втором этапе — 50 км^3 в год. Будет создана крупнейшая искусственная река протяженностью 2500 км. В комплексе с проблемой орошения и водоснабжения должны решаться вопросы водного транспорта, строительства гидроаккумулирующих электростанций, организации рыбного хозяйства, рекреации, защиты и улучшения природных условий.

Разработанный в Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина (ЛПИ) метод многоцелевой оптимизации параметров водохозяйственных комплексов позволяет учесть аспекты экономического и социального развития, а также окружающей среды, целенаправленного изменения социально-экономических условий в существующих и во вновь создаваемых районах. Для выработки рациональных инженерно-технических решений при межрегиональном перераспределении стока и на последующих этапах при формировании единой водохозяйственной системы страны найдут широкое применение методы моделирования экономико-экологических систем.

Свыше половины расходуемой пресной воды идет на нужды орошаемого земледелия. Между тем эффективность использования воды в орошаемом земледелии не слишком высока. Особенно заметно противоречие между относительно совершенными системами накопления вод и малоэффективными методами ее использования в сельском хозяйстве. Дорогостоящим и технически совершенным водохранилищам и гидроузлам, сложному оборудованию для подъема с больших глубин грунтовых вод нередко противостоят устаревшие способы полива земель.

Проблемы рационального использования водных ресурсов тесно связаны с проблемой их охраны от загрязнения и истощения. Исследования в этих направлениях ведутся широким фронтом.

Замедленные биологические процессы в природно-климатических условиях Крайнего Севера, а следовательно, чрезвычайно медленное восстановление разрушенной природы требует более внимательного отношения к загрязнению почв, водоемов и воздушного бассейна. Нарушение этих требований приводит к ухудшению и без того тяжелых климатических условий жизни населения на Крайнем Севере.

Важным направлением исследований является разработка способов контроля за состоянием водных бассейнов в отношении загрязнения нефтепродуктами, наличия областей повышенной продуктивности фитопланктона и аномально высокой замутненности и т. д. Для этих целей перспективными оказываются аэрокосмические методы дистанционного зондирования.

В области защиты природных вод от загрязнения важнейшим мероприятием, осуществляемым повсеместно, является строительство очистных сооружений. Поэтому большое количество исследований посвящено биологическим и физико-химическим методам очистки вод. Приведем некоторые из них.

Предлагаемые технологические мероприятия, используемые при получении целлюлозы сульфатным способом, позволяют почти полностью избавиться от самых вредных и дурнопахнущих веществ (метилмеркаптан и сероводород), ликвидируют необходимость применения очистных установок для конденсатов и неконденсируемых серосодержащих веществ, а также позволяют избежать окисления черного щелока на специальных установках.

Эффективен способ очистки сточных вод от ионов цветных и тяжелых металлов с помощью силикатно-кальциевых материалов, в том числе шлаков и шламов-отходов металлургических производств. Наиболее эффективными сорбентами-реагентами для большинства ионов цветных и тяжелых металлов

являются высокоосновные шлаки и шламы с большим содержанием силиката кальция.

Промышленные испытания показали возможность очистки стоков с помощью саморассыпающегося феррохромового шлака, обладающего рядом преимуществ по сравнению с известью. При этом стоимость реагента определяется лишь стоимостью транспортировки (доставки), так как шлак является отходом производства.

Использование ионообмена в области очистки промышленных стоков дает возможность не только полностью обезвредить сток, но и осуществить повторное использование воды. Наряду с этим появляется возможность извлечения из воды ценных веществ и возврат их в производственные процессы. Так, при очистке хромсодержащего стока, промывных вод и отработанных электролитов в технологический процесс могут быть возвращены очищенная вода, концентрат хромового ангидрида или хромсодержащих солей, а также хромсодержащие электролиты, очищенные от загрязняющих примесей катионов и анионов до норм, допускаемых технологией.

Переработка промышленных стоков с целью получения из них пара или конденсата, возвращаемого в схему водооборота производства, в сочетании с обезвреживанием токсичных компонентов и утилизацией минеральных солей — одно из перспективных направлений в охране водных ресурсов. Для уфимских заводов текстильного стекловолокна и витаминного производства разработаны установки термической регенерации и обезвреживания сточных вод с глубокой рекуперацией тепла продуктов процесса.

За последние годы значительно возросло производство и применение в народном хозяйстве синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) и моющих средств на их основе. Большинство производимых СПАВ являются биологически трудно разлагаемыми, предельно допустимая концентрация их в водоемах ограничена соответствующими санитарными нормами и составляет 0,1-0,5 мг/л. Одним из способов защиты источников водоснабжения от вредного воздействия СПАВ является предварительное их удаление из сточных вод. Для удаления СПАВ из стоков может быть рекомендован метод ионного обмена. Он позволяет повторно использовать извлеченные СПАВ, стоимость которых высока, и получить воду требуемого качества.

В последние годы в химическую промышленность широко внедряются методы мембранной технологии, объединяющие процессы, основанные на использовании полупроницаемых мембран, которые имеют следующие

преимущества: низкие экономические затраты, простоту и компактность технологического оборудования, возможность очистки воды от органических и неорганических веществ, микроорганизмов, коллоидных частиц. Особенно перспективным является использование одного из мембранных методов — обратного осмоса — для очистки сточных вод гальванических ванн от высокотоксичных веществ: цианидов, хрома, никеля, цинка и др.

Дальнейшее развитие производительных сил страны связано с возрастанием размеров вмешательства в окружающую среду, в том числе увеличением использования водных ресурсов. В этой связи в последнее время получил широкое распространение метод прогнозирования развития отраслей народного хозяйства, использования природных ресурсов, в том числе водных. В последние 15 лет были разработаны генеральная и на ее основе ряд локальных и бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов страны на ближайшую и отдаленную перспективу.

Прогнозирование включает в себя ряд взаимосвязанных вопросов в области экономики, гидрологии, водопотребления и водоотведения, канализации и очистки сточных вод, само-очищающей способности водоемов и др. Основным методическим принципом расчета разбавления поступающих со сточными водами загрязнений водой водоема принят метод сравнения полученных результатов с предельно допустимыми концентрациями гигиенического и рыбохозяйственного нормирования. Одновременно устанавливается кратность разбавления стоков с водой водоема.

Накопление систематических санитарно-гигиенических данных по изучению водоема в динамике с учетом водопользования и проводимых мероприятий создает прочную научную базу для планирования водоохраных мероприятий. Примером этому являются мероприятия по увеличению разбавляющего расхода по рекам Томи, Белой, Верхнему Дону и другим.

Известно, что снижение концентрации вредных примесей, попадающих в водоем со сточной водой, происходит под действием двух факторов: разбавления, обусловленного механическим смешением сточной воды с водами водоемов; самоочищения, обусловленного химическими и биохимическими превращениями вредных примесей в безвредные.

Ряд исследований посвящен изучению особенностей указанных процессов для конкретных водоемов. Представляет интерес методика исследования турбулентной диффузии на напорной воздушной модели с использованием в качестве модели сточной воды предварительно нагретого воздуха.

Значительно изменяют физико-химические и биологические процессы в водоемах сбрасываемые в них большие количества отработанной воды, подогретой до 8-12°C. В ряде случаев это приводит к отрицательным последствиям, выражающимся в изменении качественного и количественного состава биоценозов.

Важным показателем получаемого водоемом тепла является удельная тепловая нагрузка. В случаях слабого и умеренного подогрева, не вызывающего серьезных нарушений гидрохимического и биологического режимов водоемов, удельная тепловая нагрузка составляет соответственно 1-2 и 3-4 кал/м³ в сутки. Большие ее значения характеризуют сильный перегрев. Использование этого показателя при проектировании ТЭС и АЭС позволяет правильно применять тепловую норму и не допускать нарушения экологического равновесия водоемов.

Актуальна задача борьбы с сине-зелеными водорослями. Замечено, что распространение водорослей и простейших в грунтовых водах ограничено береговой зоной водохранилища, а максимальное количество отмечается в мелководной зоне водохранилища. Микроорганизмы развиты повсеместно, достигая максимального расцвета в сфере влияния подпора. Анализ показывает, что благоприятной для развития сине-зеленых водорослей и простейших является сульфатно-гидрокарбонатная кальциево-магниевая среда, в то время как для развития микроорганизмов благоприятной является гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая среда. Развитие, органического загрязнения тесно связано с особенностями гидробиологического строения конкретного участка территории. Суглинисто-глинистые линзы экрана водовмещающих пород, активный водообмен снижают загрязнение грунтовых вод. Наоборот, явления застоя, слабая фильтрация незащищенного участка с поверхности ведут к развитию микроорганизмов, сине-зеленых водорослей и простейших.

Взросшие мощности систем оборотного водоснабжения позволили значительно уменьшить сброс веществ, загрязняющих водоемы. Однако применение водооборотных систем требует квалифицированных знаний о водорослях, бактериях, простейших и грибах, которые довольно часто развиваются в оборотной воде и на стенках аппаратов, нарушая работу всей системы.

Хозяйственная и культурная деятельность современного общества настолько тесно связаны с использованием водных ресурсов, что повседневное знание состояния водных запасов и заблаговременное предвидение изменений в их режиме стали первостепенной необходимостью. Для обеспечения возрастающих потребностей в чистой воде необходимо

строгое выполнение комплекса мероприятий, направленных на охрану водных ресурсов от истощения и загрязнений.

*Д-р техн. наук Ю. С. Васильев
канд. техн. наук В. В. Кудряшев*

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз сб. / . – Ленинград : ЛПИ, 1983. – Вып. 6.

Ю. С. Васильев, В. Р. Окорков, В. С. Макаренко

ОЦЕНКА ВРЕМЕННОГО ЛАГА МЕЖДУ ЗАВЕРШЕНИЕМ И ПРОЯВЛЕНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР

Управление исследованиями по комплексной научно-технической программе Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» осуществляется при всестороннем анализе результатов работ непосредственно после их завершения. Однако оценка на данный момент времени научного потенциала подразделений вузов, принимающих участие в программе, не является всеобъемлющей. Специфика научного труда состоит в том, что результаты работы полностью проявляются по истечении определенного периода времени. На практике научный потенциал подразделений вузов приходится оценивать по результатам ранее проведенных исследований. Необходимость иметь количественные оценки диктуется потребностью управления на основе оптимизационных математических моделей с применением ЭВМ.

Априорно предполагается, что научный потенциал коллектива достаточно адекватно отражается оценкой научного продукта (собственно результатов НИР и роста научных кадров), произведенного в вузовских подразделениях.

На первом этапе можно определить научный потенциал подразделений на основе оценки результатов НИР. С этой целью в головном вузе программы — ЛПИ были отобраны основные показатели, характерные для большинства работ в условиях многопрофильного вуза (рис. 1). Затем проведена экспертиза НИР с целью определения их важности. Одним из наиболее сложных вопросов при оценке экспертами научного потенциала оказался вопрос

установления временного лага между завершением НИР и моментом проявления их результатов.

Очевидно, чем больше времени прошло с момента завершения НИР, тем полнее проявляются ее результаты, но, с другой стороны, в связи с динамичностью науки может возрасти и ошибка при оценке на данный момент времени потенциала подразделения. Например, появление в коллективе новых сотрудников, переоснащение оборудования, изменение направлений исследований и другие факторы влияют на величину научного потенциала, а следовательно, и его оценку.



Рис. 1. Основные показатели оценки эффективности научно-исследовательских работ

Среди разнообразия результатов НИР (см. рис. 1) для определения временного лага статистическим методом были выбраны следующие результаты НИР: 1) экономический эффект (ожидаемый, фактический) в рублях; 2) количество авторских свидетельств. Этот выбор определен тем, что подобные результаты характерны для значительного числа НИР.

Временной лаг с момента окончания работы до момента получения акта о ее внедрении с экономической эффективностью или без нее является крайне нестабильной величиной (может изменяться от 0 до нескольких десятков месяцев), зависящей от объективных и субъективных факторов. Это обстоятельство вынуждает рассматривать этот промежуток времени как случайный. Исчерпывающей характеристикой случайной величины, как известно, является ее функция распределения. Таким образом, для математического описания

рассматриваемого временного лага необходимо построить его функцию распределения.

В статистической литературе известно множество методов оценки функции распределения. Все эти методы условно можно разбить на две группы: параметрические и непараметрические [1].

В тех случаях, когда информация об исследуемой величине только начинает накапливаться, и не разработана модель изучаемого явления, применяются так называемые непараметрические методы оценивания, которые не ограничивают поиск функции распределения заранее заданным семейством. К этим методам относятся, например, методы построения гистограмм и выборочных функций распределения. Погрешность оценивания этих методов является случайной и подчиняется определенным законам распределения, зависящим только от представительности выборки. Это обстоятельство позволяет эффективно вычислять максимально возможную погрешность получаемых результатов по заданному уровню достоверности. Поэтому приведенные ниже оценки функции распределения промежутков времени производились непараметрическим методом выборочных функций.

При построении выборочных функций использовались материалы научно-исследовательского сектора ЛПИ имени М. И. Калинина.

Основными допущениями, принятыми при оценке функций распределения, явились следующие:

1. Временной лаг с момента окончания работы до момента получения акта о ее внедрении статистически независим для различных работ и имеет одну и ту же функцию распределения независимо от объема, длительности и характера исследования.

2. Условия внедрения, получения и выдачи актов о внедрении и т. д. не изменялись в течение всего периода, за который набрана статистика.

Общую схему построения выборочной функции распределения и оценку ее близости к истинному значению функции распределения можно описать следующим образом.

Пусть $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ — взаимно независимые и одинаково непрерывно распределенные случайные величины, и пусть

$$\eta_1 \leq \eta_2 \leq \dots \leq \eta_n$$

те же, но расположенные в порядке возрастания их значений.

Эмпирическим или выборочным называют распределение дискретной случайной величины ξ^* , которая принимает значения $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ с одинаковыми вероятностями $\frac{1}{n}$ - :

$$P \{ \xi^* = \eta_i / \eta_1 \dots \eta_n \} = \frac{1}{n} \quad (i = 1, 2 \dots n).$$

Функция выборочного распределения выражается равенством

$$F(x) = F_n(x/\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n) = P \{ \xi^* < x/\eta_1, \eta_2 \dots \eta_n \} = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq \eta_1 \\ \frac{m}{n}, & \text{если } \eta_m < x \leq \eta_{m+1} & 1 \leq m \leq n-1 \\ 1, & \text{если } x > \eta_n \end{cases}$$

и при каждом x является случайной величиной (функцией от $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$).

Если $F(x)$ достоверно не известна и лишь высказывается гипотеза, согласно которой этой функцией является некоторая заданная функция непрерывного распределения, не содержащая неизвестных параметров, то эту гипотезу необходимо подвергнуть проверке. Для этого применяется критерий Колмогорова.

Наблюдаемое значение выборочной статистики λ Колмогорова задается по формуле

$$\lambda = D\sqrt{n} = \max_x |F_n(x) - F(x)|/\sqrt{n}.$$

Известно [2], что величина $D\sqrt{n}$ при достаточно больших n (практически при $n \geq 20$) имеет функцию распределения Колмогорова, т. е.

$$P \{ D\sqrt{n} \leq \lambda \} = K(\lambda) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k e^{-2k^2\lambda^2}.$$

Эта функция является полностью заданной и не содержит никакой неопределенности. Таким образом, для вычисления доверительного интервала функции выборочного распределения по заданному уровню достоверности P_0 необходимо найти такое X_0 , что

$$K(\lambda) \geq P_0$$

для всех $\lambda > \lambda_0$. При этом «коридор», в котором будет лежать истинная функция распределения $F(x)$, с достоверностью P_0 определится в виде

$$F_n(x) \pm \frac{\lambda_0}{\sqrt{n}}.$$

Ниже приведена таблица, в которой имеются значения X_0 при различных уровнях достоверности P_0 .

Результаты вычислений вероятностей получения с течением времени актов о внедрении как с ожидаемым, так и с фактическим экономическим эффектом и авторских свидетельств сведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Вероятность получения по годам актов о внедрении НИР, отнесенная к вероятности их получения

Временной лаг с момента завершения НИР	Для работ с ожидаемым экономическим эффектом			Для работы с фактическим экономическим эффектом		
	P_0	Доверительные границы с достоверностью		P_0	Доверительные границы с достоверностью	
		0,8	0,95		0,8	0,95
1 год	0,724	$\pm 0,180$	$\pm 0,226$	0,750	$\pm 0,142$	$\pm 0,190$
2 года	0,909	+0,091 -0,180	+0,091 -0,226	0,930	+0,070 -0,142	+0,070 -0,180
3 года	0,964	+0,036 -0,180	+0,036 -0,226	0,970	+0,030 -0,142	+0,030 -0,190
4 года	1	+0,0 -0,180	+0,0 -0,226	0,988	+0,012 -0,142	+0,012 -0,190

Таблица 3

Вероятность получения по годам авторских свидетельств по НИР, отнесенная к вероятности их получения

Временной лаг с момента завершения НИР	P_0	Доверительные границы с достоверностью	
		0,8	0,95
1 год	0,665	$\pm 0,072$	$\pm 0,091$
2 года	0,883	$\pm 0,072$	$\pm 0,091$
3 года	0,938	+0,062 -0,072	+0,062 -0,091
4 года	0,966	+0,034 -0,072	+0,034 -0,091

Графики функций распределения для актов с фактическим и ожидаемым экономическим эффектом авторских свидетельств представлены на рис. 2.

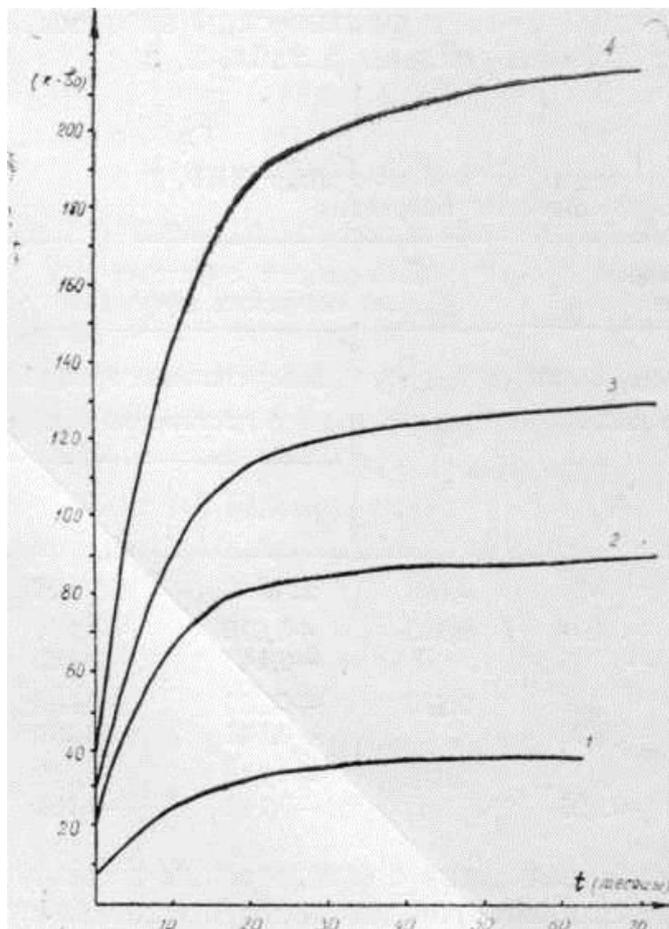


Рис. 2. Графики функций распределения для актов с фактическим и ожидаемым эффектом и авторских свидетельств: 1 — с ожидаемым, 2 — с полученным и 3 — с ожидаемым и полученным экономическим эффектами, 4 — общая кривая количества заявок.

Анализируя эти данные, приходим к выводу, что временной лаг в три года представляется достаточным, ибо истинная вероятность получения актов с фактическим и ожидаемым экономическим эффектом, отнесенная к вероятности их получения при уровне достоверности 0,8, для временного лага 3 года лежит в диапазоне от 1 до 0,78 и от 1 до 0,83 соответственно, а для авторских свидетельств от 1 до 0,87.

В дальнейшем, при наборе необходимого статистического материала, оценка может производиться на основе интегрального показателя по формуле (априорно предполагается, что изменение научного потенциала происходит по линейному закону, что с течением времени также может быть уточнено):

$$K_{\eta i} = K_{\eta i-3} \pm \Delta K_i \cdot 3,$$

где $K_{\eta i}$ — оценка научного потенциала i -го подразделения в настоящий период времени на основе интегрального показателя;

$K_{\eta i-3}$ — оценка эффективности деятельности i -го подразделения по результатам НИР, завершённым три года назад;

ΔK_i — оценка годового изменения научного потенциала i -го подразделения.

В результате анализа этих данных представляется целесообразным считать, что временной лаг в три года позволяет достаточно полно проявляться таким результатам работ, как экономический эффект, авторские свидетельства. Если учесть, что выступления на конференциях, публикация статей, как правило, происходит значительно раньше, чем три года после завершения работ, то подобный временной лаг можно считать достаточным для оценки научного потенциала кафедр, лабораторий различных вузов.

Подобная статистическая обработка позволяет обоснованно подойти к решению вопроса об оптимальной величине временного лага между завершением НИР и проявлением их результатов. Использование методов экстраполяции на основе учета временного лага создает условия для приведения оценки научного потенциала подразделений.

В целях успешного решения этой задачи в ЛИИ им. М. И. Калинина разработана информационно-поисковая система НИР, обслуживающая пока отдельные проблемы комплексной программы Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы», в которой наряду с получением различного рода экономической и научно-технической информации предусмотрена обработка исходных данных для оценки научного потенциала подразделений вузов по результатам ранее выполненных работ [3].

В результате вышерассмотренной статистической обработки был сделан обоснованный вывод о том, что для решения поставленной задачи следует накопить необходимые данные по НИР за трехлетний период. В настоящее время такая работа успешно проводится, по завершению которой можно будет перейти к заключительному этапу по реализации модели на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хеннекен П.Л., Гортра А. Теория вероятностей и некоторые ее приложения. - М. : Наука, 1974.
2. Большев Л.Н., Смирнов И.В. Таблицы математической статистики, М. : Наука, 1965.
3. Васильев Ю.С., Макаренко В.С., Огороков В.Р. К вопросу об управлении исследованиями по комплексной программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Вып. 2. - Л., 1978.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Докт. техн. наук, проф. Ю. С. Васильев
докт. техн. наук, проф. Д. С. Щавелев

В решениях съездов и пленумов ЦК КПСС особое внимание уделяется социально-экономическим аспектам развития народного хозяйства, рациональному использованию природных ресурсов и охраны природы. В плане реализации решений и постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР по вопросам охраны окружающей среды необходимо проанализировать существующие методы технико-экономического обоснования вновь вводимых энергетических объектов.

В настоящее время выбор оптимального варианта развития энергетических систем, строительства гидравлических и тепловых электрических станций производится по методу сравнительной экономической эффективности, когда сравниваются между собой варианты энергосистем с проектируемой гидроэлектростанцией и с заменяемыми тепловыми электростанциями и определяются затраты по энергосистеме.

Основное требование к сравниваемым вариантам энергосистем — получение в одни и те же годы одинакового количества и качества электрической энергии.

Показателем оптимальности считается минимум приведенных затрат, подсчитываемых с учетом фактора времени

$$Z = E_n K + I = \sum_{t=1}^m (E_n K_t + \Delta I_t) (1 + E_{н.п})^{t-1}, \quad (1)$$

где K — приведенные к одному году капитальные вложения;

I — приведенные ежегодные издержки;

E_n — норматив сравнительной эффективности дополнительных капитальных вложений;

$E_{н.п}$ — норматив приведения разновременных затрат;

K_t — капиталовложения в год t ;

ΔI_t — приращение ежегодных издержек в год t ;

τ — год приведения затрат;

m — число лет, в течение которых производятся капиталовложения или изменяются ежегодные издержки.

Особо следует остановиться на учете затрат по природоохранным мероприятиям. При строительстве гидроэлектростанции значительные антропогенные воздействия происходят на водные и земельные ресурсы вследствие затопления и подтопления территории при подъеме уровня воды и создании водохранилища. В смету гидроэлектростанции включаются затраты по переносу строений, дорог, по компенсации затопляемых сельскохозяйственных угодий, по лесоочистке и подготовке ложа водохранилища.

Если вода, забираемая из водохранилища на орошение, позволяет использовать для сельского хозяйства площадь засушливых земель, больше затопляемой, то компенсация затопляемых земель не предусматривается. Компенсационные затраты по рыбному хозяйству определяются строительством рыбозаводов, рыбопропускных сооружений при гидроузле, созданием нерестилищ и т. п. Соответствующие затраты включаются в смету гидроузла. Для сохранения диких животных, обитавших в затопляемой зоне, должны создаваться заповедники, заказники, охотничьи хозяйства. Если ухудшается качество воды в реке или в водоеме, то необходимо принимать меры для поддержания соответствующего качества воды и учитывать ущерб U_v . Улучшение качества воды за счет санитарных попусков, разведение в водохранилище определенных пород рыб могут дать некоторый эффект \mathcal{E}_v , который также следует учитывать.

В заменяемом варианте энергосистемы, в котором вместо ГЭС или ГАЭС намечается строительство тепловых электростанций, особое значение приобретает вопрос о загрязнении атмосферы продуктами сгорания топлива — окислами азота, серы, выбросами золы. Сохранение санитарно-гигиенических норм по очистке уходящих газов обязательно. Соответствующие затраты включаются в смету КЭС и газотурбинной электростанции, но и при удовлетворении этих норм все же происходит частичное загрязнение воздушной среды. Экологическую оценку остаточного загрязнения атмосферы можно производить по замыкающим затратам на очистку последнего, необходимого по санитарным нормам, кубометра дымовых газов. Этот ущерб природе назовем остаточным и обозначим $U_{ост}$.

В практике развитых капиталистических стран используется и

такой рычаг управления чистотой окружающей среды, как налог на отходы, загрязняющие среду. Предприятия, загрязняющие среду, имеют две статьи дополнительных затрат, а именно: на обработку отходов и на выплату налога на остаточные отходы, ухудшающие среду [6].

В результате сброса подогретой воды конденсаторов повышается температура воды в прудах-охладителях и реках. Происходит так называемое тепловое загрязнение, которое влечет за собой определенный ущерб.

Если подогретая вода используется для тепличного выращивания овощей, то это следует учитывать как эффект. То же касается разведения в прудах-охладителях теплолюбивых рыб.

С учетом ущерба $У$ и эффектов $Э$ у потребителей и в смежных отраслях целевая функция получает вид

$$\Phi = Z + \sum Y - \sum Э \rightarrow \min. \quad (2)$$

При пользовании формулой (2) для выбора оптимального варианта развития системы расходы по топливу тепловых электростанций учитываются по замыкающим затратам, а транспорт топлива — по тарифам. Затраты по самой электростанции (ГЭС, КЭС) определяются суммой их капитальных вложений $K_{эл}$, умноженных на нормативный коэффициент E_n , и ежегодных издержек $Z_{эл} = E_n K_{эл} + I_{эл}$. Аналогично подсчитываются затраты по линиям электропередачи и подстанциям.

Для более полной характеристики вариантов системы с гидроэлектростанциями и с альтернативными тепловыми электростанциями выделяются суммарные $K_{эн}$ и удельные капиталовложения в электроэнергетику, т. е. в электростанции, подстанции и линии электропередачи. Например, для варианта системы с гидроэлектростанцией капитальные вложения в энергетику $K_{эн} = K_{г} = K_{эл} + K_{лэп}$, где $K_{лэп}$ — капиталовложения линий электропередачи с подстанциями.

Нам представляется необходимым в явном виде учитывать капиталовложения в сопряженные отрасли. Для полной народнохозяйственной оценки варианта системы к капиталовложениям $K_{эн}$ должны быть добавлены капиталовложения в топливную базу $K_{тб}$ и в развитие транспорта $K_{тр}$.

В более широкой постановке, особенно в глобальных проектах развития энергетики страны и ее крупных регионов, следует выявлять

необходимые капиталовложения в заводы реакторостроения, котло-, турбо- и генераторостроения, цементные, а также затраты на развитие научных исследований и т. д.

Капитальные вложения в эксплуатационный поселок $K_{\text{пос.э}}$ включаются в смету строительства ГЭС и ТЭС, но при исчислении удельных показателей на 1 кВт установленной мощности электростанции A_N и на 1 кВт-ч среднегодовой выработки электрической энергии $A_{\text{э}}$ они не учитываются. Нам представляется, что при определении удельных показателей A_N и $A_{\text{э}}$ необходимо учитывать капиталовложения и в эксплуатационный поселок электростанций $K_{\text{пос.э}}$, и топливодобывающих бассейнов $K_{\text{пос.тб}}$.

В результате удельные капиталовложения на 1 кВт установленной мощности электростанций в сравниваемых вариантах следует определять по зависимостям (3) и (4).

Для варианта с гидроэлектростанцией **(3)**

$$A_{\Gamma} = \frac{K_{\Gamma}}{N_{\Gamma}} + \frac{K_{\text{пос.э}}}{N_{\Gamma}},$$

а с тепловой (4)

$$A_{\text{ТЭС}} = \frac{K_m}{N_m} + \frac{K_{\text{тб}}}{N_m} + \frac{K_{\text{тп}}}{N_m} + \frac{K_{\text{пос.э}}}{N_m} + \frac{K_{\text{пос.тб}}}{N_m}$$

В настоящее время сравниваются показатели только первых членов. Как отмечалось ранее, при решении глобальных вопросов энергетической политики необходимо учитывать капитальные вложения в развитие энергетического машиностроения, в науку и т. п.

При строительстве электростанций в малообжитых районах, например, Крайнего Севера, учитываются [3] также капитальные вложения и ежегодные издержки, обусловленные перебазируванием рабочей силы.

При комплексном использовании водных ресурсов обычно производится распределение между участниками водохозяйственного комплекса капитальных вложений и ежегодных издержек комплексных сооружений — плотины, водохранилища и т. п. При определении удельных капиталовложений на 1 кВт установленной мощности ГЭС учитываются капиталовложения в отраслевые сооружения (здания ГЭС, повышающая подстанция и ЛЭП) и относимая на энергетику часть капиталовложений в комплексные сооружения.

В формулах (1) и (2) в ежегодные издержки включается

заработная плата с начислениями. Многие специалисты считают необходимым учитывать расходы из общественных фондов на культурное, медицинское, санаторно-курортное обслуживание и т. д. В этом случае зарплату с начислениями следует увеличить примерно на 30%.

Необходимо возможно более полно давать количественную оценку социальным последствиям различных вариантов развития энергосистем. Социальные последствия строительства, реконструкций и последующей эксплуатации объектов и систем проявляются в изменении условий труда и быта населения, чистоты воздуха и воды, влияния на экологические системы и т. д.

Охрану окружающей среды в большинстве случаев надо относить к социальным мероприятиям. Чистота воздуха, воды и почвы непосредственно влияет на здоровье и продолжительность жизни людей, на производительность труда и бытовые условия, что способствует стабильности кадров. Анализ показывает, что отсутствие комфорта вызывает миграцию населения.

Необходимо учесть, например, дополнительные расходы государства в топливдобывающей промышленности из-за сокращения пенсионного возраста горняков, а также от травматизма, заболеваний и т. п. Эти расходы будут существенно различны при развитии энергосистем за счет строительства тепловых или гидравлических электростанций. При исчислении по вариантам этих расходов государства в масштабе приведенных затрат их разницу $\Delta Z_{соц}$ надо добавлять к варианту развития системы с большими затратами $Z_{соц}$. При этом для варианта с большим значением $Z_{соц}$ получаем обобщенный показатель затрат

$$\Phi_{об} = Z + \sum Y - \sum Э + \Delta Z_{соц}. \quad (5)$$

Для более полного социально-экономического сравнения вариантов целесообразно учесть динамику суммарных затрат, для чего потребуется построить хронологические графики капитальных вложений и ежегодных издержек нарастающим итогом для обозримой перспективы порядка 30 лет.

На современном этапе построения материально-технической базы коммунистического общества исключительно большое значение приобретает вопрос трудовых ресурсов.

По сравниваемым вариантам трудовые затраты могут быть существенно разными. Так, экономия трудовых затрат за 20 лет (с 1951 по 1970 гг.) на строительство и эксплуатацию гидроэлектростанций по

сравнению с равнозначными заменяемыми конденсационными электростанциями с их топливной базой составила 787 млн. чел.-дн. [7].

Построенные в 1951-1970 гг. гидроэлектростанции продолжают работать и дают все увеличивающуюся суммарную экономию трудозатрат. Особое значение имеет создание инфраструктуры при строительстве ГЭС в малоосвоенных районах (дороги, водо- и электроснабжение, жилье, создание промстройбазы).

Крупные гидроэлектростанции обычно являются базой для строительства промышленно-производственного комплекса. Анализ эффекта от инфраструктуры и использования ГЭС как базы территориально-производственных комплексов требует проведения соответствующих исследований.

В формуле приведенных затрат не учитывается принципиальная разница в использовании практически невозобновляемых органических энергоресурсов на тепловых электростанциях и возобновляемых энергоресурсов на ГЭС.

Эти и другие факторы позволяют учитывать метод многоцелевой или многокритериальной эффективности, получивший развитие в последние годы [5].

Основными целями считаются обычно экономические, социальные, природоохранные, оборонные и др.

Наиболее эффективен вариант, обеспечивающий оптимальное сочетание задач, поставленных перед энергетической системой.

Метод многоцелевой оптимизации более общий по сравнению с методом минимума приведенных затрат, который можно считать одноцелевым.

В тех случаях, когда значимость всех целей может быть выражена в масштабе приведенных затрат, оба метода дают одинаковые решения, т. е. обеспечивают выбор одного и того же оптимального варианта системы или объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. — М. : Экономика, 1969.

2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в развитие энергетического хозяйства (генерирование, передача и распределение электрической и тепловой энергии). — М. : Энергия, 1973.

3. Временные указания по определению экономической эффективности капитальных вложений при проектировании гидроэнергетических объектов. — М. : Минэнерго СССР, Главниипроект, 1978.

4. Охрана водных ресурсов / И. И. Бородавченко и др. — М. : Колос, 1979.

5. Окороков В. Р. Управление электроэнергетическими системами. Техничко-экономические принципы и методы. — Л. : Изд. ЛГУ, 1976.

6. Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды. — М. : Мир, 1979.

7. Бабурин Б. Л., Файн И. И. Экономическое обоснование гидроэнергостроительства. — М. : Энергия, 1975.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. – 1982. - № 11.
--

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЧИСЛЕННОМУ
МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕЧЕНИЙ ВОДЫ В РЕКАХ, КАНАЛАХ
И ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОТОКАХ В ПРИЛОЖЕНИИ К ОХРАНЕ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

***Васильев О. Ф., Васильев Ю. С., Симаков Г. В.,
доктора техн. наук, проф.;***
Хрисанов Н. И., кандидат техн. наук.

В 1981 г. в г. Братиславе (ЧССР) состоялась международная конференция «Численное моделирование течений воды в реках, каналах и поверхностных потоках в приложении к охране водных ресурсов и окружающей среды», организованная Чехословацким комитетом по гидрологии, Международной ассоциацией по гидравлическим исследованиям (секция применения ЭВМ в гидравлике и водных ресурсах) совместно с Всемирной метеорологической организацией и Международным институтом по системному прикладному анализу. В работе конференции приняли участие 150 специалистов из 26 стран мира.

На церемонии открытия конференции выступили: председатель оргкомитета проф. Михаэль В. Эббот (Международный институт гидравлики и охраны природной среды, Дельфт, Нидерланды), проф.

Фердинанд Шамай (директор Гидрометеорологического института, Братислава, Чехословакия), проф. А. Аскев (представитель Всемирной метеорологической организации, Женева, Швейцария), проф. И. Киндлер (представитель от Люксембурга в Международном институте прикладного системного анализа) и др. В своих выступлениях они обратили внимание на широкое внедрение численных методов в гидравлические расчеты, в том числе в приложении ж проблемам охраны окружающей природной среды, а также отметили значительные успехи применения численных методов при решении многих гидравлических задач.

На конференции были представлены четыре направления тематики выступлений, (включающие по несколько секций). **Первое направление «Численные модели речных и канальных систем»** состояло из двух секций: 1.1. «Численные гидродинамические модели речных и канальных систем» и 1.2. «Другие виды моделей и сравнение последних». По большинству секций были представлены генеральные доклады.

По секции 1.1. с генеральным докладом, обобщающим материалы этой секции, выступил проф. М. В. Эббот. Он сделал анализ представленных материалов и классифицировал их по характеру рассматриваемых движений воды (в реках, каналах, водохранилищах, эстуариях и т. д.) с оценкой моделей по следующим признакам: получение данных и подготовка их, создание модели и ее структура, верификация модели и ее проверка, использование модели для расчетов.

В докладе В. Зелке и К. Урбан (ФРГ) «Двумерное моделирование рек с затопляемыми поймами» показано как двумерные модели могут быть использованы в комбинации с одномерными при явной схеме решения. В докладах Г. Плошаски, И. Струхарчук (ПНР) «Моделирование движения воды в сети каналов», Б. Кордас, В. Ковальская, Е. Нахлик, З.Слюсарчук (ПНР) «Численное моделирование кривых подпора в реках и открытых каналах», «Медленно изменяющееся движение воды в разветвляющихся каналах», «Решение уравнений Сен-Венана, используя четырехточечную конечно-разностную схему»; В. К. Канторовича (СССР) «Метод конечных элементов для расчета неустановившегося движения при использовании уравнений Сен-

Венана»; И. Ито, Т. Акимото (Япония) «Оценка влияния создания водохранилищ на окружающую среду в нижнем бьефе»; С. Н. Антонцева, А.А. Кашеварова, А.М. Мейерманова (СССР) «Численное моделирование одновременного движения грунтовых вод и воды в канале»; А. А. А т а в и н а, О. Ф. Васильева, А.Ф. Воеводина, С. М. Ш у г р и н а (СССР) «Численные методы решения одномерных задач гидравлики»; Ю.С. Васильева, В.И. Виссарионова, Б.А. Соколова (СССР) «Моделирование гидродинамических процессов в водохозяйственных системах» представлены численные методы решения одномерных и двухмерных задач неустановившейся гидравлики с использованием методов конечных элементов и конечных разностей, с применением явной и неявной схем решения, двух- и четырехточечной конечно-разностной схемы и др.

Характеристика основных математических моделей
для неустановившегося движения воды в реках и каналах

Класс модели	Наиболее важные разновидности модели	Сфера применения	Достоинства, ограничения	Особые требования и проблемы
Гидравлические модели с распределенными параметрами	Уравнения Сен-Венана для медленно изменяющегося движения; модель динамических волн; приближенная модель диффузионных волн (инерционные члены пренебрегаются); приближенная модель кинематических волн (инерционные члены и давление пренебрегаются)	Реки, каналы со значительным подпором в нижнем течении; преимущественно в случае докритического течения воды; исследование транспорта веществ, эффект от планируемых изменений системы и т.д.	Необходимы верхнее и нижнее граничные условия; идентичность параметров модели и прототипа	Необходим компьютер большой мощности; значительные трудности в оценке параметров для системы прототипа
Концептуальные (гидрологические) модели	Единственный бассейн (линейный или нелинейный); отношение накопления к стоку; время задержки; комбинация таких элементов, как например, модель Калинина-Милокова; модель Мускингама; модель линейной диффузионной аналогии; нелинейная исходная модель, дополненная линейной	Реки без значительного подпора, преимущественно в случае сверхкритического течения; реальный прогноз речного стока (за исключением сильно подпораемых рек на низких землях)	Необходимо только верхнее граничное условие; незначительное число параметров; применимость малых компьютеров и микрокомпьютеров	Параметры модели и прототипа не тождественны, только взаимосвязаны; ограниченная пригодность в изучении планируемых изменений системы; не пригодна для совместного анализа течений* транспорта веществ и качества воды

Модель типа «черного ящика»	Модель, представленная рядами Вольтерры; статистические модели, уравнения регрессии, неопределенные и неясные зависимости (различного типа)			
--------------------------------	---	--	--	--

По большинству моделей приведены результаты расчета для конкретных водотоков, каналов, гидротехнических и мелиоративных объектов и выполнено сравнение с результатами натуральных исследований.

В программе секции 1.1. значились и другие доклады, которые не были сделаны, но вошли в материалы конференции. К ним относятся статьи: Ш и н т у Л а й (США) «Процессы и техника для рационального составления модели при использовании численных методов решения нестационарного движения воды в открытых каналах»; И. И в а с а, К. И н о е (Япония) «Математическое моделирование паводков и поверхностных течений»; А.Н.Мил и т е е в а, С.Ю.Шк о л ь н и к о в а (СССР) «Численное моделирование двумерных речных потоков в пойме во время половодья»; В. П. Р о г у н о в и ч а (СССР) «Математические модели движения воды в системе каналов»; И.Т. С е л е з о в а, М.И. Ж е л е з н я к а (СССР) «Численное моделирование продвижения длинных волн в открытых каналах».

На секции 1.2. «Другие виды моделей и сравнение последних» генеральный доклад сделал д-р Альфред Беккер (ГДР). Он обратил внимание на то, что увеличивающееся многоцелевое использование поверхностных вод и существующий риск при оценке половодий, паводков и наводнений стимулируют совершенствование моделирования и прогнозов расхода воды, транспорта наносов и качества воды. Им указаны основные тенденции в развитии моделирования водных ресурсов и водохозяйственных систем и приведена классификация существующих математических моделей для поверхностных потоков со свободной поверхностью, включающая:

модели распределенных гидравлических параметров, базирующиеся на основных гидродинамических уравнениях;

концептуальные (гидрологические) обычно смешанные системные модели, представленные простыми по физическому значению модельными элементами;

модели типа «черного ящика» (лишенные физических основ).

Альфред Беккер дал характеристику отдельным моделям, указал на их преимущества и недостатки, а также обосновал принципы создания (таблица). В заключение им сделан общий анализ докладов секции 1.2.

В докладах В. Струпчевский, З. Кундевич (ПНР) «Определение структуры и параметров концептуальных моделей паводков»; Г. И. Дудже (Ирландия), В. Струпчевский, И. Напиорковский (ПНР) «Применение рядов Вольтерры при моделировании течений в открытых каналах»; А. Бардзик (ПНР) «Применение модели Мускингама при анализе и прогнозе продвижения волны паводка в бассейне Верхней Вистулы»; И. Музык (Канада) «Модель кинематических волн для проектирования гидрографа»; Г. И. Гвазава, Н. Д. Музаев (СССР) «К численному моделированию движения водонасыщенных грунтовых масс и снега (льда) и поступления их в предгорный водосбор и озера»; Л. А. Гриневич, П. П. Рутковский (СССР) «Опыт применения математической модели к проектированию системы противопаводочных защитных мероприятий»; М. Козак, Л. Хорват (Венгрия) «Расчет установившегося движения воды в открытых каналах с помощью теории систем»; Е. М. Моррис, И. Люз Виера (Англия) «Приближенные формы уравнений Сен-Венана для мелководных поверхностных течений» рассматриваются другие типы моделей, включающие модель динамических волн, упрощенный вид уравнений Сен-Венана, модель, представленную рядами Вольтерры, модель Мускингама, модель кинематических волн, модель диффузионных волн и т. д. По большинству представленных моделей приведены результаты расчетов для различных объектов и произведено сравнение с натурными данными.

По второму направлению «Взаимосвязь движения воды с транспортом веществ» доклады заслушивались на 2 секциях: 2.1. «Формирование русел рек и водохранилищ» и 2.2. «Качество воды».

По секции 2.1. доклад доктора Джин А. Кинджа был зачитан. В докладе отмечаются общие подходы в исследованиях транспорта наносов, которыми являются физические модели и оценки экспертов, в том числе в отношении применяемых формул транспорта наносов. Основными являются уравнения: неразрывности жидкости; динамики потока жидкости; неразрывности твердого материала; транспорта наносов.

Отмечаются пределы применимости уравнений, интерпретация коэффициентов, граничные условия, требуемые данные, практические аспекты применения математического моделирования для решения рассматриваемых задач.

В докладах: Б. Кордас, И. Ротамский (ПНР) «Прогноз отложения наносов в русле водохранилища с помощью математической модели»; Х. Витковска (ПНР) «Математическая модель процессов деформации русла реки»; Б.В. Георгиев, И.С. Монева (БНР) «Некоторые вопросы деформаций речного русла на низкоземельных реках»; П. Екерт (ГДР) «К математическому моделированию транспорта донных наносов в аллювиальных равнинных реках»; К. Флокстра, Ф. Г. Кох (Нидерланды) «Численные аспекты прогноза уровня дна поворотов аллювиальных рек»; Х. Гладкий, А. Гжажинский (ПНР) «Моделирование транспорта донных наносов в горных потоках»; И. Зюндерман, В. Пуле (ФРГ) «Образование и миграция дюн в разливаемых реках»; М. Ерлих, А. Ниемич (ПНР) «Многомерная стохастическая модель для транспорта донных наносов в открытых каналах» рассмотрены исходные уравнения, принятые авторами, различные численные методы их решения в основном конечно-разностные схемы, по большинству моделей произведено сравнение результатов расчетов с данными, полученными на физических размываемых моделях.

По секции 2.2. «Качество воды» генеральный докладчик д-р Ласло Сомлоди (ВНР) обратил внимание на неразрывность вопросов транспорта загрязняющих веществ и качества воды, необходимость построения обобщенных моделей транспорта вещества и качества воды. При этом две основные группы этих моделей могут быть представлены следующим образом: модели «транспорт веществ — качество воды», упрощенные в отношении биологических и химических процессов и базирующиеся на дифференциальных уравнениях в частных производных (тип 1); биохимические модели, которые часто исключают влияние транспорта и состоят из системы обычных дифференциальных уравнений (тип 2). Были представлены основные этапы моделирования в виде блок-схемы для 1-го и 2-го типов моделей и примеры, иллюстрирующие процесс моделирования (выбросы кадмия в р. Сайд, ВНР). Докладчиком сделан также краткий обзор докладов секции.

В докладах: Х. Баумерт, Л. Люкнер, В. Мюллер (ГДР) «Обобщенный пакет программ для одновременного моделирования нестационарного движения воды и транспорта веществ в речных системах»; Е. Глос, Д. Фротшер, Х. Ваумерт, Х. Шмидт (ГДР) «Анализ и одновременное моделирование нестационарного движения воды и транспорта веществ для речной сети на низких землях, используя обобщенный пакет программ»; М. Вехлер (ГДР) «Взаимосвязь между дисперсией консервативного вещества и гидравлическим сопротивлением в

турбулентном потоке»; В. Чернушенко (ПНР) «Нестационарная диффузия растворов в естественных потоках»; П. Браун, В. Кохлер (ГДР) «Экологическая модель транспорта веществ для мелких рек»; Ф. Де Смедт, В. Иделер, А. Вак дер Бекен (Бельгия) «Модель транспорта веществ и качества воды для сети каналов северной Бельгии»; Д.В. Лафлер, Е.А. Мкбин, С.А. Ал-Насри (США, Канада, Ирак) «Проектирование и анализ отстойных прудов для ливневых вод на основе обеспечения качества воды» рассмотрены различные модели нестационарного движения воды и транспорта веществ с учетом превращения последних при использовании численных методов решения (явной центральной разностной схемы, четырехточечной схемы и т. д.), а также некоторые экологические модели, которые включают и биологические блоки (водоросли, детриты, планктон и т. д.).

В заключение работы секции генеральным докладчиком было отмечено, что большинство моделей, представленных в докладах, относятся согласно сделанной классификации к группе «транспорт веществ — качество воды» и в них рассматриваются в основном неконсервативные вещества загрязнения. Обращается внимание на необходимость более детального учета в моделях специфических условий рассматриваемых водных систем и данных наблюдений. Докладчик резюмировал, что качество воды не является простой суммой отдельных результатов нескольких процессов, описываемых разными дисциплинами (гидравлика, биология, химия), а их более сложным взаимодействием. Развитие новой методологии для оценки качества воды на более высоком научном уровне является задачей настоящего времени, так же как и нового языка и терминологии для моделирования.

По направлению 3 «Исходные данные и поступление воды с водосбора», включающему секцию 3.1. «Исходные данные для моделирования» и секцию 3.2. «Расчет поступления воды в речную систему» генеральным докладчиком был д-р Джофри В. Кайт. В своем выступлении он отметил важность обеспечения исходных данных и приготовление их в виде, пригодном для ЭВМ; затраты, на приготовление и проверку данных составляют около 80% стоимости всей работы, что отчетливо показывает важность создания банка данных. Подготовка данных для ЭВМ в гидрологической модели может быть разбита на три стадии: сбор данных, их обработка, создание самого банка данных. На каждой стадии встает целый ряд проблем и вопросов: какие данные нужны; как их получить (как и чем мерить?); как обрабатывать; какие данные хранить; сколько данных хранить; средство хранения; объективность банка данных и др. Далее Джофри Кайт сделал краткий обзор представленных в секции

докладов. В докладах: Н. Стонавский (ПНР) «Возможность применения математических моделей на основе экспериментального исследования заиливания водохранилища»; Х.И.М. Оджинк (Нидерланды) «ХУМОС, система подготовки данных для гидрологических рядов»; В. Джиме (Канада) «Предварительная подготовка данных для анализа чувствительности и обоснования процессов для оптимизации сложности модели»; П. Г. Самуэкс, И. С. Вайлд, Р. К. Прайс (Англия) «Цифровая модель местности для использования в исследованиях разливов рек»; А. Ф. Воеводин, В. С. Никифорова (СССР) «Численный метод для решения обратных задач гидравлики» рассматриваются вопросы накопления исходных данных, подготовки их, хранения и использования при решении прямых задач, а также вопросы получения параметров потоков при решении обратных задач гидравлики.

По секции 3.2. «Расчет притока к речной системе» генерального доклада не планировалось. В представленных на секции докладах:

М. Миеркиевич, И. Желазинский (ПНР) «Критерии эффективности модели и модернизация процессов в реальном времени системах прогноза течений»; Л. С. Кучмент, В.Н. Демидов (СССР) «Гидродинамические модели формирования дождевого стока на водосборе»; П. Ковар (ЧССР) «Концептуальная модель водного баланса (ВБКМ-2)»; Л. Сутек, Б. Минарик (ЧССР) «Двухуровневый реальном времени прогноз боковых притоков» рассмотрены решения некоторых гидрологических задач формирования стока и водного баланса участков водосборов с применением гидродинамических моделей и численных методов их решения и концептуальных моделей.

В направлении 4 «Приложение моделей к речным и водохозяйственным системам» все доклады были распределены на 2 секции: 4.1. «Сточные и ирригационные системы», 4.2. «Речные системы большого размера».

В секции 4.1. были заслушаны доклады: Ф. Холли, Г. Шевере, Б. Мазаудоу (Франция) «Численное моделирование неустановившегося движения в ливневых сточных системах с использованием полных и упрощенных уравнений движения»; М. Б. Эббот, К. Хавно, Н. Е. Хав Клаусен, А. Кей (Нидерланды, Дания) «Модельная схема для проектирования и эксплуатации ливневых сточных систем»; М. Козак, П. Бэкон, Л. Хорват, Н. Ратку (Венгрия) «Расчет неустановившегося движения в городской ливневой сточной системе»; Н. Барда, М. Козак, П. Бэкон (Венгрия) «Стабильность автоматического контроля уровня воды и самовозбуждаемое колебание в

открытом канале»; Р.М. Киладзе (СССР) «Численное моделирование поверхностного орошения для выбора оптимальных параметров»; Р. К. Прайс, А.Н. Дауд (Англия, Ливан) «Выбор и эксплуатация затворов для управления течениями в восточном главном канале Гхор»; А. А. А т а в и н (СССР) «Использование ЭВМ для расчета переходных процессов и решения задач управления больших оросительных систем»; А. Г у е г у е н, Ф. Х о л л и (Франция) «Исследование математического моделирования для проектирования автоматического регулирования гидроэлектростанциями Верхнего Рейна»; И. Зезуляк, П. Г а б р и с (ЧССР) «МУФСУС-3, Некоторые аспекты моделирования для проектирования водохозяйственных систем»; А. Беккер, Б. Полте, В. Шмахл (ГДР) «Компьютерная система прогноза течений для реки Эльба в ГДР»; Д.Л. Фред (США) «Численное гидродинамическое моделирование рек для прогноза паводков национальной службой погоды»; Н. Ратку, П. Бэconi (Венгрия) «Расчет неустановившихся течений в системе гидроэлектростанций в Габчиково — Нагимарос». В этих докладах авторами рассматриваются модели неустановившихся течений для различных инженерных задач, приводятся численные методы их реализации (неявные конечно-разностные схемы — центральная, четырехточечная, шеститочечная схема Эббот и др.), производится сравнение с результатами натурных наблюдений.

В секции 4.2. «Специальные аспекты водохозяйственных систем» сделаны следующие доклады: А. Л. Великанов, Д. Н. Коробова, В. Н. Пойзнер (СССР) «Опыт создания имитационных моделей водохозяйственных и гидроэнергетических систем и их использование в проектировании и научных исследованиях»; Ю. С. В а с и л ь е в, М.П. Федоров, Н. И. Х р и с а н о в (СССР) «Модель управления и охраны водных ресурсов бассейнов рек»; А.М.А. С а л а х, К.Б.Е. К а р у п а р а т н е (Судан) «Стадии энергоиспользования водопадов Главного Нила». В этих докладах рассмотрены вопросы построения водохозяйственных моделей при активном управлении и распределении водных ресурсов на основе многоцелевой оптимизации и факторного анализа.

В заключение конференции выступили председатели направлений и секций с краткими выводами и пожеланиями в отношении развития дальнейших исследований и применения численных методов и ЭВМ в гидравлических и водохозяйственных расчетах. Председатель оргкомитета конференции М. Э б б о т на заключительном пленарном заседании отметил весьма значительные темпы развития численных методов в приложении к задачам гидравлики, водного хозяйства и охраны природной среды, а также

существенный вклад, вызванный применением этих методов, в указанные направления за период 1970-1980 гг.

Отмечено, что следующий симпозиум «Вычислительная гидравлика в сельском хозяйстве», организуемый секцией использования ЭВМ в гидравлике и водном хозяйстве Международной ассоциации гидравлических исследований (МАГИ), состоится в ноябре 1982 г. в г. Вроцлав (ПНР).

Во время конференции состоялись экскурсии в Институт водных ресурсов в Братиславе (полевая гидравлическая лаборатория) с целью осмотра физической модели гидроэлектростанции и навигационной системы в Габчиково.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз сб. – Ленинград : ЛПИ, 1983. – Вып. 6.

Ю. С. Васильев, Л. Г. Окорокова, М. В. Семенов

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИОРИТЕТНОСТИ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Расширение антропогенной деятельности настоятельно требует совершенствования методологии оценки эффективности соответствующих природоохранных мероприятий. Оценка эффективности этих мероприятий связана с введением нового для экономической теории понятия — предотвращенного ущерба, или эффекта от природоохранной деятельности. Размеры данного ущерба зависят от уровня загрязнения окружающей среды. В настоящее время сложилось несколько концепций оценки такого экономического ущерба: 1) определение величины ущерба путем расчета затрат на мероприятия по ликвидации последствий загрязнения; 2) определение величины ущерба прямым расчетом и др. Первая концепция лежит в основе «Рекомендаций» [1], вторая — в основе «Методики» [2]. Расчет экономического ущерба может быть также осуществлен с использованием удельных величин ущерба. Их размеры зависят от отраслевой принадлежности предприятия, уровня очистки сбросов и других факторов.

Рассмотрим водоохранный аспект проблемы. Среднее значение удельного ущерба от сбросов неочищенных сточных вод в различных водных системах страны, по данным [3], составляет 2,2 руб./м³.

Разработка подобных оценок требует дальнейших многоплановых исследований и накопления данных. Тем не менее, многие авторы считают приемлемой альтернативой такого стоимостного подхода с оценкой ущербов метод целевого планирования. Он позволяет выявлять такие структуры водоохранных мероприятий, которые при заданных ресурсах капиталовложений, материалов, трудовых ресурсов и т. д. в наибольшей степени обеспечивают «оздоровление» водной системы. В качестве критерия сравнительной эффективности мероприятий водоохранной деятельности при таком подходе предлагается следующее соотношение:

$$\mathcal{E}_k = (\sum \Delta I_{kj} a_j) / Z_k \rightarrow \max,$$

где \mathcal{E}_k — относительный показатель эффективности k -го водоохранного мероприятия; ΔI_{kj} — снижение загрязненности j -го фрагмента водной системы в результате ввода k -го водоохранного мероприятия, отн. ед.; a_j — значимость j -го фрагмента водной системы (определяется в результате экспертной оценки), отн. ед.; Z_k — приведенные затраты в k -е. водоохранное мероприятие.

Таким образом, водоохранное мероприятие $M_{k=b}$, у которого $\mathcal{E}_{k=b}$ больше, чем показатель эффективности $\mathcal{E}_{k=c}$, соответствующий мероприятию $M_{k=c}$, считается более предпочтительным, обладающим более высоким рангом приоритетности, т. е. $M_b > M_c$ ($>$ знак предпочтительности).

Для определения оптимальной структуры комплекса водоохранных мероприятий на непрерывном множестве решений в условиях ограниченных ресурсов сформулируем расчетную модель:

$$\sum_j a_j \sum_k \Delta I_{kj}(x_k) / \bar{Z}_k(x_k) \rightarrow \max;$$

$$\sum_k K_k(x_k) \leq \bar{K};$$

$$\sum_k R_{ki}(x_k) \leq \bar{R}_i;$$

$$\bar{C}_i \leq \text{ПДК}_i,$$

где X_k — параметры k -то водоохранного мероприятия; K , R_i — ограничения по капиталовложениям и прочим ресурсам; C_i — средняя концентрация i -го ингредиента за рассматриваемый период, мг/л; ПДК $_i$ — предельно допустимые величины данных концентраций.

На стадии предварительных оценок для выявления первоочередных водоохранных мероприятий в условиях неполноты исходных данных можно воспользоваться предположением, что наиболее эффективными и тем самым приоритетными будут мероприятия, которые снижают хозяйственную нагрузку наиболее существенных факторов, определяющих состояние водной системы. Эти мероприятия с большой степенью уверенности можно рекомендовать в качестве первоочередных.

Информационной основой выявления приоритетности факторов хозяйственной нагрузки должен быть их сводный кадастр, включающий исчерпывающие характеристики. При этом удобно каждый фактор хозяйственной нагрузки представлять как комплекс однородных хозяйственных мероприятий. Такое агрегирование единичных источников загрязнения водной системы, являясь некоторым упрощением, не препятствует при наличии необходимых данных детальному рассмотрению роли отдельных хозяйственных объектов.

Для выявления приоритетности факторов хозяйственной нагрузки, прежде всего, необходим анализ состояния исследуемой водной системы по данным гидрохимического мониторинга. При этом следует обращать внимание на те показатели качества воды, которые систематически превышают соответствующие ПДК (назовем их актуально-значимыми показателями).

Оценив по каждому из актуальных показателей качества воды размеры и частоту превышения соответствующего ПДК за рассматриваемый период, вычислим относительный вес каждого показателя

$$V_i = n_i(\bar{C}_i - \text{ПДК}_i) / N_i \text{ПДК}_i,$$

где N_i — общее количество проб воды за рассматриваемый период; n_i — количество превышений ПДК по i -му показателю.

Для оценки приоритетности факторов хозяйственной нагрузки на исследуемую водную систему необходимо также выявить влияние каждого фактора на изменение качества воды по каждому из значимых показателей. Эти относительные величины можно рассчитать по следующей зависимости:

$$p_{ij} = A_{ij} / \sum A_{ij},$$

где A_{ij} — размеры поступлений в водную систему i -го вещества от j -го фактора, т/год.

Интегральная оценка совокупного влияния j -го фактора хозяйственной нагрузки на изменение состояния водной системы определяется по формуле

$$P = \sum V_i p_{ij}$$

Эти оценки позволяют выявить приоритетность факторов хозяйственной нагрузки в соответствии с принципом

$$P_{j=a} > P_{j=b} \implies \Phi_{j=a} > \Phi_{j=b},$$

где Φ_j — фактор хозяйственной нагрузки.

Более сложным является выявление приоритетного ряда антропогенных факторов на перспективном уровне. Это связано с существенной неопределенностью прогнозируемых объемов поступления загрязняющих веществ, а также с трудностями расчета перспективных концентраций ингредиентов.

В качестве рабочей гипотезы при этом может быть принят линейный характер зависимости концентраций i -го ингредиента в выбранной точке от прогнозируемого поступления в водную систему соответствующего вещества. Это может быть справедливо для водных систем с достаточно стабильным гидрологическим режимом. Верификация данного предположения возможна путем ретроспективного анализа исследуемой водной системы.

Изложенные в статье методические положения были использованы при исследовании взаимодействия сложной гидрологической системы Ладожское озеро — река Нева — Невская губа с антропогенным комплексом, расположенным в бассейне этой системы. На основе имеющихся данных о современном и перспективном гидрохимическом состоянии исследуемой водной системы сформированы перечни важнейших показателей качества воды. Выявлена приоритетность основных факторов хозяйственной нагрузки на современном этапе и в отдаленной перспективе. Сопоставление этих данных позволило оценить главные тенденции в изменении приоритетности факторов хозяйственной нагрузки.

Полученные результаты позволяют наметить первоочередные и перспективные направления водоохранной деятельности и тем самым являются полезной информацией для выработки управленческих решений по оздоровлению водной системы Ладожское озеро — река Нева — Невская губа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации для определения ущерба от загрязнения водных источников. — М. : Минводхоз СССР, 1975. — 15 с.
2. Временная методика определения экономической эффективности затрат на мероприятия по охране окружающей среды // Эконом. газета. — 1980. - № 33. - С. 13-14.
3. Чернета Л., Сидорина Т. Экономическая оценка ущерба народному хозяйству от загрязнения воды природных водоемов // Социально-экономические проблемы НТП. — М., 1975. - С. 148-166.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград : ЛПИ, 1984. - Вып. 7.

Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов

НЕКОТОРЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ СОЗДАНИЕМ ВОДОХРАНИЛИЩ

При разработке схем использования реки и проектировании гидроузлов и их каскадов необходимо проводить анализ экологических изменений с количественной оценкой последствий. Нормативная последовательность проектных работ предусматривает разработку обосновывающих материалов, а также проект и рабочую документацию [1].

Обосновывающие материалы, где излагаются варианты схем развития и размещения гидроэнергетических и гидротехнических объектов, должны содержать предварительную оценку экологических изменений, которая позволила бы затем выполнить более детальные расчеты изменений природной среды и наметить рациональные природоохранные мероприятия. Для подобной оценки необходимы упрощенные критерии. Отсутствие или отказ от использования упрощенных критериев усложняет принятие решений о создании каскада, гидроузла, тех или иных сооружений и их параметров. Как отмечено в [2, 3], применение системного подхода при анализе эволюции экосистем крупных гидроузлов предопределяет декомпозицию в структурном, целевом и функциональном аспектах.

Территорию, находящуюся под воздействием гидроузла, целесообразно расчленять в экологическом отношении на элементы, позволяющие выделять наиболее значительные для них изменения природной среды, оказывающие

влияние на хозяйственную деятельность и социальные условия. К таким крупным элементам территории будущего гидроузла согласно [2, 3] могут быть отнесены:

1. участок реки выше водохранилища, подпираемый последним и имеющий режим, близкий к естественному;
2. собственно водохранилище (глубоководная часть);
3. постоянно и сезонно затапливаемые мелководья;
4. прибрежная полоса земли в пределах колебаний уровней водохранилища;
5. участки подтопленных земель;
6. зона активного влияния водосбора;
7. участок реки в нижнем бьефе;
8. зона активно взаимодействующего с рекой водосбора в нижнем бьефе (см. схему).

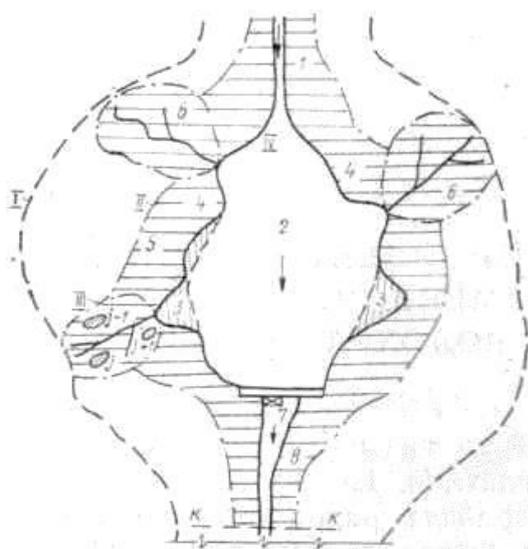


Схема структурно-природного деления экосистемы крупного гидроузла: I — граница водосбора реки и водохранилища; II — граница активно взаимодействующего водосбора; III — локальные водосборы отдельных притоков; IV — граница водохранилища; К — К — контрольный створ в нижнем бьефе; 1, 2, ..., 8 — участки гидроузла

Рассмотрим критерии оценки экологических изменений последовательно для каждой из частей проектируемого гидроузла.

Участок реки выше водохранилища. Здесь наиболее значительным природным изменением является сдвиг сроков (удлинение) по сравнению с естественным паводком t в водотоке и прилегающей пойме. Величина t особенно важна при планировании интенсивного сельскохозяйственного использования пойменных земель. В качестве критерия оценки допустимого изменения может быть принято следующее отношение: $\tau \leq \tau_{\text{п}}$, где $\tau_{\text{п}}$ — предельное увеличение сроков паводка и затопления пойменных земель. Значение $\tau_{\text{п}}$ может быть принято для разных естественных и

сельскохозяйственных угодий по данным [4].

Существует также несколько иная запись этого критерия:

$$F_2 t_2 / F_1 t_1 \leq K,$$

где F_1 и F_2 — среднемноголетние площади затопления пойменных земель соответственно до и после создания водохранилища; t_1 и t_2 — среднемноголетняя продолжительность паводкового затопления пойменных земель до и после создания водохранилища; K — коэффициент, в зависимости от формы и топографии поймы $K = 1,1 \dots 1,4$.

Глубоководная часть водохранилища. Для оценки экологических изменений на этом участке необходимы как минимум три критерия: загрязненности, евтрофикации и стратификации.

Для оценки загрязнения водохранилища i -м ингредиентом (с учетом всех источников Q_j и в предположении полного перемешивания воды в водоеме) может быть использован критерий

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} Q_j c_{ij} t}{Q_p t \pm V} \leq \text{ПДК}_i, \quad (1)$$

где c_i — средняя за период t и по всему объему водоема концентрация i -го загрязняющего вещества; Q_j — приток в водохранилище от j -го источника (верхняя часть реки, притоки, промышленные сбросы, а также сбросы предприятий коммунального и сельского хозяйства; c_{ij} — концентрация i -го ингредиента в потоке j -го источника; Q_p — расход через гидроузел (ГЭС, водослив, шлюз и т. д.); V — аккумуляция в водохранилище; ПДК_i — предельно допустимая концентрация i -го ингредиента в воде.

Приблизительно евтрофикация водоема может быть оценена [5] величиной фосфорной нагрузки на 1 м^2 площади водоема:

$$p = \frac{\sum_{t=1}^{t=12} \sum_{j=1}^{j=n} Q_{it} c_{ijt}}{F_B} \leq p_{\text{н}}, \quad (2)$$

где p — содержание фосфора в столбе воды водохранилища площадью 1 м^2 ; Q_{it} — средний расход за время от t j -го источника; c_{ijt} — средняя концентрация фосфора от j -го источника за период t ; F_B — площадь зеркала водоема; $p_{\text{н}}$ — критическое значение фосфорной нагрузки.

Некоторые соотношения для определения допустимого поступления биогенных элементов в экосистемы водоемов приведены в [6].

В качестве критерия температурной стратификации водохранилища может быть использована зависимость, предложенная в [7] и проверенная на ряде водохранилищ США:

$$A = 320 (LQ/hV),$$

где L — длина водохранилища; h — средняя глубина; Q — расход воды из водохранилища; V — его объем. При $A < 1/\pi$ можно ожидать стратификацию водохранилища.

Постоянно и сезонно затапливаемые мелководья. В качестве предварительного критерия может быть принято следующее соотношение:

$$\Omega \leq \beta F_B$$

где Ω — суммарная площадь мелководий; β — коэффициент, величина которого изменяется от 0,05 до 0,12 в зависимости от характеристик водохранилища, связанных с обеспечением благоприятных условий биологического развития всего водоема.

Прибрежная полоса земли. Этот участок характеризуется переработкой берегов, вызываемой колебаниями уровней и ветровым волнением. Разработка критериев предварительной оценки и прогноза переформирования береговой части осложняется многофакторностью зависимостей и изменчивостью геоморфологии берегов. Поэтому применительно к конкретному водохранилищу этот вопрос решается индивидуально для отдельных частей и каждого берегового участка на основе систематизации, последовательно учитывающей формы и размеры влияния компонентов природоохранного ландшафта на развитие абразии, эрозии и других береговых процессов и явлений. Анализ многочисленных теоретических и экспериментальных исследований, а также натуральных наблюдений показал, что геоморфология первичного склона (в профиле и плане) является основным условием, определяющим различный результат равного волнового воздействия [8].

В первом приближении оценку переработки участков берегов можно произвести на основе следующего критерия, учитывающего уклон берега и плотность слагающих его грунтов: $B = I/\alpha$, где I — уклон берега; α — коэффициент сопротивления грунтов волновому размыву (30...120 для мелкозернистых песков; 200...300 для разнозернистых песков; 400 для супесей, суглинков и глин с ненарушенной структурой). Устойчивость берега размыву и переработке гарантируется при $B \leq 0,01$.

С формированием ложа водохранилища также связано развитие тектонических процессов, в частности землетрясений, вызванных наполнением и эксплуатацией водохранилищ. В настоящее время количественный критерий полностью отсутствует. В этом направлении целесообразно сосредоточить научные поиски. Отметим лишь, что землетрясения характерны для гидроузлов с большим напором и значительным объемом водохранилища при наличии разломов в земной коре района строительства.

Земли, прилегающие к водохранилищу. Они характеризуются развитием подпора — подъема уровней грунтовых вод и, как следствие, подтоплением прибрежных территорий. Первичным фактором развития подпора и подтопления следует считать геоморфологию берега. Поэтому комплекс критериев, характеризующий зону подтопления, в целом может быть выражен следующим образом:

$$I > I_n = 0,005; \varepsilon = k_\phi h / \mu \geq 800; \Delta W_\phi > 0,05W,$$

где I — уклон пологих берегов водохранилищ лесной и лесостепной зоны; I_n — предельное значение уклона, превышение которого обуславливает значительное увеличение ширины зоны подтопления (по

данным [9]), $I_n \sim 0,005$; ε — коэффициент, характеризующий скорость изменения уровня потока во времени; k_ϕ — коэффициент фильтрации грунта; h — осредненная глубина потока; μ — коэффициент водоотдачи; ΔW_ϕ — фильтрационные потери в период эксплуатации водохранилища; W — среднемноголетний сток реки.

Зона активно взаимодействующего водосбора. Она включает водосборы частных притоков в водохранилище и участки непосредственного поступления загрязняющих и биогенных веществ в него (см. схему). Планируемое освоение указанного водосбора различными отраслями народного хозяйства должно производиться с соблюдением двух критериев:

(3)

$$\begin{aligned} \Delta W &\leq 0,1W; \\ \omega &= \sum P q_{ij} \delta \leq \omega_n, \end{aligned} \quad (4)$$

где ΔW — снижение среднемноголетнего стока; ω — объем загрязнений i -м ингредиентом от всех видов хозяйственной деятельности, поступающих в водоем; P — показатель, характеризующий интенсивность j -го источника (численность населения, площадь сельскохозяйственных угодий, поголовье домашнего скота фермы (комплекса), выход продукции и т. д.); q_{ij} — удельный вынос i -го ингредиента загрязнения от j -го объекта; δ — коэффициент трансформации (самоочищения) в процессе доставки i -го вещества загрязнений к водоему; ω_n — предельное значение поступления в водоем загрязняющего (биогенного) вещества за рассматриваемый отрезок времени [см. критерии (1), (2)].

Участок реки нижнего бьефа гидроузла. Поскольку к этому участку предъявляется требование обеспечения соответствующего качества воды, критерий его загрязнения в пределах контрольного створа i -м ингредиентом можно представить в форме

$$c_{ik} = \frac{Q_p c_i + \sum_{j=1}^{j=n} Q_j c_{ij}}{Q_k} \leq \text{ПДК}_i,$$

где c_{ik} — концентрация i -го ингредиента в контрольном створе; Q_p — расход в нижний бьеф из водохранилища; c_i — концентрация i -го ингредиента в потоке Q_p ; Q_j — расход загрязненных вод от j -го источника; c_{ij} — концентрация i -го ингредиента от j -го источника; Q_k — расход реки в контрольном створе.

Данный критерий используется в случае полного перемешивания воды до контрольного створа. Управляющим воздействием является регулируемый расход Q_p .

Зона активно взаимодействующей реки с водосбором в нижнем бьефе. Применительно к этой зоне справедливы критерии (3) и (4). Для равнинных рек с развитой поймой необходимо учитывать также следующий критерий: $f \geq \zeta f_e$, где f — площадь сохраненной поймы с условиями, близкими естественной пойме f_e ; ζ — коэффициент, изменяющийся в диапазоне 0,3...0,5 в зависимости от типа поймы и пойменной экосистемы.

Коэффициенты, фигурирующие в вышеприведенных формулах, могут уточняться по мере накопления данных с учетом особенностей местных топографических, гидрогеологических и климатических условий и режимов работы гидроузла. Как уже отмечалось, использование рассмотренных критериев целесообразно на начальных стадиях проектирования гидроузлов и их каскадов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. СН 202-81. — М. : Стройиздат, 1982. — 183 с.
2. Васильев Ю. С., Христанов Н. И. Экологические аспекты гидроэнергетики. — Л. : ЛГУ, 1984. — 297 с.
3. Васильев Ю. С., Христанов Н. И., Марчук С. А. Применение системного подхода при анализе экосистем крупных

- гидроузлов // Методические и системные проблемы охраны окружающей среды. — Л. : Лениздат, 1984. — С. 214-221.
4. Solomin A. The effect of flooding on emergence of forage crop. — Proc. of VITUKI. — Budapest, 1976. - N 6.
 5. Vollenweider R. A. Input-output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. — Schweizerische Zeitschrift für Hydrologia. — Basel, 1975. - Bd. 37, N 1, S. 53-84.
 6. Хрисанов Н. П., Боголюбов А. Г. К методике расчета допустимого поступления биогенных элементов в экосистемы водоемов //Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. — Л., 1983. — Вып. 6. - С. 9-13.
 7. Canter L. W. Impact studies for dams and reservoirs. — International Water Power and Dam Construction, 1983. - 35, N 7, p. 18-23.
 8. Ермолаев А. И. Анализ роли основных факторов и условий процесса абразионного переформирования берегов // Обобщение опыта создания, комплексного использования и вопросы охраны природной среды. — Л. : Энергия, 1977. — Вып. 122. — С. 201-207.
 9. Методические рекомендации по прогнозированию подтопления берегов водохранилищ и использованию подтопленных земель. — Л.: ВНИИГ, 1978. — С. 1-87.

Решение проблем Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса : материалы науч.-техн. конф. 1986 года. – Ленинград : Энергоатомиздат : Лен. отд., 1987.

*Ю. С. Васильев (ЛПИ им. М. И. Калинина),
М. Ф. Складнев (ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева),
Ю. А. Григорьев (Ленгидропроект),
В. И. Брызгалов (Саяно-Шушенская ГЭС)*

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ СОЗДАНИИ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ГИДРОЭНЕРГОКОМПЛЕКСА

После завершения строительства Саяно-Шушенского гидроэнергетического комплекса в составе Саяно-Шушенской ГЭС и Майнского гидроузла кроме энергетического назначения данных объектов в основу их производственного функционирования будут положены еще две социально-экономические проблемы, а именно:

развитие инфраструктуры районов юга Красноярского края и оптимизация взаимодействия антропогенного фактора с окружающей природной средой.

Опыт решения природоохранных вопросов при создании Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса заслуживает всестороннего изучения. При этом представляется целесообразным вести обобщение не только проектных материалов и данных натуральных наблюдений, но и сопоставление аналогичной информации по таким гидроузлам, как Иркутский, Братский, Усть-Илимский на Ангаре и Красноярский гидроузел на Енисее. Например, эксплуатация водохранилищ перечисленных ГЭС показала, что климатические условия по берегам водохранилищ по сравнению с существовавшими ранее изменяются на незначительной полосе, практически не выходящей за водоохранную зону.

Основным антропогенным воздействием на природную среду, конечно, является создание водохранилищ. Саянское водохранилище протяженностью 312 км имеет площадь зеркала при ЦПУ 621 км^2 и затопливает $546,1 \text{ км}^2$ земель. Объем водохранилища $31,3 \text{ км}^3$, в том числе полезный— $15,3 \text{ км}^3$. Глубина этого искусственного водоема увеличивается по мере приближения к плотине, в створе которой она равна 230 м. Глубина обработки уровня воды может достигать 40 м. Майнское водохранилище гораздо меньше. Его протяженность 21,5 км, площадь зеркала $11,5 \text{ км}^2$, а затопливаемых земель — $4,5 \text{ км}^2$. Полный объем $0,12 \text{ км}^3$, а полезный — $0,07 \text{ км}^3$. Глубина водоема в створе плотины 25 м. Колебание уровней воды равно 7 м. При сравнительно скромных размерах роль Майнского водохранилища чрезвычайно важна не только в энергетическом отношении, но и с точки зрения охраны природы на более чем стокилометровом участке р. Енисея в нижнем бьефе до выклинивания водохранилищ Красноярской ГЭС.

Большая часть водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС (около 80% длины) расположена в горном ущелье, сложенном гранитами и метаморфическими сланцами. Только в пределах Тувинской котловины водохранилище выходит на пойму, сложенную рыхлыми четвертичными отложениями, с каштановыми почвами и малогумусным черноземом. Территория зоны затопления покрыта лесом (89,5% общей площади) с большим корневым запасом 3,7 млн. м^3 . Из этого объема к моменту наполнения водохранилища до НПУ будет вырублено 1,0 млн. м^3 . Водохранилище Майнской ГЭС узкое, горно-долинное. Его берега сложены метаморфическими сланцами, мрамором и частично аллювиальными отложениями террас. Почвенный покров долин и пойм аналогичен почвам Тувинской котловины. Леса занимают 60,0% зоны затопления, которые

предусматривается вырубить полностью. Водохранилища созданы на реке с чистой и низкоминерализованной водой, богатой кислородом, но бедной биогенными элементами, необходимыми для развития жизни в водной среде.

Берегопереработкой в условиях Саяно-Шушенского водохранилища, как показали исследования ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и Ленгидропроекта, затрагиваются незначительные площади. После наполнения водохранилища основными факторами, обуславливающими переформирование берегов, являются потенциально опасные оползневообвальные слабоабразивные зоны. Переработка берегов этого типа происходит в виде оползней и обвалов шириной до 300 м. Первично обводненные склоны были переформированы в процессе наполнения водохранилища и ежегодной глубокой сработки.

На участках с крутыми склонами, сложенными трудноразмываемыми коренными породами кембрия и силура, в переформировании берегов будут преобладать факторы выветривания: переменное смачивание и осушение, охлаждение и прогревание, промораживание и оттаивание. Зона переработки берега ограничится шириной до 50 м. В озеровидной части водохранилища (Тувинский плес) протяженностью 52 км и шириной от 3 до 9 км при наполненном водохранилище высота волны может достигать 2,0 м. На этом участке с широким распространением рыхлых четвертичных отложений будет наблюдаться развитие преимущественно абразивного переформирования берегов, а ширина зоны берегопереработки на конечную стадию составит здесь 100—150 м.

Из общего периметра Майнского водохранилища, равного 47 км, зона переработки составит 15 км, а ее ширина на различных участках береговой полосы — от 30 до 100 м.

Качество воды в водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС в первоначальный период его существования определится четырьмя факторами: геологическим строением ложа водохранилища, составом почвы и грунтов, наличием затопленной биомассы (в основном леса) и температурным режимом.

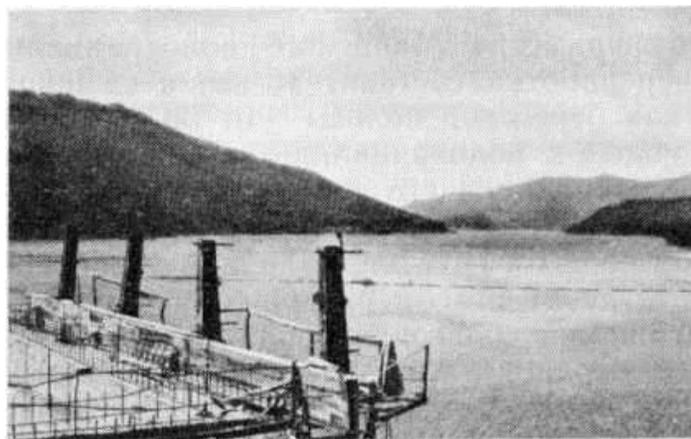
Для поддержания благоприятной санитарной обстановки в наиболее мелководной и хорошо прогреваемой части водохранилища в пределах Тувинской котловины всю древесно-кустарниковую растительность предусмотрено вырубить. Общий объем лесочистки в этой зоне составит 20,2 тыс. га. На остальной территории водохранилища лесочистка производится только на участках специального назначения. В глубоководной части водохранилища объем оставшейся биомассы составит около 1,9 млн. т. В соответствии с рекомендациями Лесотехнической академии им. С. М. Кирова следует ожидать, что в реакцию с водой вступит около 20%

биомассы. Исходя из этого расчетами Ленгидропроекта установлено, что расход кислорода на окисление и деструкцию органического вещества будет 7 мг/л. При среднем содержании кислорода в воде р. Енисей в естественных условиях 11 мг/л можно считать, что в зоне активного водообмена с учетом поступления кислорода за счет реаэрации и фотосинтеза заморные явления наблюдаться не будут.

Влияние затопленной древесины и прочей биомассы в водохранилище выразится в некотором снижении минерализации. При этом относительное содержание ионов сохранит естественный характер. Величина рН несколько увеличится и сдвинется в щелочную сторону.

С сожалением приходится констатировать повторение одной из существенных ошибок — опорожнение водохранилища и его последующее заполнение, особенно при поэтапном наполнении, обуславливает поступление большого количества плавающей древесной массы к плотине.

Так, летом 1985 г. поверхность водохранилища, прилегающая к плотине, была покрыта плавающим лесом на расстоянии более 6 км, образовавшим практически сплошной «ковер». Этот «ковер» послужил местом размножения комаров. Подобная ситуация прогнозировалась многими специалистами. Предлагалось установить выше по течению запань для перехвата леса и транспортировки его в затон для последующей утилизации. Реализация этих предложений началась только в последнее время (рисунок).



Водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС. Май 1987 г.

Плавающая древесная масса отведена в затоны для последующей переработки

При строительстве ГЭС пора начать производить полную лесочистку ложа водохранилища, считая при этом древесную массу природным ресурсом, а не оценивать целесообразность ее выполнения по экономическим и экологическим соображениям.

Необходимо создать специальную технику, позволяющую производить

лесоочистку и переработку древесной массы с воды по мере заполнения водохранилищ. Предложения по созданию такой техники для Саяно-Шушенской ГЭС не осуществлены. Единственным внешним источником загрязнения водохранилища будет Шагонарский промышленный узел, стоки которого будут подвергаться полной биологической очистке с обеззараживанием жидким хлором.

Прогноз влияния Саянского водохранилища на животный мир побережий дан Институтом леса и древесины Сибирского отделения Академии Наук СССР. Животный мир побережья Саяно-Шушенского водохранилища уникально разнообразен. В районе будущего водохранилища происходит контакт фаун Гуны, Саян, Алтая, Хакасии. Наряду с широкораспространенными млекопитающими и птицами, встречающимися в смежных районах, здесь сохранились такие редкие и ценные виды, как горный козел, дикий баран, северный олень, красная лисица, алтайский удав, бородатая куропатка. Водохранилищем будут затоплены надпойменные террасы Енисея и его крупных притоков в основном с хвойным лесом (сосна, ель, пихта, кедр, лиственница) и участки суши в нижнем течении рек и ключей, нижние части склонов гор со смешанными лесами. Поэтому с созданием водохранилища граница распространения этих

Граница водоохранной зоны Саянского водохранилища по берегам определена в пределах 2 км от форсированного уровня с отметкой 544,5 м. Ширина водоохранной зоны Майнского водохранилища по правому берегу установлена в пределах 500 м от форсированного уровня с отметкой 328,5 м и по левому берегу ограничивается подъездными путями к Саяно-Шушенской ГЭС. Внутренней границей водоохранной зоны со стороны акватории водохранилищ является урез воды в нем при уровне мертвого объема (УМО) с отметкой 500 м по Саянскому и 319 м — по Майнскому водохранилищу. В нижнем бьефе водохранилищ и вдоль р. Енисея до г. Абакана по обоим берегам установлены запретные лесные полосы шириной 2 км.

По согласованию с Управлением эксплуатации водохранилища в водоохранной зоне разрешается размещение палаточных городков, стоянок, лагерей отдыха и устройство обособленных пляжей и мест купания, что определяет возможность рекреационного освоения водохранилища. После наполнения водохранилища улучшатся условия обитания для рыбы в связи с появлением участков с небольшими глубинами, малыми скоростями течения и прогревом воды, а также улучшением кормовой базы. По прогнозам улов рыбы на этом участке

реки возрастет в 7 раз и составит 2400—3600 ц. Для восстановления сельскохозяйственного производства предусмотрено освоение новых земель под пашню, создание оросительных систем, искусственных кормовых угодий, улучшение существующих сельскохозяйственных земель.

Ввод в эксплуатацию Саяно-Шушенской ГЭС с водохранилищем годичного регулирования предопределяет значительное изменение расходов в нижнем бьефе в паводковые и зимние периоды. Максимальные паводковые расходы 1%-й расчетной обеспеченности уменьшаются с 13500 м³/с в бытовых условиях до 7100 м³/с, а зимние — увеличатся с 200—400 м³/с до 500—1850 м³/с. Для выравнивания расходов, поступающих от Саяно-Шушенской ГЭС в зимний период при суточном и недельном регулировании ее энергоотдачи, ниже по течению реки создан контррегулирующий Майнский гидроузел.

Буферное водохранилище Майнской ГЭС позволит, обеспечив интересы неэнергетических водопользователей, эксплуатировать Саяно-Шушенскую ГЭС в оптимальном энергетическом режиме, а именно с остановкой в ночные часы и работой полной мощностью при прохождении пика нагрузки в энергосистеме. При этом расходы Саяно-Шушенской ГЭС будут колебаться от нулевых до 3680 м³/с, а обычные попуски в нижний бьеф Майнской ГЭС будут составлять 1450 м³/с в рабочие дни и 500 м³/с в выходные. В условиях работы Саяно-Шушенской ГЭС в аварийном режиме расход в нижнем бьефе Майнской ГЭС составит 1850 м³/с. Эффект от контррегулирования расходов сказывается на всем протяжении реки ниже Майнской ГЭС до выклинивания Красноярского водохранилища, так как русло не обладает сколько-нибудь заметной аккумулярующей способностью.

В результате снижения паводковых расходов после ввода гидроэлектростанций в эксплуатацию уменьшится площадь, частота и длительность затопления и подтопления пойменных, и надпойменных территорий, а вследствие повышения зимних сбросных расходов воды возникнут затопления и подтопления, которых не было при естественном режиме реки.

В зарегулированных условиях в нижнем бьефе Майнской ГЭС произойдет снижение уровней весеннего половодья на 0,9—2,4 м. Это будет способствовать уменьшению интенсивности размыва берегов, так как разрушение их на Енисее в естественных условиях происходит главным образом в паводки под воздействием увеличенных скоростей течения и колебаний уровня воды. Снижение максимальных уровней в

летний период приведет к понижению уровней грунтовых вод в прибрежной полосе, что уменьшит случаи берегообрушения за счет суффозионных явлений.

Существенное увеличение зимних расходов и уровней в зарегулированных условиях не окажет влияния на переработку берегов, так как вследствие промерзания пород береговые склоны будут закрыты ледяным панцирем. Максимальные зимние уровни в зарегулированных условиях не превзойдут летние 1%-й обеспеченности. Колебания уровней, обусловленные недельным регулированием мощности Саяно-Шушенской ГЭС, происходят в пределах существующих бичевников и распространения галечников, поэтому они не влияют на размыв берегов.

Весенний ледоход на Енисее в естественных условиях часто причинял значительный ущерб народному хозяйству. Поскольку вскрытие реки начинается с верхних южных ее участков, то это приводило к образованию заторов льда и подъему уровней воды до 3 м. При подвижках и заторах образовывались навалы льда на берегах в несколько рядов, общая высота которых местами достигала 8 м. С пуском первых агрегатов Саяно-Шушенской ГЭС лед Верхнего Енисея тает в водохранилище, и экономических ущербов от весеннего ледохода не зафиксировано.

Сброс зимой «теплой» воды из Саянского водохранилища обуславливает наличие незамерзающего контррегулирующего водохранилища и полыньи в нижнем бьефе Майнской ГЭС, распространяющейся на 30-90 км. Наличие полыньи в нижнем бьефе нарушает сообщение по льду между населенными пунктами. Интенсивное испарение с открытой поверхности воды, особенно при понижении зимних температур, оказывает влияние на микроклимат прилегающих территорий. Необходимо учитывать это явление, как в хозяйственной деятельности, так и в жизни населения. Снижение максимальной летней температуры воды в нижнем бьефе Саяно-Шушенской ГЭС требует осуществления специальных инженерных мероприятий в прибрежной зоне по организации отдыха населения, которые уже частично осуществлены для г. Минусинска.

Участки р. Енисея в пределах Тувинской и Минусинской котловин в естественных условиях отличаются резко континентальным засушливым климатом с очень холодной зимой и жарким летом. Первые годы эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС показали, что изменения микроклимата в связи с созданием гидроузлов, произошли лишь в узкой

полосе склонов долины Енисея и повлияли незначительно на температуру и влажность воздуха в переходные периоды, смягчив резко континентальный климат побережий в озеровидной части Саянского водохранилища в Тувинской котловине и на участке нижнего бьефа в Минусинской котловине.

В период начальной эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС проводились натурные исследования термического режима водохранилища. В результате получен обширный материал как для проверки проектных проработок, так и для развития научных знаний в области ледотермики глубоких водохранилищ. В настоящее время водохранилище частично заполнено, его наибольшая глубина на 10,0 м меньше проектной. Термический режим воды водохранилища еще не стабилизировался и не полностью соответствует режиму его нормальной эксплуатации. В нижнем бьефе в течение 8 лет эксплуатации по мере увеличения зарегулированных расходов и повышения температуры воды длина полыньи увеличивается от 45 до 150 км. Однако все восемь зим по климатическим условиям рассматриваемого района оказались теплее средних расчетных, что не позволяет полностью оценить закономерность отмеченных явлений. Натурные исследования должны быть продолжены с целью накопления фактического материала, который позволит уточнить методику расчета ледотермического режима глубоких малопроточных водоемов.

В целях обеспечения благоприятного санитарного состояния на участке нижнего бьефа с учетом роста водоотведения городов и поселков на перспективу до 2000 года на основании прогноза, разработанного ВСО «Союзводоканалпроект» и ВОДГЕО, в качестве санитарного установлен минимальный зимний гарантированный расход не ниже $500 \text{ м}^3/\text{с}$, в 3 раза превышающий минимальный расчетный расход 95%-й обеспеченности в естественных условиях. Проектный санитарный расход $500 \text{ м}^3/\text{с}$ будет наблюдаться в течение двух выходных дней недели, в остальные дни недели расходы воды будут повышаться в 3 раза, и условия смешения и разбавления сточных вод городов, поселков и промышленных предприятий будут еще более благоприятными.

Изучение санитарного водопользования населения на рассматриваемом участке нижнего бьефа, проведение Московским НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, показало, что при выполнении намеченных в проекте водоохраных мероприятий не следует ожидать ухудшения качества воды.

Прогноз качества воды, разработанный с учетом водообмена при промежуточных отметках наполнения водохранилища, подтвердился. Химический состав воды Енисея, поступившей в водохранилище, существенно не изменился. По общей минерализации вода Саянского

водохранилища, так же как и Енисей, осталась мягкой; значения минерализации стабилизировались в настоящее время на уровне 100—115 мг/л, что значительно ниже ПДК— 1000 мг/л; цветность, как и в реке, 20—30° с тенденцией к стабилизации. Среднегодовые значения БПК₅ за весь период наблюдений (1979-1985 гг.) были ниже ПДК: содержание легкоокисляющихся органических веществ стабилизировалось на уровне несколько ниже 2 мг/л. Определенной закономерности изменения ХПК по сезонам и глубине водохранилища не было выявлено, среднегодовые значения повысились с 11 до 14 мг/л за последние 3 года; за этот период наблюдалось снижение содержания нитритов с 0,008 до 0,004 мг/л, в то же время возросло количество нитратов, что свидетельствует о самоочищающей способности водоема.

Содержание фенолов за период 1979-1985 гг. было много ниже ПДК 0,1 мг/л для водоемов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения; содержание нефтепродуктов в водохранилище было несколько ниже, чем на вышерасположенном участке реки. Однако нужны срочные меры по очистке сточных вод Кызыла от нефтепродуктов.

В нижний бьеф Саяно-Шушенской и Майнской ГЭС поступает вода, обогащенная кислородом за счет аэрации при прохождении турбин и водосброса. Сравнение гидрохимических показателей Енисея на участке нижнего бьефа гидроузлов с показателями на участке выше плотины показывает, что качество воды мало отличается от фонового.

По слабому развитию фитопланктона и величине первичной продукции Саянское водохранилище исследователями Института озераведения АН СССР оценивается как олиготрофный водоем. «Цветение» воды возможно только в первые годы заполнения водохранилища и только в озеровидной части, в речной части оно не предвидится. По количеству зоопланктона (в среднем не выше 0,3 г/м³) водохранилище также относится к бедным горным олиготрофным водоемам. Зона развития лимнического зоопланктона постепенно увеличивается, но и в пятый год пополнения она охватывает лишь нижнюю и среднюю части водоема. Особенностью развития зообентоса Саянского водохранилища является массовое развитие олигохет, что связано с высокой проточностью водохранилища, благоприятной для развития бентоса и препятствующей развитию фито- и зоопланктона.

В Ы В О Д Ы

1. Учет экологических факторов и осуществление комплексной программы исследований на стадии проектирования и в ходе

строительства Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса позволит свести к минимуму и предупредить отрицательное воздействие гидростроительства на природу района.

2. Контррегулирующий Майнский гидроузел исключит в значительной мере отрицательное воздействие на нижний бьеф режима работы Саяно-Шушенской ГЭС по суточному графику нагрузки в зимний период.

3. Качество воды Енисея при наполнении Саянского водохранилища до отметки 520 м по комплексу гидрохимических, гидробиологических и санитарных показателей соответствует требованиям, предъявляемым к воде водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного использования. Подтвердился прогноз о том, что при УМО соотношение затопленной древесины к объему воды 1 : 4000 не может отрицательно сказаться на качестве воды водохранилища.

4. Рыбопродуктивность Саянского водохранилища в 5 раз выше, чем была в реке, что позволило уже в 1985 г. приступить к экспериментальному промыслу. За счет акклиматизации и направленного формирования ихтиофауны имеется возможность дальнейшего увеличения уловов.

5. Организация Саяно-Шушенского заповедника, Борусского и Кайбальского заказников, а также выделение прибрежной водоохранной зоны на участке водохранилищ и нижнего бьефа гидроузлов способствуют охране своеобразной и живописной природы района строительства энергокомплекса и создают благоприятные условия для организации туризма и отдыха населения.

6. Опыт строительства Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса убеждает, что создание гидростанций в предгорных и горных районах позволяет свести к минимуму их возможное отрицательное воздействие на природную среду.

7. На вновь возводимых ГЭС необходимо предусматривать в проекте и осуществлять комплекс мероприятий, обеспечивающих использование максимального объема леса, попадающего в зону затопления, как природного ресурса, и исключающих наличие плавающей древесной массы в водохранилище. Применительно к Саянскому водохранилищу необходимо организовать и форсировать очистку акватории водохранилища от древесной массы и ее утилизацию.

Ю. С. Васильев, М. П. Федоров

**УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНОСТИ ФАКТОРОВ АНТРОПОГЕННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНУЮ СИСТЕМУ
ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО—РЕКА НЕВА—НЕВСКАЯ ГУБА**

Одной из центральных задач научных исследований, связанных с разработкой рекомендаций по оздоровлению водной системы Ладожское озеро — р. Нева — Невская губа, является эколого-экономическое обоснование природоохранных мероприятий. Размеры воздействия обуславливают большое количество природоохранных мероприятий, которые необходимо осуществить в ближайшем будущем. Это потребует значительных материальных затрат, однако эффект от их реализации может быть получен только через некоторое время. В силу этих обстоятельств возникает проблема выбора эффективной природоохранной деятельности, которая определяется следующим:

1. ограниченностью капитальных вложений и других материальных ресурсов;
2. возможностью активного управления качеством вод;
3. спектром контролируемых показателей качества водной системы;
4. сроками осуществления природоохранных мероприятий;
5. вероятностью их реализации.

Решение проблемы обоснования эффективных первоочередных природоохранных мероприятий может быть разбито на три этапа:

6. выявление наиболее интенсивных источников антропогенной нагрузки на водную систему;
7. составление перечня природоохранных мер по снижению антропогенного воздействия, определение их технико-экономических показателей;
8. эколого-экономическая оценка эффективности планируемых мероприятий и определение первоочередных.

В статье рассматривается методологический подход к решению задач и основные результаты исследований первого этапа.

Сложность решения задач определения источников загрязнения водной системы, представляющих наибольшую экологическую опасность,

обусловлена недостаточной изученностью условий водопользования, отсутствием надежной информации об их изменении во времени. Эти обстоятельства определили методологическую особенность решаемой задачи — выбор решений в условиях неоднозначности и неполноты информации. В основу решения такого класса задач положен принцип приоритетной оценки — ранжирование в порядке предпочтения различных показателей, характеристик, объектов с использованием нескольких критериев. Применительно к выбору экологически опасных видов антропогенного воздействия приоритетная оценка может проводиться на основе следующих критериев:

- 1) уровня требований водопользователей к качеству воды;
- 2) размеров (объемов сбросов) антропогенной нагрузки на водную систему;
- 3) наиболее важных характеристик качества воды (актуальных видов загрязнений);
- 4) дальнейшего развития источников загрязнения.

Связь между перечисленными критериальными показателями в отношении какого-либо источника антропогенного воздействия на водную систему свидетельствует об однозначности приоритетной оценки. В противном случае необходим многокритериальный анализ с целью выбора предпочтительных решений с противоречивыми критериальными показателями. Основные положения метода многокритериального анализа, разработанного для обоснования природоохранных мер в водохозяйственных комплексах, изложены в работах [1, 3].

Комплексное использование водных ресурсов Ладожского озера, р. Невы и восточной части Финского залива предусматривает развитие многочисленных водопотребителей. Из них наиболее крупными являются промышленность, коммунально-бытовое, сельское и рыбное хозяйство, водный транспорт, рекреация. Требования, которые отдельные водопотребители предъявляют к качеству воды, различаются как по составу показателей, так и по предельно допустимым концентрациям. Сравнительный анализ нормативных материалов и рекомендаций, регламентирующих качество воды, позволил выявить основных водопотребителей, которые определяют критерии пригодности воды.

Ладожское озеро следует рассматривать как стратегический резерв воды для быстро растущих нужд питьевого водоснабжения. Кроме того, следует учитывать уникальность природного комплекса,

сложившегося в бассейне Ладожского озера и определяющего во многом состояние водной системы в целом. Например, химический состав воды в р. Неве и Невской губе формируется на основе состава ладожской воды. В этой связи необходимо добиваться таких экологических условий в озере, которые обеспечили бы его сохранение как природного комплекса. Этим требованиям соответствуют нормативы качества воды, которые установлены в рыбном хозяйстве для естественного воспроизводства ценных промысловых видов рыб. Таким образом, требования питьевого водоснабжения и рыбного хозяйства являются регламентирующими в определении качества вод Ладожского озера.

Вода р. Невы в настоящее время широко используется на промышленные и коммунальные нужды Ленинграда. К 2000 г. планируется рост водоснабжения промышленности города в 3 раза, коммунального хозяйства — в 2 раза. Уровень требований к качеству воды р. Невы определяется хозяйственно-питьевым водоснабжением. Требования промышленности являются более низкими за исключением специальных условий, оговаривающих содержание некоторых специфических веществ.

Вода Невской губы используется в основном для производственных нужд и хозяйственно-коммунального водоснабжения. Однако уровень требований к качеству вод в этой части водной системы определяется условиями рекреационного использования акватории губы и прилегающей береговой территории. Рекреация является наиболее крупным водопользователем, который активно развивается в настоящее время и требует не только сохранения природных условий, но и их целенаправленного изменения в наиболее посещаемых зонах отдыха.

Состояние водной системы в отношении качества воды можно оценить двумя факторами — концентрацией загрязняющих веществ в отдельных фрагментах и объемами их сброса из различных источников. Первый фактор позволяет установить те показатели качества воды, которые необходимо контролировать и улучшать в первую очередь, а второй — выявить основные источники загрязнений, которые являются причиной ухудшения качества воды по этим показателям. Состояние воды анализировалось по восьми показателям — взвешенные вещества, ВПК (органические соединения), хлориды, сульфаты, фенолы, нефтепродукты, общее содержание фосфора и азота. На основе исследований химического состава воды по данным натуральных

наблюдений было выявлено, что систематически во всех фрагментах водной системы перекрывается ПДК по нефтепродуктам, на отдельных участках р. Невы — по ВПК, нитратному и аммонийному азоту. По санитарно-гигиеническим требованиям вода Невской губы характеризуется значительным загрязнением. На основе корреляции между концентрациями указанных загрязняющих веществ и антропогенной нагрузкой в отдельных частях водной системы были выявлены следующие приоритетные показатели качества воды:

- Ладожское озеро — содержание биогенных веществ (фосфор и азот), нефтепродуктов, ВПК (органические соединения);
- верхнее течение р. Невы — содержание нефтепродуктов, ВПК;
- нижнее течение р. Невы в пределах г. Ленинграда — содержание нефтепродуктов, ВПК;
- Невская губа — ВПК, содержание нефтепродуктов, фенолов.

Важное значение для качества воды в нижнем течении р. Невы и Невской губы имеет ее бактериологическое состояние. Значение этого фактора для условий водопотребления следует уточнить на основе специальных исследований.

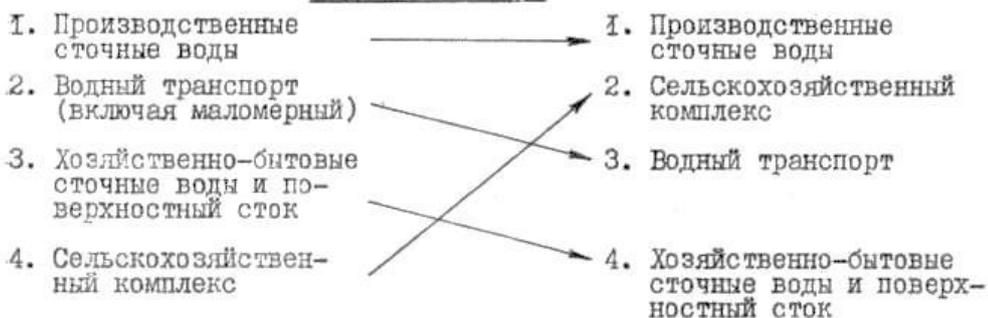
Оценка современного антропогенного воздействия на исследуемую водную систему, а также тенденции его изменения выполнена на основе обобщения результатов исследований, проведенных рядом организаций-соисполнителей. В работе [2] приводятся основные результаты анализа размеров и структуры антропогенных нагрузок.

Основными источниками этого воздействия является промышленность, коммунально-бытовые стоки, поверхностный сток с городских территорий, сельское хозяйство, водный транспорт. Сравнение приоритетных показателей качества воды и размеров сбросов соответствующих загрязняющих веществ, указывает на корреляцию между ними в отдельных фрагментах водной системы. На рисунке приведено ранжирование факторов хозяйственной деятельности, которые являются определяющими в современном состоянии водной системы. Там же показаны основные тенденции в изменении приоритетности отдельных факторов, обуславливающих экологическую опасность.

Уровень 1980 г.

Уровень 2000 г.

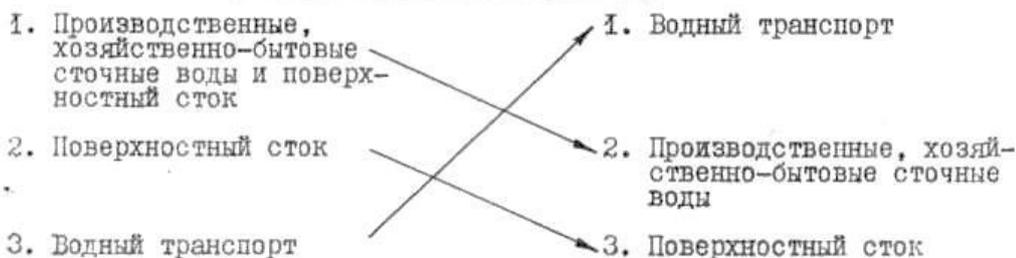
Ладожское озеро



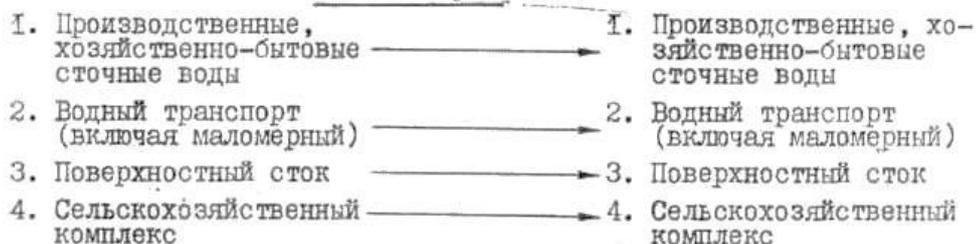
р.Нева от истока до г.Ленинграда



р.Нева в черте г.Ленинграда



Невская губа



Приоритетное ранжирование факторов антропогенного воздействия на водную систему Ладожское озеро—р. Нева—Невская губа.

Основными источниками антропогенного воздействия на Ладожское озеро являются сброс производственных сточных вод и водный транспорт. К 2000 г. более существенным будет влияние сельскохозяйственного комплекса. В бассейне р. Невы качество воды формируется в основном производственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Не менее важное значение имеет поверхностный сток с городских территорий. При

развитии системы сбора части производственных и хозяйственно-бытовых стоков, которую намечено осуществить в ближайшие 5—10 лет, влияние этого фактора несколько снизится. Определенную экологическую опасность создает водный транспорт, включая маломерный флот, используемый для рекреационных целей (любительское и спортивное рыболовство, водные экскурсии и т. д.).

Полученные результаты приоритетной оценки факторов антропогенного воздействия, определяющих условия формирования качества воды в системе Ладожское озеро — р. Нева — Невская губа, следует рассматривать как предварительные в силу неполной информации, а в некоторых случаях и ее противоречивого содержания. Тем не менее, они отражают основные тенденции изменения состояния рассматриваемой водной системы и могут служить основой для составления перечня наиболее эффективных природоохранных мер по ее оздоровлению. Уточнение и расширение информации на следующих этапах исследований позволит провести необходимую корректировку планируемых мероприятий на стадии их эколого-экономического обоснования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю. С., Костенко М. В., Сыроежин М. И. Оптимизация многоцелевого комплекса на стадии проектирования (на примере водохозяйственного комплекса) // Пути повышения эффективности капитальных вложений и основных фондов. - Л., 1982. - С. 180-195.
2. Д е н и с о в а Н. Н., З а и р - Б е к И. А., Семенов М. В. Результаты системной оценки антропогенной нагрузки в бассейне Ладожского озера, р. Невы и Невской губы.— *См. наст. сборник*, С. 30-34.
3. Д о л г о в П. П., Еловенко В. Г., Федоров М. П., Щавелев Д. С. Выбор оптимального варианта развития ВХК с учетом факторов воздействия на окружающую среду // Комплексное использование водохранилищ ГЭС и охрана окружающей среды. - Л., 1979. - С. 158-163.

Ю. С. Васильев

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ускорение научно-технического прогресса и бурный рост промышленного производства ставит охрану окружающей среды в ряд важнейших общегосударственных задач. Конкретные мероприятия по улучшению охраны природы намечены в Постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране».

Ленинградский политехнический институт активно участвует в решении задач, вытекающих из постановлений партии и правительства об усилении работы в области охраны окружающей среды, являясь головной организацией по осуществлению комплексной научно-технической программы «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы». Программа действует в системе Минвуза РСФСР с 1975 г., обеспечивая более эффективное использование сосредоточенного в высшей школе большого научного потенциала, объединяя усилия различных вузов для решения важнейших научно-технических проблем в области природопользования и совершенствования экологической подготовки специалистов.

ЛПИ стал головным вузом по комплексной научно-технической программе «Человек и окружающая среда» отнюдь не случайно. На протяжении всей истории института его ученые принимали самое активное участие в решении проблем комплексного использования природных ресурсов. Так, активно участвовали ученые ЛПИ в осуществлении Ленинского плана ГОЭЛРО. План электрификации Северного района был выполнен под руководством проф. М. А. Шателена и А. В. Вульфа (М. А. Шателен входил в первый список членов Госплана, составленный непосредственно В. И. Лениным). На строительстве Волховской ГЭС работали будущие профессора института В. В. Болотов, А. В. Вульф, А. А. Добрускин, А. М. Залесский, Г. Н. Маслов, Ф. В. Товстолес, Н. А. Филимонов.

В период строительства Волховской ГЭС на гидротехническом факультете был выполнен большой объем исследований, позволивших

решить вопрос сопряжения бьефов. В дальнейшем в период сооружения Нижне-Свирской ГЭС был проведен комплекс гидравлических исследований для обоснования ее проекта.

Велика роль ученых-политехников в создании Днепровской ГЭС им. В. И. Ленина. Важные инженерно-научные задачи этого строительства были решены акад. Н. Н. Давиденковым, проф. Г. Н. Масловым, А. В. Шафаловичем.

В предвоенные и послевоенные годы были заложены основы научных школ, явившихся базой для исследований в области охраны окружающей среды, получивших широкое развитие в последние два десятилетия.

Кафедры, возглавляемые акад. М. П. Костенко, чл.-корр. АН СССР М. А. Шателеном, проф. А. А. Горевым, А. М. Залесским, М. Д. Каменским и др., проводили исследования в области электрификации страны, создания новых энергетических систем, сверхдальних высоковольтных электропередач. Большой объем работ выполнен учеными ЛПИ в области изучения атомного ядра и использования атомной энергии в мирных целях. В этих работах принимали участие акад. А. Ф. Иоффе, Б. П. Константинов, чл.-корр. АН СССР Я. И. Френкель, проф. Д. Н. Наследов и др.

В 50—60-е годы под руководством проф. В. В. Померанцева учеными энергомашиностроительного факультета были разработаны, исследованы и освоены в промышленности принципиально новые топочные устройства: для малой энергетики — «скоростная топка Померанцева» и для мощных энергоблоков — низкотемпературная вихревая топка. Всесторонний анализ работы этих топочных устройств показал их большую экологическую безопасность по сравнению с традиционными. Именно эти работы положили начало развитию на кафедре реакторо- и парогенераторостроения нового научного направления — исследования механизмов образования токсичных и канцерогенных выбросов, что впоследствии позволило ученым кафедры организовать и возглавить в рамках проблемы «Защита атмосферы» энергетическую секцию.

Строительство гидроэлектростанций и других гидротехнических сооружений стало базой для формирования ряда научных школ. Так, школа, созданная акад. Н. Н. Павловским, позволила решить многие инженерные задачи расчета движения грунтовых вод. Новые прогрессивные решения гидротехнических сооружений и способов их возведения, а также инженерных мелиораций были разработаны чл.-корр. АН СССР В. А. Флориным.

В 1928 г. в институте была создана гидротехническая лаборатория, где решались проблемы управления бурными потоками и фильтрации,

исследовались явления аэрации безнапорных потоков и гидравлика рыбопропускных и рыбозащитных сооружений. В 1951 г. на гидротехническом факультете была создана русловая лаборатория, где под руководством проф. И. И. Леви были разработаны методы моделирования гидрологических процессов в лабораторных условиях. Здесь исследовались процессы переформирования русел рек в результате создания водохранилищ и строительства инженерных сооружений, процессы заиления водохранилищ Нурекской, Ингурской, Чиркейской ГЭС и др.

На кафедре инженерной мелиорации под руководством проф. П. Д. Глебова, Н. В. Зарубаева проводились исследования по борьбе с засолением земель и их заболачиванием при орошении, по улучшению водного режима земель, агромелиорации, освоению засушливых земель и пустынь.

В 60-х годах в разработке схемы канализации и очистки сточных вод г. Ленинграда принимал активное участие проф. Г. Г. Шигорин. На кафедре использования водной энергии была создана научная школа проф. А. В. Морозова. Ученые кафедры принимали участие в разработке схем комплексного использования ресурсов р. Иртыша, Оби, Енисея, Лены, Амура и др. Научные проработки ученых были учтены в проекте комплексного Зейского гидроузла при решении вопросов регулирования стока, учитывающего интересы энергетики и судоходства, а также борьбы с наводнением. На кафедре были разработаны методы расчета неустановившегося движения в нижнем бьефе гидроузлов, использованного для обоснования проектов Новосибирской, Красноярской, Саяно-Шушенской ГЭС.

Все это позволило ЛПИ стать одним из ведущих вузов страны в решении проблем охраны и комплексного использования природных ресурсов, возглавить комплексную научно-техническую программу.

В настоящее время в программе «Человек и окружающая среда» участвуют 127 вузов Минвуза РСФСР и 115 других высших учебных заведений, присоединившихся в 1982 г. согласно приказу Минвуза СССР. Только за годы XII пятилетки вузами — участниками программы «Человек и окружающая среда» завершено и внедрено в народное хозяйство с экономическим эффектом 126 млн. руб. (т. е. в среднем превышающим 3 руб. на 1 руб. затрат) более 1000 природоохранных НИР и ОКР, в которых участвовало около 500 докторов более 3000 кандидатов наук, а также свыше 20 000 аспирантов и студентов. По итогам этих работ опубликовано 160 монографий, получено свыше 900 авторских свидетельств и более 50 патентов, защищено 85 докторских и 625 кандидатских диссертаций. Две работы, выполненные в рамках

программы, удостоены Государственных премий СССР, а три — отмечены премиями Совета Министров СССР.

Исследования по программе «Человек и окружающая среда» ведутся по 11 крупным проблемам в соответствии с «Основными направлениями единой научно-технической политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СССР», утвержденными ГКНТ и АН СССР на период до 2000 г., проектом долгосрочной Государственной программы охраны окружающей среды СССР и проектом программы биосферных и экологических исследований АН СССР на период до 2015 г. (см. рисунок).

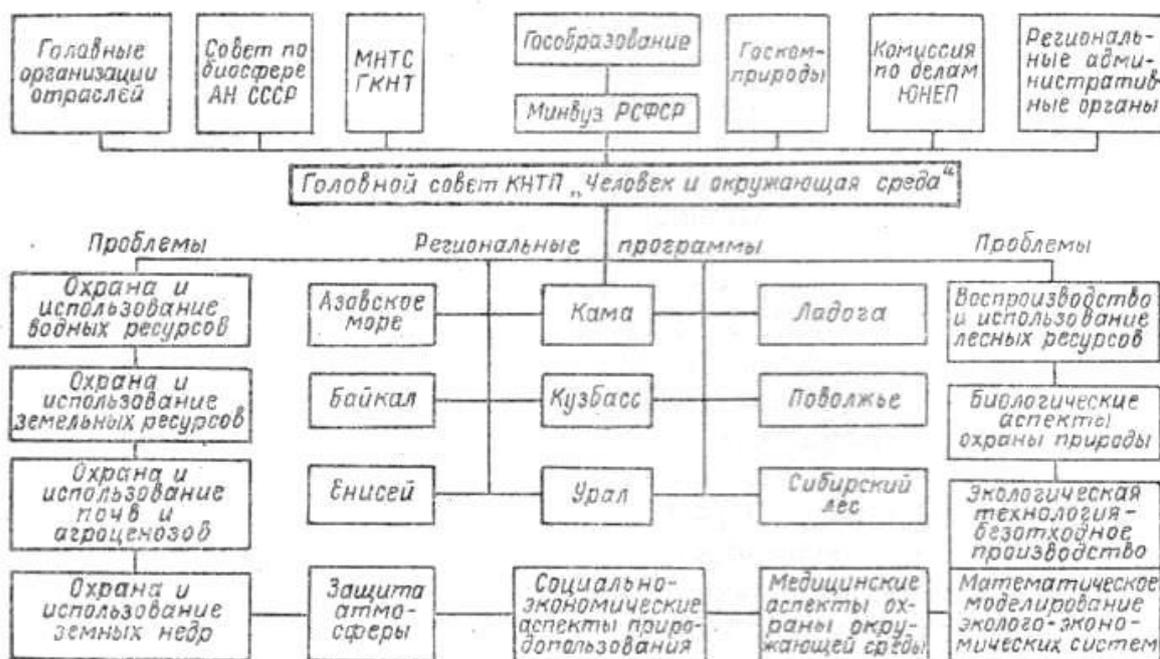
В ряде районов с уникальными природными объектами но с неблагоприятной экологической ситуацией создаются, кроме того, специальные целевые региональные программы, формируемые вузами совместно с научными учреждениями АН СССР и других ведомств, для обеспечения комплексного междисциплинарного и межотраслевого подхода к решению проблем охраны окружающей среды в регионах.

Организуя деятельность КНТП «Человек и окружающая среда» по проблемно-региональному принципу, Головной совет стремится максимально использовать как межвузовскую, так и межведомственную кооперацию при решении проблем охраны и рационального использования всех видов природных ресурсов, при разработке безотходных и ресурсосберегающих технологий, а также медицинских и социально-экономических проблем природопользования. В результате тесного взаимодействия с Межведомственным научно-техническим советом по комплексным проблемам охраны окружающей среды при ГКНТ СССР, Научным советом АН СССР по проблемам биосферы, соответствующими советами отделений и научных центров АН СССР и головными организациями ряда министерств и ведомств (Госкомгидромета, Минхимпрома, Минэнерго и др.), а также Секретариатом СЭВ, Советским комитетом МАБ и Комиссией СССР по делам ЮНЕП, значительная часть выполняемых в вузах работ включена в целевые природоохранные программы ГКНТ СССР, АН СССР, Госкомгидромета СССР, в международную программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера» и в программу ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

В Ленинградском политехническом институте традиционно проводятся комплексные природоохранные исследования общей

сметной стоимостью более 1 млн. руб. в год, а также ведется большая работа по экологической подготовке инженерно-технических кадров.

*Структура комплексной научно-технической программы
Минвуза РСФСР «Человек и окружающая среда».*



ЛПИ принимает участие в работах практически по всем проблемам программы «Человек и окружающая среда» и большинства региональных программ, а по двум проблемам является головным. Одна из них — проблема «Охрана и использование водных ресурсов», в рамках которой эти исследования связаны с оптимизацией наблюдений за состоянием водных объектов и разработкой оперативных методов контроля качества воды, оценкой и прогнозированием экологической обстановки и разработкой способов очистки и обеззараживания сточных вод. Например, в результате выполнения комплексных исследований системы «Ладога—Нева—Невская губа» учеными ЛПИ созданы математические модели для расчета выноса биогенных и загрязняющих веществ, составлен прогноз качества воды и даны рекомендации по оптимизации хозяйственного освоения территории водосбора, использованные при создании Комплексной схемы охраны природы Ленинградской области, а также предложен ряд конструктивных решений для улучшения экологической обстановки в районе строительства защитных сооружений г. Ленинграда. Для

Минводхоза СССР и Минэнерго СССР разработаны рекомендации по комплексному использованию водохранилищ ряда крупнейших ГЭС Днепровского, Волжского, Сулакского, Ангаро-Енисейского каскадов, созданы конструкции надежных и эффективных сооружений.

При выполнении работ по проблеме «Охрана и рациональное использование земельных ресурсов» важное внимание уделяется применению аэрокосмических методов исследований для контроля за антропогенными изменениями ландшафта и совершенствованию инженерных методов защиты территорий, включая рациональное складирование отходов обогащения руд металлургических предприятий с обеспечением надежной защиты окружающей среды от загрязнений промышленными отходами в сложных природных условиях. Это позволило, например, за счет оптимизации параметров шламохранилищ, выполненной сотрудниками ЛПИ, на одном только Уральском алюминиевом заводе обеспечить экономию свыше 1 млн. руб.

В исследованиях по проблеме «Защита атмосферы» ведущим направлением является разработка новых эффективных способов сжигания низкосортных топлив, предотвращающих образование токсичных выбросов на тепловых электростанциях и других энергетических объектах. Созданный учеными ЛПИ и внедренный более чем на 60 предприятиях Минэнерго СССР экологически безопасный низкотемпературный вихревой метод сжигания угля (ежегодный экономический эффект свыше 1 млн. руб.) позволяет не только снизить токсичность выбросов в атмосферу, габариты и металлоемкость котельных агрегатов, но также повысить их эффективность и надежность.

В рамках проблемы «Биологические аспекты охраны природы» сотрудниками ЛПИ ведется изучение влияния сильных электрических полей, создаваемых высоковольтными линиями электропередач, и разрабатываются средства биологической защиты человека и животных, в качестве одного из которых рекомендованы специальные посадки древесно-кустарниковых растений высотой 3—5 м.

Проблема «Медицинские аспекты охраны окружающей среды» представлена в ЛПИ исследованиями, связанными с разработкой простых и эффективных хроматографических методов очистки препаратов вирусов полимиелита, энцефалита, бешенства и гриппа для получения соответствующих вакцин.

В ходе работ по проблеме «Экологическая технология» в ЛПИ разработан новый технологический процесс торцевой раскатки кольцевых

деталей, существенно сокращающий трудоемкость процесса и расход металла.

В рамках проблемы «Социально-экономические аспекты природопользования» в целях дальнейшего повышения эффективности работ по программе «Человек и окружающая среда» большое внимание уделяется их информационному обеспечению. По заданию Головного совета, который в 1985 г. зарегистрирован в качестве источника информации в регистре Международной информационно-справочной системы по окружающей среде ИНФОТЕРРА, в ЛПИ создана база данных по программе «Человек и окружающая среда» и разработана специальная информационно-поисковая система, позволяющая оперативно получать необходимую информацию о всех выполняемых работах.

Многое делается в вузе и для совершенствования экологического образования. ЛПИ — первый в стране многопрофильный вуз, где разработаны и реализован комплексный план-программа непрерывной экологической подготовки студентов, рассчитанный на весь период обучения. Он предусматривает неразрывную связь теоретической подготовки специалистов в области природопользования с практикой — во время производственной практики, стажировки, выполнения курсовых и дипломных работ, участия в тематических исследовательских работах, в том числе по программе «Человек и окружающая среда».

Большое внимание уделяется выпуску научной и учебно-методической литературы по экологическим проблемам. За последние годы в ЛПИ изданы 11 выпусков межвузовского сборника «Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды», свыше 20 соответствующих монографий и учебных пособий, а также библиографический указатель отечественной литературы по проблемам охраны окружающей среды (включает более 600 наименований), используемый в учебном процессе в вузах страны.

Ю. С. Васильев

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

Перестройка и новое мышление сказывается на всех сферах деятельности *инженерного корпуса нашей страны. В прошлое уходят технократический подход* при принятии решений о сооружении объектов гидроэнергетики. Утверждающие инстанции интересуются не только техническими показателями проектируемых ГЭС, но все больше экологическими характеристиками этих объектов. Охрана окружающей среды от загрязнений, т. е. снижение до минимума отрицательных последствий антропогенного воздействия, находится под контролем населения. Общественное мнение, особенно после аварии на Чернобыльской АЭС, формируется под воздействием тех высказываний, которые пропагандируют негативный подход к объектам энергетики. Все сказанное позволяет сделать вывод о том, что экологические проблемы гидроэнергетики являются в настоящее время ключевыми в теоретических и прикладных научных исследованиях [1].

Научные работы на стыке экологии и гидроэнергетики разворачиваются в соответствии с Государственной (общакадемической) программой фундаментальных исследований на период до 2000 года «Коренное повышение эффективности энергетических систем», которая членится на десять научных направлений. Четвертое направление предусматривает исследования взаимодействий энергетических объектов с окружающей средой.

Ряд разделов этого направления будет выполняться с участием ученых Ленинградского политехнического института:

- развитие методов математического моделирования для оценки и прогнозирования взаимодействия энергетических объектов с окружающей средой;
- изучение механизмов формирования загрязняющих веществ при работе энергетических объектов;
- разработка научных основ и долговременной программы перехода отечественного машиностроения к выпуску энергооборудования и энергоустановок с улучшенными

экологическими параметрами, отвечающими лучшим мировым достижениям;

— разработка и внедрение новых экологически эффективных прогрессивных технологий и специальных способов сжигания органического топлива;

— разработка эффективных методов охраны водных ресурсов и очистки воды при работе энергетических объектов;

- исследование проблем воздействия тепловых сбросов на водоемы;

- исследование воздействий гидроэнергетических комплексов на гидрофизические, гидрохимические и экологические процессы в водохранилищах и других водоемах, на гидрологические процессы в зонах влияния сооружений, сейсмическую активность и климатические явления;

- создание научно обоснованной концепции риска новых и существующих энергетических технологий;

- разработка концепции рационального природопользования в энергетическом комплексе СССР.

При проведении прикладных исследований применительно к отдельным объектам энергетики следует иметь в виду, что в настоящее время произошло уточнение и дополнение энергетической программы СССР. Вырабатывается новая концепция долгосрочного развития энергетики, которая предусматривает четыре новых положения. Во-первых, ускорение темпов снижения энергоемкости национального дохода путем изменения структуры экономики в пользу малоэнергоемких отраслей. Во-вторых, длительный период развития энергетического комплекса страны за счет увеличения использования природного газа. В-третьих, обеспечение к 2000 г. снижения в 1,5 раза и к 2010 г. в 2 раза вредных выбросов в атмосферу отраслями топливно-энергетического комплекса и уменьшения в 3-4 раза отчуждения земель на цели этого комплекса. В-четвертых, замедление роста объема капитальных вложений в топливно-энергетический комплекс в конце XIII пятилетки и обеспечение его развития при уменьшении числа работающих.

Новая концепция долгосрочного развития энергетики в нашей стране позволяет прийти к выводу о необходимости форсированного развития гидроэнергетики в ближайшие 15-20 лет. Однако достичь это можно при правильном решении взаимодействия ГЭС с природной средой. Главный вопрос этого взаимодействия - снижение ресурсоемкости энергетических объектов, в первую очередь, землеемкости ГЭС, ГАЭС, в том числе включаемых в состав энергокомплексов. Проектирование и строительство таких объектов без оптимизации рационального использования и защиты

земельных ресурсов должно быть исключено. Соответствующие модели для обоснования рационального использования и защиты земельных ресурсов разработаны в ЛПИ им. М. И. Калинина [2].

Одна из основных экологических проблем гидроэнергетики - обеспечение качества воды зарегулированных водотоков может быть решена путем осуществления контроля качества водных ресурсов и управления им посредством эксплуатационно-технических мероприятий.

Для прогноза и контроля загрязнения и эвтрофирования водохранилищ необходим учет и анализ, как естественной биогенной нагрузки, так и имеющей антропогенный характер и включающей точечные и рассеянные (диффузные) источники. Динамику концентрации биогенных элементов (БЭ) и загрязняющих веществ и при транспорте их по разветвленной сети водотока к водоемам и водохранилищам можно определять по зависимостям конвективно-диффузного переноса, учитывающим скорость седиментации. Для водотоков, в которых время релаксации концентраций к стационарным значениям после изменения внешних нагрузок достаточно мало по сравнению с масштабом прогноза, рекомендуется решение стационарных задач [3]. Решение для одномерного стационарного потока дает возможность расчета концентрации БЭ в замыкающем створе разветвленного водотока в зависимости от фоновой концентрации, а также выноса БЭ от точечных и распределенных нагрузок. Произведен анализ вариантов распределения нагрузки и учета продольной дисперсии. Определение допустимого объема поступления БЭ в водохранилище необходимо производить во временном аспекте, учитывая состояние водохранилища (наполнение, приток—отток, концентрация БЭ). Для этого разработана эколого-математическая модель динамики осредненных концентраций фитопланктона и лимитирующего его роста минеральной формы БЭ [4]. На основе этой модели получено уравнение динамики общей концентрации БЭ, решение которого может рассматриваться как обобщенный критерий экологического согласования режимов гидроузла (ГЭС) и хозяйственной деятельности на водосборе водохранилища.

Оценка критического уровня поступления БЭ в водоемы и эвтрофности их экосистем, имеющая характер прогноза, должна быть вероятностной. Рассмотрено применение уравнений А. Н. Колмогорова (марковские процессы) для стохастического описания динамики поступления БЭ в водоемы с учетом характера хозяйственного освоения водосбора (в длительном интервале времени), а также для вероятностной оценки динамики концентраций этих элементов в водохранилище при различной обеспеченности притока воды [5].

Планирование развития производств агропромышленного комплекса на водосборе водотоков и водохранилищ необходимо осуществлять с учетом экологического состояния водоемов. Предложена постановка и методы решения задачи оптимизации хозяйственного освоения водосбора с ограничениями по выносу БЭ в замыкающих створах. Сведения о необходимой исходной информации, математическом и программном обеспечении представлены совместной работой ЛПИ им. М. И. Калинина, ЛСХИ и ЛГУ [6].

Создание энергокомплексов (ЭК) является одним из направлений энергетики, способствующих рациональному природопользованию, расширению возможности ввода генерирующих мощностей в условиях наблюдающегося дефицита природных ресурсов и возрастающих требований к экологической безопасности энергетических объектов. Снижение уровней воздействий электростанций ЭК на окружающую среду достигается за счет оптимизации структуры мощностей, рассредоточения нагрузок на природные комплексы с учетом преимуществ территориального и технологического совмещения. Гидроэнергетические установки при работе с АЭС и ТЭС в энергокомплексе наряду с выполнением системных задач расширяют возможности управления основными параметрами окружающей среды. Кроме того, за счет улучшения режимов работы ТЭС и повышения их КПД, сокращаются размеры выбросов загрязняющих веществ в воздушный и водный бассейны [7]. Специфика взаимодействия ЭК с окружающей средой и возможности их создания в широком диапазоне мощностей с различным сочетанием электростанций обуславливает необходимость разработки научных основ их эколого-экономического обоснования. В ЛПИ им. М. И. Калинина в течение последних лет проводилась разработка принципов энерго-экологического анализа, критериев экологической безопасности энергетических объектов, эколого-экономических моделей. На примере Южно-Украинского энергокомплекса были получены качественные и количественные характеристики показателей воздействий электростанций на окружающую среду, проводилась эколого-экономическая оценка последствий создания энергокомплексов [8],

В течение ряда лет на кафедре возобновляемых источников энергии и гидроэнергетики (ВИЭГ) ведется разработка автоматизированной системы управления водноэнергетическими режимами энерговодохозяйственных комплексов (АСУ ВЭР ЭВХК), которая предназначена для научно обоснованного выбора водноэнергетических режимов работы ЭВХК, энергетическими установками (АЭС, ТЭС, ГЭС, ГАЭС, НС), а также неэнергетическими объектами (ирригационные системы, системы

промышленного и коммунального водоснабжения, рыбохозяйственные объекты, рекреационные объекты и т.п.), объединенные территориально и технологически на основе общей водной системы [9]. Приоритетным участником ЭВХК является природная среда. В качестве примеров ЭВХК можно привести каскады комплексных гидроузлов НА РЕКАХ СУЛАК, Енисей, Ангара и др., а также первый в СССР Южно-Украинский энергокомплекс, состоящий из АЭС, двух ГАЭС, ГЭС и НС.

Долгосрочное и текущее управление энергетическими режимами таких комплексов осуществляется в условиях противоречивости целей и критериев эффективности отдельных участников и, кроме того, в рамках жестких природоохранных требований. Поэтому эффективное управление такими комплексами может проводиться только в условиях внедрения автоматизированных систем, которые позволяют диспетчерскому персоналу обоснованно выбрать эффективный режим за отведенный промежуток времени. Наиболее важное значение приобретает автоматизированная система в случае возникновения локальных аварий в ЭВХК, когда решение необходимо принимать в очень короткий срок (например, залповые выбросы загрязняющих веществ) [10].

В настоящее время разработаны два варианта АСУ:

- АСУ ВЭР ЭВХК, сформированных на базе каскадом ГЭС;
- АСУ ВЭР ЭВХК, сформированных на базе энергетических комплексов АЭС (ТЭС), ГАЭС, ГЭС, НС.

Разработанная автоматизированная система управления водно-энергетическими режимами ЭВХК в целом выполняет следующие функции:

1. Поиск рациональных краткосрочных и оперативных режимов работы ГЭС, ГАЭС, НС, входящих в ЭВХК, на основе решения многокритериальной задачи. Векторный критерий формируется на базе целевых функций: энергетической системы, систем орошения сельскохозяйственных объектов, системы промышленного и коммунального водоснабжения, рыбного хозяйства, системы обеспечения качества воды, рекреационного комплекса и других участников ЭВХК. Обоснование окончательного решения проводится с учетом ограничений на параметры гидравлических режимов и на показатели качества воды.

2. Обоснование рациональных внутростанционных режимов работы ГЭС, ГАЭС, НС, включая выбор количества, состава и нагрузки гидроагрегатов по результатам решения предыдущей задачи.

3. Поиск оперативных эффективных решений по выходу из утяжеленного или аварийного режима ЭВХК, включая залповые выбросы загрязняющих веществ в водную систему.

В настоящее время первый вариант АСУ ВЭР ЭВХК находится в опытной эксплуатации на Чиркейской ГЭС Сулакского каскада. Начальный этап эксплуатации показал эффективность разработанной системы (экономический эффект 100 тыс. рублей в год). Второй вариант вошел в состав АСУ ТП Южно-Украинского энергокомплекса.

На данном этапе развития АСУ ВЭР ЭВХК интересы природной системы учтены путем введения критериев и ограничений по формированию качества воды. В настоящее время ведутся работы по реализации в данной АСУ эколого-экономического подхода к выбору режимов функционирования ЭВХК [11]. Программное обеспечение АСУ ориентировано на ЭВМ типа ЕС или типа СМ-2, СМ-1210.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю.С. Проблемы прикладной экологии в гидроэнергетике // Материалы совещания АН СССР по развитию энергетического комплекса страны. - М. : Наука, 1989.
2. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Инженерная защита водохранилищ гидроузлов от затоплений и подтоплений // Гидротехническое строительство. - 1987 - № 10. - С. 21-23.
3. Vasiliev J. S., Chrissanov N. J. Matrix model of biogen transport in braded rivers for prognosis of reservoir eutrofication // Proc. of XXIII IAHR Congress. - Canada, 1989.
4. Хрисанов Н.И., Боголюбов А.Г. О допустимых поступлениях биогенных элементов в водохранилища при изменении режимов ГЭС // Охрана окружающей среды от загрязнений промышленными выбросами. - Л. : ЛТИЦБП, 1984.
9. Хрисанов Н.И., Боголюбов А.Г., Атрашенок В.П. Экологическая надежность водохранилищ на основе статистико-вероятностной оценки их эвтрофирования // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева : сб. науч. тр.. - 1989. - Т. 219. - С. 16-25.
10. Методические указания по расчету поступления биогенных веществ в водоемы от рассредоточенных нагрузок и установленных водоохраных мероприятий. - М. : Союзводпроект, 1988.
11. Федоров М.П. О направлениях повышения эффективности и надежности эксплуатации ГЭС с многоцелевыми водохранилищами // Гидротехническое строительство. - 1982. - № 9. - С. 16-18.
12. Федоров М.П., Складнев М.Ф. Проблемы экологии при создании гидроузлов // Гидротехническое строительство. - 1987. - № 10. - С. 41-42.

13. Васильев Ю.С., Кукушкин В.А. Использование водоемов и рек в целях рекреации. - Л. : Гидрометеиздат, 1988.
14. Федоров М.П., Масликов В.И. Экология и комплексные энергетические технологии // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. – Л. : ЛПИ. - 1989. - Вып. 12. - С. 9-14.
15. Арефьев Н.В. Математическая модель процессов переноса субстанций в водной системе энерго-водохозяйственного комплекса // Рациональное использование и охрана природных ресурсов. – Л. : ЛПИ, 1987. - Вып. 10. - С. 15-18.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. – 1991. - № 8
--

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ГЭС
(ПО ФАКТИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

*Васильев Ю. С, чл.-корр. АН СССР,
Хрисанов Н. И., доктор техн. наук,
Кудряшева И. Г., инженер*

Пристальное внимание в настоящее время широкой общественности к природоохранным проблемам энергетики и гидроэнергетики в частности, а также негативное отношение части населения к этой отрасли вызваны нежелательными экологическими последствиями, связанными со строительством и эксплуатацией ряда гидроэлектростанций. Поэтому только совершенное, отвечающее современным требованиям, эколого-экономическое обоснование, тщательное выполнение полного комплекса природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС, объективная (профессиональная и общественная) экологическая экспертиза проектов ГЭС, их открытое обсуждение могут поставить гидроэнергетику в ряд экологически безопасных и социально-приемлемых отраслей народного хозяйства.

Ленинградский государственный технический университет, являясь головным вузом комплексной научно-технической программы природоохранных НИР в системе Государственного комитета РСФСР по делам науки и высшей школы, длительное время занимается экологическими исследованиями в области гидротехнического и водохозяйственного строительства. Для выявления и уточнения перечня неотложных

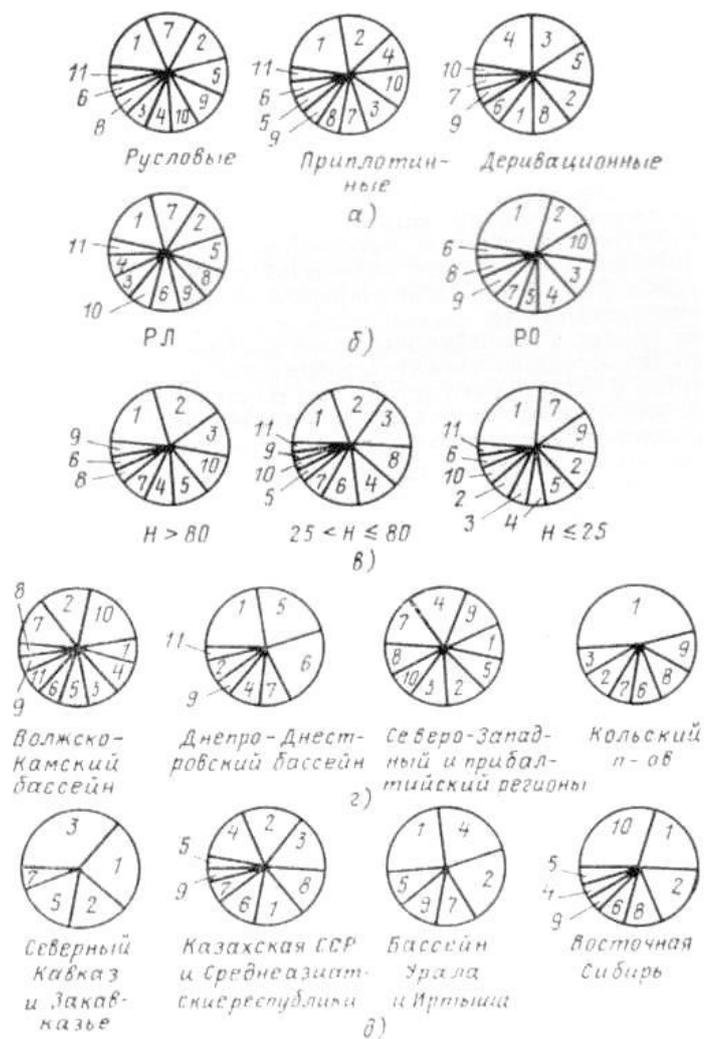
экологических вопросов гидроэнергетики, требующих первоочередного изучения и решения, в 1989-1990 гг. был произведен с целью экспертной оценки сбор соответствующей информации непосредственно от дирекций ГЭС. Для этого было отправлено более 150 анкет, на которые получено 117 ответов, из них 22 — с каскадов ГЭС. Необходимо отметить, что руководители и сотрудники большинства ГЭС весьма благожелательно и с пониманием отнеслись к нашему обращению и представили довольно подробную информацию об экологических проблемах в зонах гидроэлектростанций. При этом предоставленные сведения отражают, с одной стороны, экологическую ситуацию в зоне ГЭС на основе многолетнего опыта и наблюдений персонала станции, а с другой стороны, мнение населения, проживающего в зоне рассматриваемых объектов. Поэтому указанная информация может рассматриваться как фактическая и достаточно объективная. От ряда дирекций ГЭС пришли ответы с сообщением об отсутствии каких-либо негативных экологических последствий; некоторые ответы, но немногие, не содержали нужной информации. Авторы благодарны всем, кто ответил и представил информацию, которая оказалась, как нам представляется, весьма полезной.

При обработке полученных материалов были выявлены преобладающие факторы воздействия узлов гидротехнических сооружений ГЭС на природную среду, к которым относятся; затопление и подтопление территорий, строений, леса и полезных ископаемых; переработка берегов; изменение рыбных запасов (ихтиофауны); качества воды; климата; ландшафта; флоры; фауны и др.

Выделение преобладающих факторов производилось на основе определения их повторяемости. При этом под повторяемостью указанных факторов понимается вероятность их проявления на ГЭС страны в целом (таблица) или на гидроузлах, представленных по группам, отличающимся характерным признаком (рисунок). Она определяется следующим образом:

$$P = n_i / N,$$

где N — общее число ответов на анкету со всех ГЭС или их отдельных групп; n_i — число случаев проявления i -го экологического фактора в целом или по группам ГЭС.



Диаграммы появления экологических факторов для различных групп каскадов и ГЭС:

а — компоновка; *б* — турбины; *в* — напоры; *г* — бассейны и регионы; *д* — бассейны и регионы; 1 — ухудшение рыбохозяйственных условий; 2 — масловыбросы; 3 — промышленные стоки; 4 — переработка берегов; 5 — эвтрофирование; 6 — поступление нефтепродуктов; 7 — затопление земель; 8 — изменение флоры; 9 — подтопление участков; 10 — потеря леса; 11 — образование мелководий

Не следует повторимость тех или иных экологических факторов путать с их значимостью. Наиболее повторяемым и чаще всего проявляющимся экологическим фактором может быть и менее значимый. Значимость того или иного фактора определяется на основе выражения вызываемого ущерба в натуральных и экономических показателях. Для трудно оцениваемых, неопределенных и отличающихся неполнотой информации факторов и ущербов может быть использован метод комплексной экспертной оценки [1. 2].

Факторы воздействия ГЭС на природную среду

№№ п/п	Наименование факторов	Количество случаев пов- торения рас- сматриваемого фактора
1	Ухудшение рыбохозяйственных усло- вий	68
2	Масловыбросы	42
3	Промышленные стоки	40
4	Переработка берегов	31
5	Эвтрофирование	27
6	Поступление нефтепродуктов	26
7	Затопление земель	26
8	Изменение флоры	22
9	Подтопление участков	18
10	Потеря леса	17
11	Образование мелководий	4

В таблице представлены обобщенные по всем присланным материалам в ответах факторы воздействия ГЭС на природную среду, отмечаемые на действующих гидроузлах, приведенные в порядке убываемости их повторяемости.

На основе полученных данных построены диаграммы, позволяющие выделить основные группы факторов воздействия в зависимости от компоновки гидроэлектростанции (русловые, приплотинные, деривационные), от типа гидротурбины (поворотно-лопастные, радиально-осевые, пропеллерные), от напора (низконапорные, средненапорные, высоконапорные). На диаграммах представлены некоторые - ее характерные случаи распределения повторяемости факторов воздействия для отдельных вышеприведенных типов гидроузлов и оборудования.

Некоторые примеры негативных явлений в результате строительства и эксплуатации ГЭС (на основе фактической информации от дирекций станций и населения) описаны ниже.

Так, на гидроузлах каскадов Кольского полуострова, Днепровских, Орджоникидзевских и Вахшских, Токтогульской ГЭС отмечено отсутствие рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, в отдельных случаях (Волховская ГЭС) — неэффективность работы указанных сооружений. Нарушены естественные пути миграции сига, хариуса, речного и озерного лосося (форели, кумжи, пальи), что в свою очередь неизбежно сказывается на воспроизводстве рыбных запасов, гибели сиговой молодежи при скатывании через водопроводящие тракты турбин. Некоторые виды рыб (лещ) поражены гельминтами (Горьковская ГЭС), отмечены и другие болезни рыб.

На многих гидроузлах в числе главенствующих факторов названы масловыбросы в нижний бьеф (каскады Даугавских и Вахшских ГЭС,

Капчагайская, Каховская, Новосибирская ГЭС, Днестровский каскад ГЭС и ГАЭС (рисунок, з, д). Конструкция уплотнений рабочих колес исключает возможность попадания при их повреждении большого количества масла в нижний бьеф, разовый выброс которого может достигать до 10-13 т (Нижекамская ГЭС). Кроме того, отмечаются протечки масла в нижний бьеф из-за неплотностей корпусов силовых трансформаторов и маслоохладителей, установленных на трансформаторной площадке в нижнем бьефе (в 1978 г. на Воткинской ГЭС). Можно отметить, что отсутствуют схемы, средства и технологии сбора маслопродуктов после залповых выбросов.

Остропиковые графики нагрузки ГЭС с полным прекращением попусков воды в нижний бьеф в ночные часы до 10 ч) приводят к накоплению в нижнем бьефе неразбавленных сточных вод от городских очистных сооружений, которые затем после пуска агрегатов ГЭС транспортируются вниз по реке (Нижекамская ГЭС). Часто отмечается сброс промышленных и бытовых сточных вод без очистки (вследствие аварий и других причин) (каскад № 1 «Ярэнерго», каскад ГЭС—ГАЭС ПО «Южно-Украинская АЭС»),

На реках Волжского, Среднеазиатских, Даугавского, Днестровского каскадов (рисунок, з, д) происходит интенсивное разрушение берегов из-за резких колебаний уровня нижнего бьефа при работе ГЭС. На Фархадской ГЭС отмечено снижение емкости водохранилища на 90 % из-за заиления и заполнения наносами. На Байпазинской ГЭС в связи со строительством узла нарушены пласты пород, что вызывает лавины и камнепады в ливневые сезоны, а на Чарвакской ГЭС в связи с обнажением иловых террас — пыльные бури.

В некоторых случаях (каскады Свирских и Пазских ГЭС, Нарвская ГЭС) отмечается движение торфяных островов. В теплое время года усиливаются процессы подводного разложения растительных остатков, торфяные массы насыщаются метаном и всплывают. Под воздействием течений, волн и ветра отдельные кочки, куски, поля отрываются от основных пластов и кочуют по акватории. Процесс продолжается десятилетиями с постоянным затуханием.

На ГЭС бассейнов рек Днепра и Днестра (рисунок, з) одной из важнейших проблем является развитие сине-зеленых водорослей в водохранилищах в период с июля по сентябрь на протяжении 25 лет. Цветение вызывает неприятный запах и вода становится непригодной для купания. На р. Сырдарья в связи со строительством Кайраккумской и Токтогульской ГЭС нарушились температурный и скоростной режим реки, в

результате чего в ней появилось большое количество водорослей, которыми засоряются поля после полива, вызывая урон сельскому хозяйству. Отмечается и меньшее количество сорняков на полях до строительства водохранилищ. На Кубанском каскаде интенсивный рост сине-зеленых водорослей связан, по мнению персонала, со значительным выносом минеральных удобрений с полей, расположенных в районах водохранилищ.

Одной из актуальных проблем, по данным дирекции Усть-Илимской ГЭС, является загрязнение Ангары нефтепродуктами, поступающими со сточными водами. На ГЭС существует одна из первых в отечественной практике система сбора, отстоя и отведения загрязненных нефтепродуктами сточных вод. Концентрация нефтепродуктов в воде составляет на выходе из отстойников от 0,5 до 2,5 мг/л (при норме ПДК-0,05 мг/л). Разработанная установка типа «Кристалл» для последующей очистки замасленных вод дает гарантированную степень очистки до 0,3 мг/л, что также не соответствует нормам ПДС.

На ГЭС Восточной Сибири (рисунок, *д*) отмечается повышение влажности воздуха и увеличение туманов, понижение температуры воды в реках до 11-13°C, что полностью исключает возможность купания. Одной из самых актуальных проблем сибирских водохранилищ является плавающая древесина, засоряющая сороудерживающие решетки, что вызывает потерю напора. От засорения решеток древесиной на Камской ГЭС потери выработки составляют 60-70 млн. кВт-ч/год. Источником этого загрязнения является неполная лесосводка и лесочистка ложа водохранилищ, а также нарушение правил транспортировки, погрузки и выгрузки древесины. В течение ряда лет древесина дрейфует по водохранилищам, обсыхая при сработке уровня воды на берегах, а при подъеме его снова попадая в воду. Затопленный лес гниет, при этом в воду выделяется фенол и сероводород, вредные для живых организмов.

В сибирских реках исчез ряд ценных рыб, обитавших здесь ранее (таймень, сиг, ленок, хариус и др.), численность других резко сократилась. Это обусловлено подтоплением малых рек водохранилищами, исчезновением нерестилищ, изменением условий обитания лососевых: рыб и естественных путей их миграции (рисунок, *д*).

Малые ГЭС в Карелии мощностью от 100 кВт до 4,5 МВт (многие из которых требуют реконструкции) являются достаточно экологически чистыми и вырабатывают относительно дешевую электроэнергию (себестоимость энергии на Западно-Карельских ГЭС колеблется в пределах 0,15-0,17 коп/(кВт'Ч).

Представленные на рисунке диаграммы показывают, что наиболее часто отмечаемые факторы экологического воздействия в разных группах каскадов и ГЭС и в разных регионах весьма различны.

Более детальная информация об экологических изменениях и их негативных проявлениях на ГЭС страны и результаты ее анализа находятся у авторов на кафедре возобновляющихся источников энергии и гидроэнергетики Ленинградского государственного технического университета.

Выводы. 1. Социальная надежность и оправданность гидроэнергетических объектов заключается в признании их населением за счет хорошей информируемости о положительных и отрицательных проявлениях. Оценка экологической приемлемости ГЭС должна формироваться при активном участии специалистов и заинтересованной общественности в экспертной оценке экологических изменений [3].

2. Установление наиболее вероятных по проявлению и наиболее существенных по значимости экологических факторов негативного воздействия различных ГЭС на природную среду необходимо производить с учетом экспертного опроса специалистов и общественности, непосредственно работающих и проживающих в зоне рассматриваемых объектов. Их информация отличается наибольшей детальностью, достоверностью и объективностью.

3. При создании гидроэнергетических объектов для республик, регионов, областей, районов с целью удовлетворения социально-материальных запросов населения необходимо, в первую очередь, ознакомиться с мнением этого населения и его пожеланиями в отношении изменения социально-экологических факторов.

4. Учет особенностей экологических факторов по вероятности их проявления, а также значимости делает гидроэнергетические объекты более социально и экологически надежными. Наши ведомственные подходы отличаются пока формальным и остаточным принципом учета экологических и социальных требований.

5. Представленная в статье информация может служить основой дифференцированного подхода к учету экологических последствий вновь создаваемых объектов, расположенных в разных регионах страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. - Л. : ЛГУ, 1991.

2. Хрисанов Н. И., Керро Н. И., Кольник Г. А. Комплексная экспертная оценка экологических последствий строительства гидроэнергетических объектов // Гидротехническое строительство. - 1990. - № 3.

3. Хрисанов Н. И. Первоочередные шаги повышения надежности гидроэнергетических и водохозяйственных объектов // Гидротехническое строительство. - 1990. - № 6.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. / ЛГТУ. – Ленинград, 1991. - Вып. 14.

Ю. С. Васильев, Г. К. Осипов

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ПРОГРАММЫ «ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

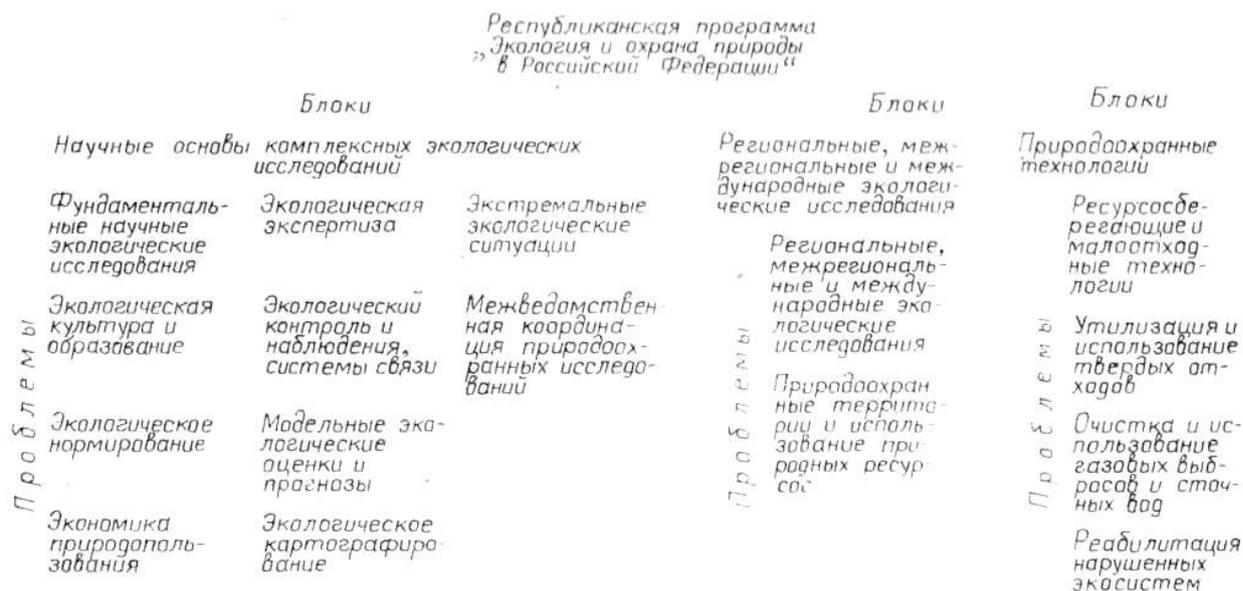
Излагаются основные цели и задачи программы «Экология и охрана окружающей среды в Российской Федерации». Приводятся структура программы, сроки ее реализации. Результаты исследований позволят стабилизировать экологическую ситуацию в РСФСР.

В 1991 г. комплексная научно-техническая программа «Человек и окружающая среда», которая действовала в системе Минвуза РСФСР, с 1975 г. прекратила свое существование. Вместо нее Государственным комитетом РСФСР по делам науки и высшей школы была сформирована республиканская научно-техническая программа «Экология и охрана окружающей среды в Российской Федерации», которая вошла в перечень основных научных и научно-технических программ, утвержденных Комиссией Президиума Совета Министров РСФСР по научно-техническому развитию и информатизации и Комиссией Верховного Совета РСФСР по науке и народному образованию [1].

Основной целью новой программы является разработка и внедрение комплекса мероприятий, обеспечивающих рациональное использование и охрану природных ресурсов, в том числе создание методических и нормативных документов, позволяющих осуществлять анализ и прогноз экологического состояния природной среды в пределах Российской Федерации, внедрение новых технологий и

технических средств, способствующих стабилизации и улучшению экологической обстановки.

Программа построена на проблемно-региональном принципе, при этом предпочтение отдается тем исследованиям, которые могут дать быструю реализацию результатов, а также большой народнохозяйственный и социальный эффект.



Структура республиканской программы «Экология и охрана окружающей среды в Российской Федерации»

Структура программы представлена на рисунке, а головные организации по проблемам — в таблице. Программа состоит из трех блоков:

I. Научные основы комплексных экологических исследований (10 проблем).

II. Региональные, межрегиональные и международные экологические исследования (2 проблемы).

III. Природоохранные технологии (4 проблемы).

В реализации созданной программы принимают участие организации АН СССР, высшие учебные заведения Государственного комитета РСФСР по делам науки и высшей школы, отраслевые научно-исследовательские институты, подразделения Государственного комитета РСФСР по экологии и природопользованию, а также другие организации, занимающиеся вопросами охраны окружающей среды. Это позволит повысить эффективность научных исследований на основе более широкой кооперации на межведомственном уровне, интеграции науки и производства при решении наиболее актуальных

проблем природопользования, особенно в интенсивно развивающихся регионах РСФСР, сократить сроки и увеличить объемы внедрения завершенных работ.

№ проблем	Наименование проблем	Головная организация по проблеме	Руководитель
	2	3	4

Блок I. Научные основы комплексных экологических исследований

.1	Фундаментальные научные исследования экологических проблем России	Ленинградский государственный технический университет	Ю. С. Васильев Ю. С.
.2	Экологическая культура и образование	Ленинградский государственный технический университет	Ю. С. Васильев
.3	Экологическое нормирование	Ленинградский государственный университет	А. И. Чистобаев
	Экономика природопользования	Государственный комитет РСФСР по экологии и природопользованию	Н. Н. Лукьянчиков
	Экологическая экспертиза	Ленинградский государственный технический университет	Ю. С. Васильев
.6	Экологический контроль и наблюдения, системы связи	Алтайский государственный университет	В. Л. Миронов
	Модельные экологические оценки и прогнозы	Ростовский государственный университет	И. И. Ворович
.8	Экологическое картографирование	Нижегородский государственный университет	Ю. Г. Васин
.9	Экстремальные экологические ситуации	Московский физико-технический институт	М. В. Карлов
.10	Межведомственная координация теоретических и прикладных природоохранных исследований	Ленинградский государственный технический университет	Г. К. Осипов
	Блок II.		
I.1	Региональные, межрегиональные и международные экологические исследования	Ленинградский государственный университет	А. И. Чистобаев
I.2	Природоохранные территории и использование природных ресурсов	Центральная научно-исслед. лаборатория Главохоты Минсельхозпрода РСФСР	А. М. Амирханов

Блок III.			
II.1	Ресурсосберегающие и малоотходные технологии	Уральский политехнический институт	Г. Д. Харлампович
.2	Утилизация и использование твердых отходов	Московский институт тонкой химической технологии	С. С. Кипарисов
II.3	Очистка и использование газовых выбросов и сточных вод	Московский институт химического машиностроения	О. С. Чехов
II.4	Реабилитация нарушенных экосистем	Ленинградский государственный университет	Д. В. Осипов

Функции заказчика и головной организации программы выполняет Государственный комитет РСФСР по экологии и природопользованию, а координацию работ осуществляет Ленинградский государственный технический университет [2].

Для формирования программы на этапе ее становления была образована рабочая группа, в которую вошли представители основных организаций, участвующих в ее реализации. В задачи группы входили: разработка структуры и состава программы, распределение финансирования по проблемам, определение ее целей и сроков их достижения, а также назначение головных организаций и руководителей проблем. Кроме того, была осуществлена координация научных исследований со смежными государственными и республиканскими программами.

Программу предполагается реализовать в два этапа: I) 1991-1992 гг., II) 1993-1995 гг. В результате будут созданы методологическая и технологическая основы для стабилизации экологической обстановки в республике одновременно с интенсивным развитием экономики. При этом на I этапе будет реализовано до 30 % планируемых работ в виде методических и нормативных документов по оценке экологической ситуации, а также технологий и технических средств, способствующих ее улучшению, а на II этапе будут закончены исследования по всей программе и созданы предпосылки для практического внедрения разработок, что позволит стабилизировать экологическую ситуацию в РСФСР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аннотации республиканских научных и научно-технических программ. - М. : ГКНВШ РСФСР, 1991. - 30 с.
2. Протокол совещания в Госкомнауке и высшей школы РСФСР по вопросу разработки республиканской программы в области экологии и охраны окружающей среды. - М. : ГКНВШ РСФСР, 1991. - 2 с.

Современные проблемы нетрадиционной энергетики : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. (1-2 дек. 1994 г.) / СПбГТУ. – Санкт-Петербург, 1994.

Ю. С. Васильев, Н. В. Арефьев, И. Г. Кудряшева

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЭС НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА

В настоящее время в СПбГТУ проводится разработка методических подходов по проведению экспертных опросов персонала действующих и строящихся ГЭС для оценки и финансирования факторов воздействия гидроэнергетических объектов на окружающую среду. На начальных этапах опрос охватывал средние и крупные ГЭС.

Сейчас разрабатывается методика для проведения опроса и последующей оценки факторов воздействия на окружающую среду малых ГЭС и энергокомплексов.

За период с 1989 по 1992 год произведен сбор информации с действующих и строящихся объектов с целью проведения в дальнейшем экспертной оценки преобладающих факторов воздействия на окружающую среду.

Для этого были разработаны и разосланы в эксплуатационные службы специальные анкеты в два этапа. Анализ информации, полученной по первому этапу, позволил выявить наиболее значимые факторы воздействия гидротехнических сооружений на природную среду, к которым относятся: затопление и подтопление территорий, строений, леса и полезных ископаемых; переработка берегов; изменение рыбных запасов; качества воды, климата, ландшафта, флоры,

фауны и т. д.

На основе полученных фактических данных построены диаграммы, выявляющие основные группы факторов воздействия для различных групп ГЭС в зависимости от напора, компоновки, типа гидротурбины. Представленные диаграммы показывают различие главенствующих факторов воздействия ГЭС и каскадов ГЭС для различных регионов.

Суть второго этапа заключалась в опросе персонала ГЭС по специально разработанной анкете, в виде справочной таблицы, в которой перечислены в произвольном порядке воздействия ГЭС на природную среду. При необходимости предусмотрена возможность дополнения той или иной группы факторов. Для заполнения анкеты необходимо в пределах группы факторов произвести оценку ранжирования данного фактора в соответствии с его значимостью по десятибалльной шкале.

Следует отметить благожелательное отношение к нашим опросам со стороны персонала и дирекций ГЭС, их довольно подробную информацию об экологических проблемах ГЭС на основе многолетнего опыта и наблюдений, а также отражение мнения местного населения. Поэтому полученную информацию мы рассматриваем как фактическую и достаточно объективную.

На этапе ТЭО, наряду с технологическим обоснованием основных параметров гидроузлов (отметка НПУ, полученный объем водохранилища, мощность ГЭС, параметры водопропускных сооружений и т.д.) должны входить материалы по комплексной оценке влияния сооружений на окружающую среду и по намечаемым природоохранным мероприятиям.

Экологическая экспертиза водохозяйственных и гидроэнергетических объектов при отсутствии четкой методики и методологии часто носит субъективный характер, зависящий от эмоциональности состава выбранных экспертов, что оказывает отрицательное влияние на оценку проектных материалов в целом.

Поэтому на первой стадии проектирования - стадии схемы использования водных ресурсов, а также ТЭО, является необходимой приоритетная ранжировка возможных экологических последствий на основе профессиональной экспертизы с анализом фактических данных, включающих мнение работников эксплуатации этих объектов и, конечно, населения.

Полученная информация является полезной для осуществления экологической экспертизы на разных стадиях проектирования объектов, кроме того она может быть использована для подготовки и проведения

общественной экспертизы, что повысит социальную надежность и оправданность гидроэнергетических объектов.

Выводы:

1. Собранные материалы являются основой для создания информационной базы данных по всем существующим малым ГЭС.

2. Экспертная оценка значимости факторов воздействия! малых ГЭС на природную среду должна проводиться с учетом анкетирования работающего персонала ГЭС и местного населения, что сделает действующие и проектируемые объекты социально надежными.

3. Предлагаемые методические подходы могут служить основой для создания методики экспертной оценки значимости факторов воздействия малых ГЭС на природную среду.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. – 2000. - № 3.

**ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
“ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГЭС”**

*Васильев Ю. С., Добрынин С. Н., доктора техн. наук,
Масликов В. И., Тихонова Т. С., кандидаты техн. наук,
Кудряшева И. Г., инженер
(СПбГТУ — ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева)*

В соответствии с общей тенденцией сокращения строительства новых гидроэлектростанций в России возросла актуальность решения энергетических проблем путем реконструкции и технического перевооружения существующих ГЭС. Восстановительным работам долгое время не уделялось должного внимания. На большинстве российских ГЭС оборудование выработало свой нормативный срок службы. Аналогичная ситуация с состоянием гидротехнических сооружений.

Если факторам, от которых зависит стабильность энергообеспечения потребителей, еще уделяют внимание специалисты, то экологические вопросы на действующих ГЭС попали в ряд второстепенных. В связи с острой критикой, раздающейся со стороны “зеленых”, гидроэнергетики как источника экологической опасности становится очевидным, что решение вопросов реконструкции ГЭС

следует увязывать с решением вопросов охраны окружающей среды.

Большую ценность представляет опыт работников эксплуатационных служб ГЭС. Они непосредственно наблюдают и испытывают воздействия станций на окружающую среду. С целью обобщения этой информации последние десять лет в Санкт-Петербургском государственном техническом университете (СПбГТУ) проводятся исследования, посвященные экологическим проблемам эксплуатации ГЭС. Для выявления и уточнения перечня основных первоочередных экологических задач гидроэнергетики проводился опрос административных и эксплуатационных служб ГЭС путем анкетирования. Процесс получения информации включал в себя следующие этапы:

1. Определение факторов, отражающих экологическую ситуацию на ГЭС. Анализ общественного мнения населения, проживающего непосредственно вблизи эксплуатируемых ГЭС.

2. Ранжирование экологических факторов по их значимости по результатам повторного анкетирования эксплуатационных служб, выявление приоритетности факторов воздействия ГЭС на окружающую среду в зависимости от регионов сооружения станций [1].

Потребности настоящего времени переросли рамки только сбора информации о воздействии ГЭС на окружающую среду: необходимо наметить пути обеспечения экологической безопасности станций. В связи с этим крайне важно определить первоочередные природоохранные мероприятия для включения в перечень работ при реконструкции и модернизации ГЭС. Так как решение этой задачи невозможно без учета опыта эксплуатационного персонала, была разработана анкета, включающая нижеперечисленные вопросы:

I. Общие сведения о ГЭС (установленная мощность, среднемноголетняя выработка электроэнергии, тип турбин и генераторов, их мощности, площади зеркала, объемы водохранилища и т. д.) проектные и фактические.

II. Перечень природоохранных мероприятий, предлагаемых к осуществлению при реконструкции ГЭС (применительно к основным гидротехническим сооружениям, верхнему и нижнему бьефам водохранилища), состоящий из 13 вопросов:

- 1) очистка от мусора, затопленных и плавающих предметов;
- 2) защита берегов от разрушения;
- 3) управление качеством воды;
- 4) борьба с затоплением и подтоплением земель;

- 5) обеспечение жизнедеятельности гидробионтов (рыбы, планктона и других водных организмов);
- 6) управление отдыхом населения;
- 7) борьба с цветением воды;
- 8) предотвращение загрязнения водоемов при эксплуатации судов;
- 9) поддержание естественного температурного режима воды в нижнем бьефе ГЭС;
- 10) поддержание естественного режима твердого стока в нижнем бьефе ГЭС;
- 11) обеспечение безопасности окружающей среды при возбужденной сейсмичности;
- 12) борьба с кровососущими насекомыми;
- 13) прочие мероприятия.

Каждое из предлагаемых мероприятий было снабжено подробным перечнем работ с указанием степени их значимости: “крайне необходимо”, “желательно”, “нет необходимости”. Кроме того, в анкете предусматривалась возможность определения источника финансирования мероприятия, при этом рассматривались варианты:

централизованный (федеральный бюджет, федеральный экологический фонд, средства РАО и т.д.);

местный (республиканский, краевой, областной, городской бюджеты, муниципальный экологический фонд, средства энергосистемы и т.д.);

средства станции.

В анкету также был включен раздел, содержащий сведения об эксперте (должность, стаж работы и т.д.). Это позволяет учитывать степень достоверности и компетентности ответа. Анкеты были разосланы на все эксплуатируемые ГЭС и каскады ГЭС России, а также в управления эксплуатации водохранилищ Роскомвода. Примерно от 70 % запрашиваемых станций получены ответы.

Данные, полученные в результате многократного анкетирования эксплуатационных служб, послужили основой для создания экспертно-информационной системы “Экологическая безопасность ГЭС” [2]. Необходимость использования современных компьютерных технологий [3] обусловлена множеством параметров, характеризующих экологическую ситуацию в зоне ГЭС, требующих их анализа и обобщения для разработки природоохранных мероприятий.

Особенность системы состоит в форме анкеты по природоохранным мероприятиям и содержащимся внутри нее позиций. При разработке структуры базы данных и алгоритмов ее работы учитывалась необходимость

получения максимально большого объема информации в виде, пригодном для анализа. Функционирование автоматизированной информационно-поисковой системы обеспечивается следующими режимами работы:

1. Поиск по параметрам, по названиям ГЭС;
2. Обработка;
3. Ввод и корректировка.

Работа в режиме “Поиск по параметрам” позволяет получить обобщенную информацию о необходимых природоохранных мероприятиях на ГЭС, причем конкретизируется место их осуществления: ВБ, основные ГТС, НБ, а также указать источники финансирования работ.

Работа в режиме “Поиск по названию”. Этот режим предназначен для работы с информацией по каждой конкретной ГЭС. В результате поиска для выбранной ГЭС приходят общие сведения и перечень всех природоохранных мероприятий с указанием степени целесообразности и источников финансирования.

Работа в режиме “Обработка”. Этот режим предназначен для анализа и обработки информации путем построения гистограмм распределения по различным укрупненным параметрам, он также позволяет получить зависимости по составляющим каждого отдельного пункта.

По результатам анкетирования можно выделить группу мероприятий, которые эксплуатационный персонал считает крайне необходимыми для включения в перечень работ по реконструкции и экологической модернизации ГЭС (рис. 1).

Наиболее часто среди анкетированных ГЭС отмечались:

- управление качеством воды в зонах верхнего бьефа водохранилища, основных ГТС, нижнего бьефа на водотоке;
- очистка от мусора и затопленных предметов в зонах верхнего бьефа водохранилища и основных гидротехнических сооружений.

Несколько реже отмечаются мероприятия 2, 4, 5, 6, 7, причем, главным образом, для зоны верхнего бьефа ГЭС.

На рис. 2-5 представлены результаты анкетирования по перечням работ для каждого из рассмотренных ими основных крайне необходимых мероприятий для зоны верхнего бьефа. Так, по мероприятию 3 приоритетными можно считать создание системы контроля качества воды, строительство очистных сооружений, очистку замасленных стоков. По мероприятию 1 — очистка от плавающей и затопленной древесины, плавающих торфяников. Интересно отметить, что на ряде станций придается большое значение работам по организации отдыха на водохранилищах.

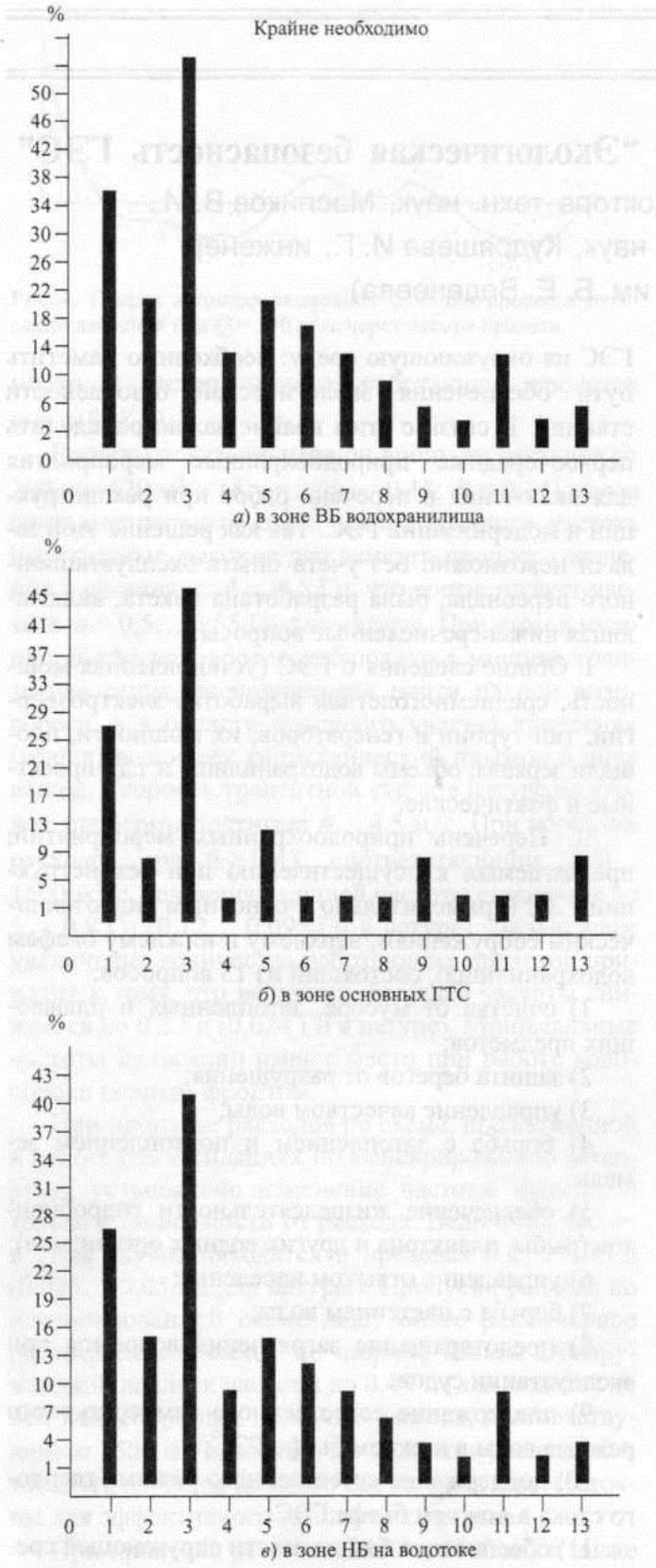


Рис. 1. Распределение природоохранных мероприятий для включения в перечень работ по модернизации и реконструкции (по данным ответов 41 ГЭС)



Рис. 2. Распределение работ по природоохранным мероприятиям 1, 2, 3, 4

Мероприятия 8-13, хотя и редко назывались в числе крайне необходимых, представляют существенный интерес для инженерной поддержки экологической безопасности ГЭС, так как связаны со специфическими условиями работы этих станций.

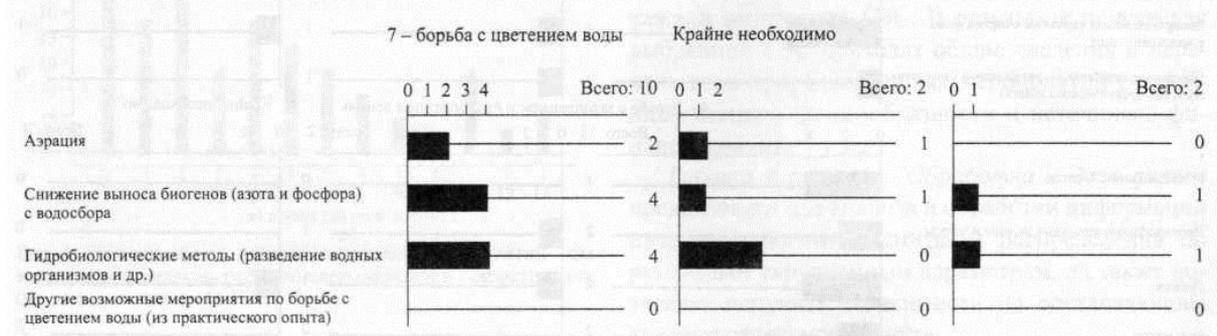
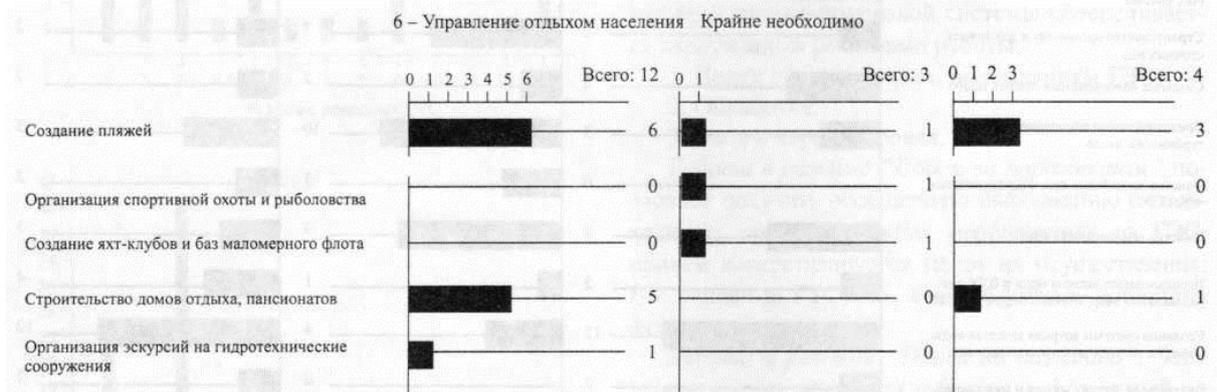
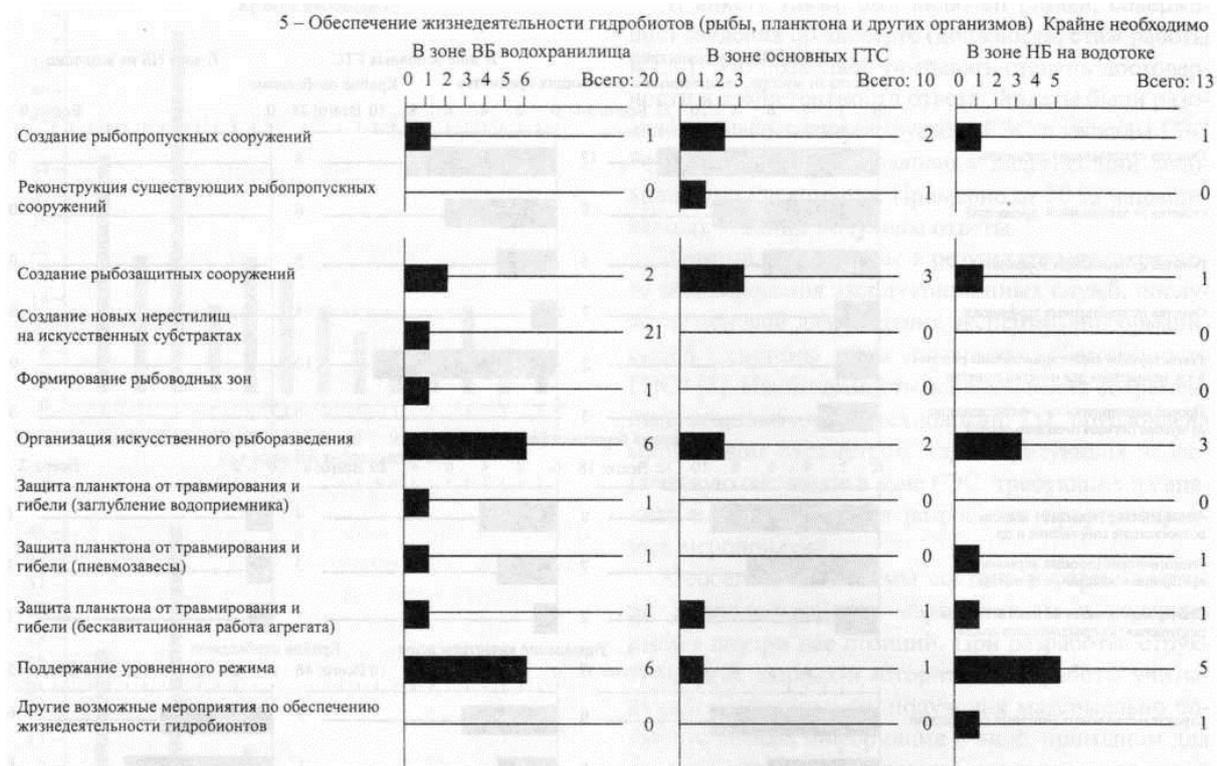


Рис. 3. Распределение работ по природоохранным мероприятиям 5, 6, 7

В зоне основных ГТС картина приоритетности природоохранных мероприятий по перечням работ в основном, повторяет рассмотренную выше зону верхнего бьефа водохранилища. Для зоны нижнего бьефа по мероприятию 3 приоритетными можно считать предотвращение попадания в воду турбинного масла, очистку замасленных стоков, строительство

коллекторов для отвода сточных вод, создание системы экологического мониторинга.

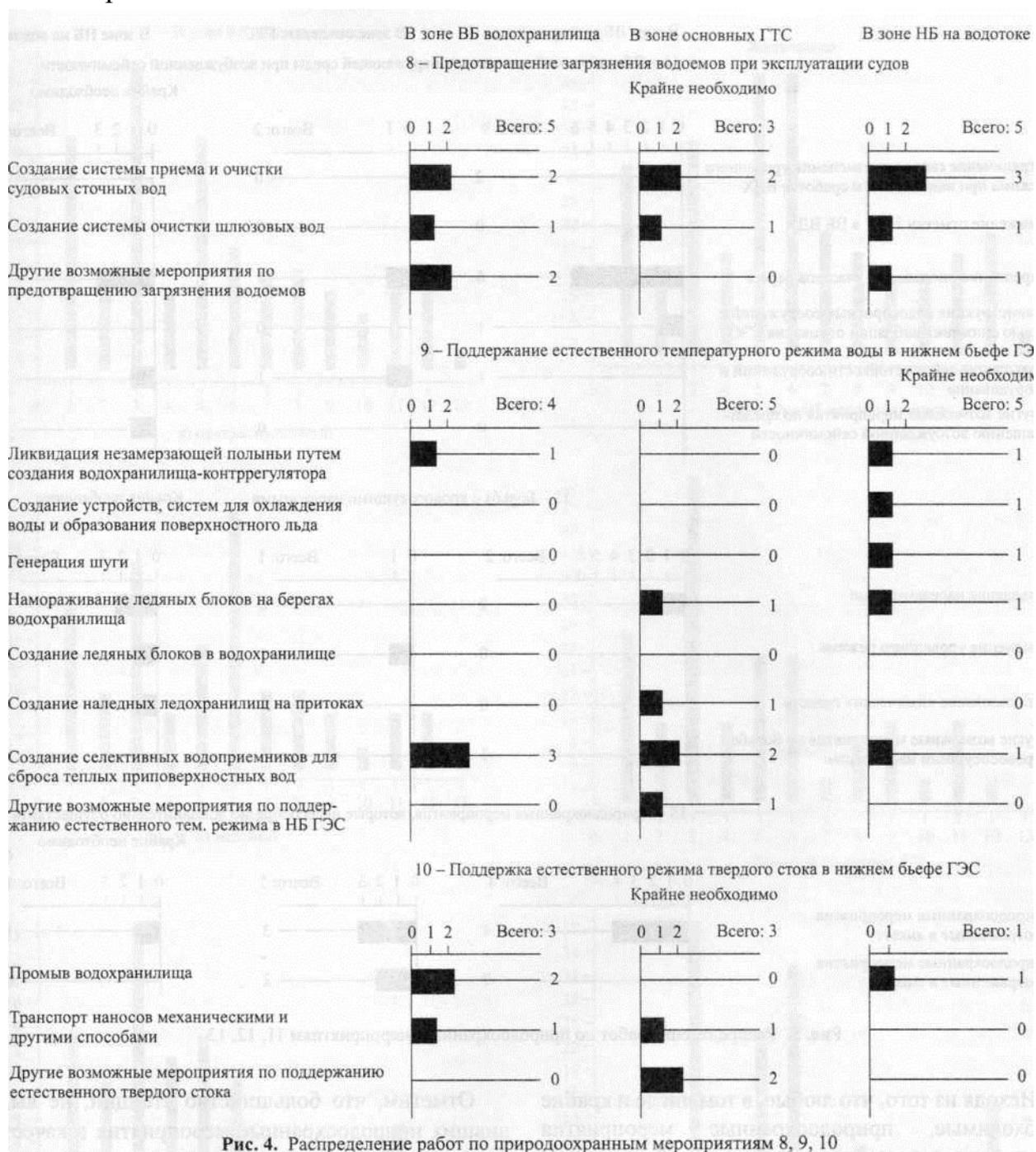


Рис. 4. Распределение работ по природоохранным мероприятиям 8, 9, 10

Исходя из того, что любые, в том числе и крайне необходимые, природоохранные мероприятия могут быть выполнены только в случае решения вопроса с источниками финансирования, большое значение придавалось возможности станций финансировать работы самостоятельно из собственных средств. К сожалению, только отдельные станции выразили готовность финансировать лишь некоторые мероприятия, невыполнение которых грозит штрафными санкциями (например, очистку замасленных стоков, защиту планктона от травмирования и гибели). Большинство

станций в качестве источника финансирования указали местный и централизованный бюджеты (рис. 6). Учитывая весьма ограниченные возможности последних, наиболее реальным выходом было бы включение стоимости природоохранных работ в тариф на электроэнергию. Такая практика уже нашла применение за рубежом.

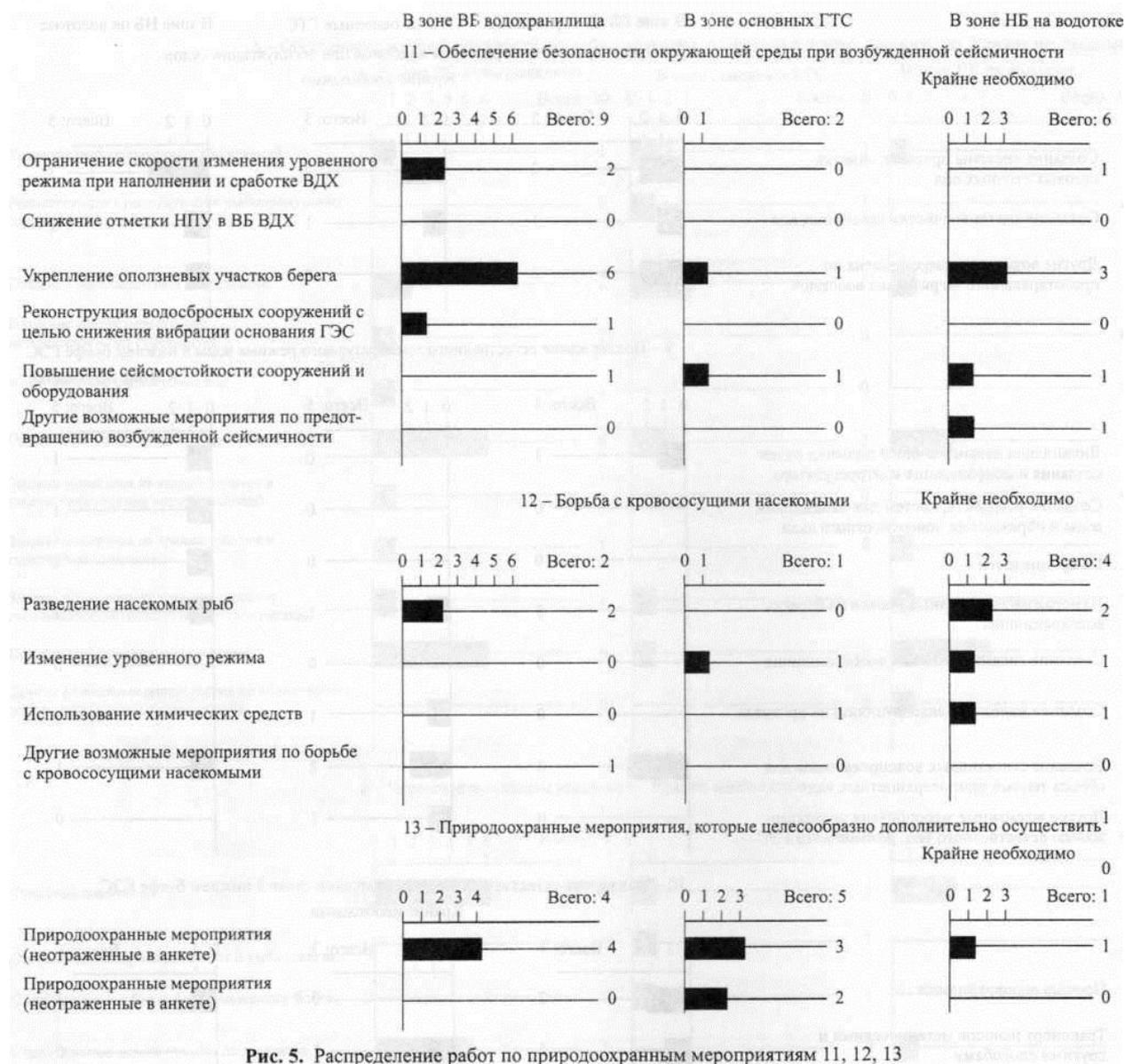
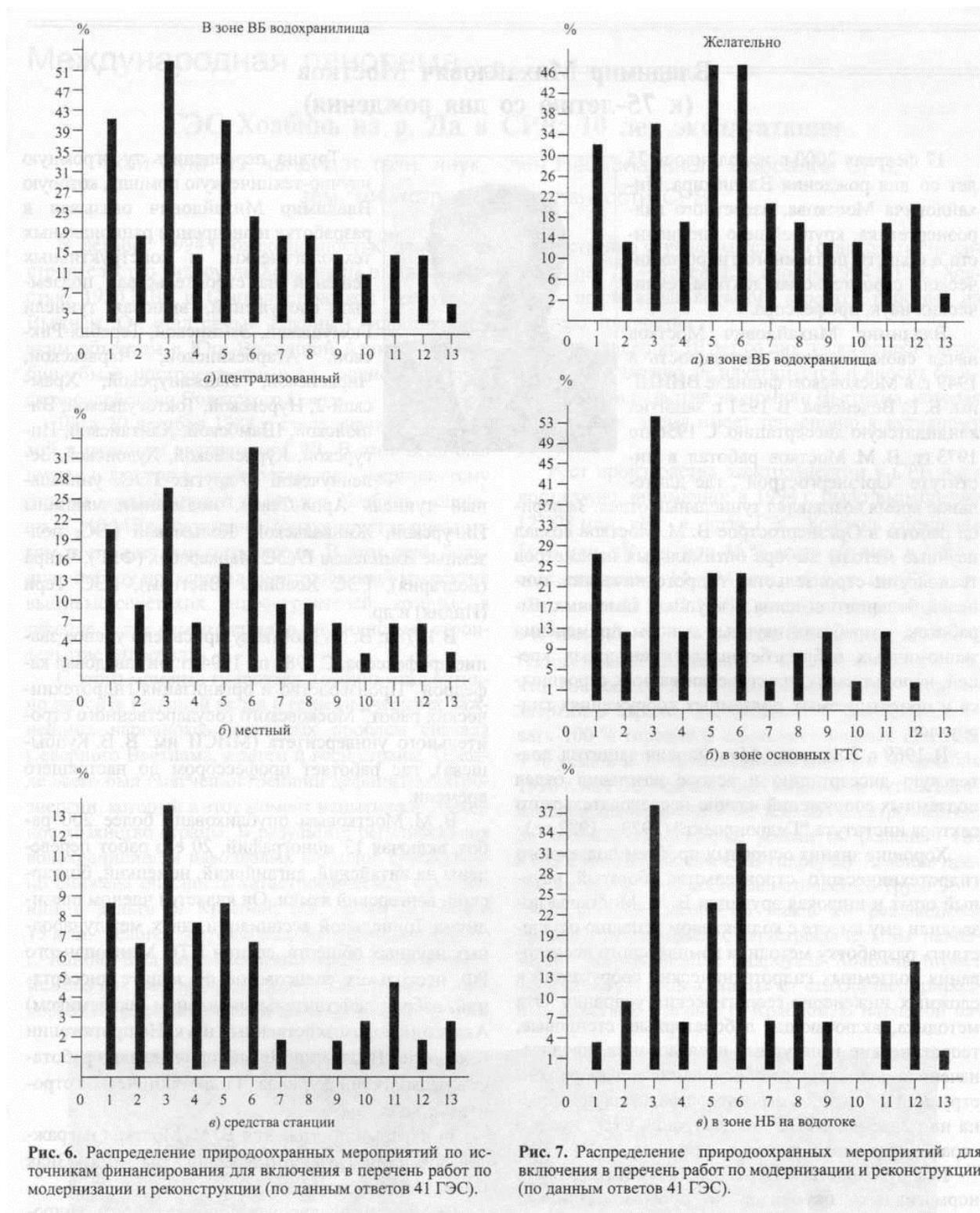


Рис. 5. Распределение работ по природоохранным мероприятиям 11, 12, 13

Отметим, что большинство станций, не выделивших природоохранные мероприятия в качестве крайне необходимых, отнесли их к разряду желательных (рис. 7). Таким образом, доля станций, на которых отмечена потребность в рассмотренных мероприятиях, резко возрастает, достигая по некоторым показателям 90 %. Это говорит о том, что задача обеспечения экологической безопасности ГЭС является своевременной и актуальной.



Рассмотренная автоматизированная информационно-аналитическая система позволяет не только выяснить весь спектр экологических проблем, но и дать рекомендации по выбору конкретных природоохранных мероприятий для каждой станции с учетом возможностей их финансирования. Система предусматривает возможность насыщения маркетинговой, справочно-методической и технологической информацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И., Кудряшева И. Г.* Анализ экологических последствий от воздействия ГЭС (по фактическим данным) // Гидротехническое строительство, 1991. - № 8.
2. *Кудряшева И. Г., Масликов В. И.* Экспертно-информационная система “Природоохранные мероприятия при реконструкции и модернизации ГЭС” // Материалы международной н.-т. конференции “Современные проблемы энергетики” / Ташк. гос. тех. ун-т, мин-во высшего и сред. спец. обр. Республика Узбекистан, 1997.
3. *Добрынин С. Н., Тихонова Т. С.* Информационное обеспечение надежной и безопасной работы гидротехнических сооружений на базе автоматизированной системы. - М. : Энергоатомиздат, 1995.

БИБЛИОГРАФИЯ
(Список работ Ю. С. Васильева)

1974-1979

1. Зарубаев Н. В. Работы ученых гидротехнического факультета в области рационального использования и охраны водных ресурсов / Н. В. Зарубаев, Ю. С. Васильев, Г. В. Симаков // Тр. ЛПИ. – 1974. - № 339. – С. 20-26.
2. *Вопросы моделирования экологических систем и связи с разработкой ЕВХС страны* / Ю. С. Васильев, Н. В. Зарубаев, Ю. В. Ракитский // *Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. – Ленинград : ЛПИ, 1975. – С. 33-34.*
3. Участие вузов в работах по охране и рациональному использованию водных ресурсов / Ю. С. Васильев, В. В. Кудряшев, В. А. Кукушкин // *Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. (21 окт. 1975 г.). – Ленинград : ЛПИ, 1975. – С. 17-19*
4. Направления исследования в вузах по проблемам охраны и рационального использования водных ресурсов // *Гидроэнергетика в X пятилетке и охрана водных и земельных ресурсов : кр. тез. докл. к Всесоюз. науч.-техн. совещ. : декабрь 1976. — Ленинград, 1976. — С. 92-93.*
5. Научные исследования в вузах по охране и рациональному использованию водных ресурсов / Ю. С. Васильев, В. В. Кудряшев, В. А. Кукушкин // *Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : материалы Респ. науч.-техн. конф. – Ленинград, 1976. – С. 92-97.*
6. О моделировании экологических систем в связи с разработкой ЕВХС страны / Ю. С. Васильев, Н. В. Зарубаев, Ю. В. Ракитский // *Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов : материалы Респ. науч.-техн. конф. – Ленинград, 1976. – С. 25-29.*
7. О перспективах комплексного использования и охраны водных ресурсов / Ю. С. Васильев, Н. В. Зарубаев // *Изв. Всесоюз. географ. об-ва. – 1976. – Т. 108, вып. 5. – С. 362-365.*
8. Республиканская конференция «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов» / Ю. С. Васильев, М. Б. Семенов // *Изв. вузов. Энергетика. – 1976. - № 5. – С. 150-152.*
9. *Человек и окружающая среда* // *Вестн. высш. шк. – 1976. - № 6. – С. 48.*

10. Влияние ГАЭС на окружающую среду / Ю. С. Васильев, А. Б. Коновалов, М. В. Семенов // *Охрана окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами : межвуз. сб. науч. тр. – Ленинград, 1977. - Вып. 4. — С. 15-22.*
11. О координации исследования по комплексной программе «Человек и окружающая среда» / Ю. С. Васильев [и др.] // *Охрана окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами : межвуз. сб. науч. тр. – Ленинград, 1977. - Вып. 4.*
12. Охрана природы и гидроэнергетика // *Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград : ЛПИ, 1977. – С. 47-50.*
13. Развитие исследований по охране и рациональному использованию водных ресурсов / Ю. С. Васильев, В. В. Кудряшев // *Водоснабжение и санитарная техника. – 1977. - № 7. – С. 2-4.*
14. Развитие кафедры использования водной энергии ЛПИ им. М. И. Калинина / Ю. С. Васильев, Д. С. Щавелев // *Изв. вузов. Энергетика. – 1977. - № 12. – С. 129-130.*
15. Разработка системы информационного обеспечения для координации исследований по межвузовской программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» / Ю. С. Васильев [и др.] // *Охрана окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами : межвуз. сб. – Ленинград, 1977. – Вып. 5.*
16. К вопросу об управлении исследованиями по программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы» / Ю. С. Васильев, В. С. Макаренко, В. Р. Огороков // *Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград, 1978. – Вып. 2. - С. 8-13.*
17. Водохранилища энергетических комплексов и их классификация / Ю. С. Васильев, М. П. Федоров // *Всесоюзн. науч.-техн. совещ. «Влияние водохранилищ ГАЭС на хозяйственные объекты и природную среду». – Ленинград, 1979. – С. 89-91.*
18. Долгосрочное развитие топливно-энергетического комплекса и окружающая среда // *Системные исследования в энергетике. – Ленинград, 1979.*
19. О расширении функций комплекса защиты г. Ленинграда от наводнений / Ю. С. Васильев [и др.] // *Всесоюзн. науч.-техн. совещ. «Влияние водохранилищ ГАЭС на хозяйственные объекты и природную среду». – Ленинград, 1979. – С. 159-150.*

1980-1989

20. Организация образования по вопросам окружающей среды в системе Минвуза РСФСР // Образование в области окружающей среды : материалы 1-й Всесоюз. конф. (Минск, 3-6 июля 1979 г.). – Москва, 1980. – С. 189-191.
21. Оценка временного лага между завершением и проявлением результатов НИР / Ю. С. Васильев, В. Р. Огороков, В. С. Макаренко // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград : ЛПИ, 1980. - Вып. 3 – С. 10-15.
22. Итоги выполнения научных исследований по комплексной программе «Человек и окружающая среда» в X пятилетке // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб.– Ленинград, 1981. – Вып. 4. - С. 3-6.
23. Об определении эффективности гидроэнергетических объектов с учетом природоохранных мероприятий / Ю. С. Васильев, Д. С. Щавелев // Изв. вузов. Энергетика. – 1981. - № 2. – С. 69-73.
24. Васильев О. Ф. Международная конференция по численному моделированию течений воды в реках, каналах и поверхностных потоках в приложении к охране водных ресурсов и окружающей среды / О. Ф. Васильев, Ю. С. Васильев [и др.] // Гидротехническое строительство. – 1982. - № 11. – С. 58-60.
25. Комплексная программа «Человек и окружающая среда» и природоохранительное просвещение // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : сб. науч. тр. – Ленинград : ЛПИ, 1982. – Вып. 5. - С. 3-6.
26. *Об управлении экологическими процессами в водохранилищах, используемых в энергетических целях / Ю. С. Васильев, Н. Н. Ролле // Четвертое науч.-техн. совещание Гидропроекта "Совершенствование научных исследований, ускорение внедрения достижений науки и техники в проекты с целью повышения эффективности строительства и эксплуатации ГЭС, ГАЭС и АЭС", Москва, 13-16 апреля 1982 г. : тез. докл. и сообщ. — Москва, 1982. — Ч. 2. — С. 105.*
27. Образование студентов гидротехнических специальностей в области охраны окружающей среды / Ю. С. Васильев, М. П. Федоров, Н. И. Хрисанов // Принципы подготовки специалистов широкого профиля и пути их реализации в учебном процессе : тез. докл. межвуз. науч.-техн. конф. – Ленинград, 1982. – С. 72-73.
28. Методические аспекты эколого-экономической оценки приоритетности водоохраных мероприятий / Ю. С. Васильев, Л. Г. Огорокова, М. В.

- Семенов // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград : ЛПИ, 1983. – Вып. 6. - С. 3-5.
29. *Характеристика общей математической модели для управления качеством воды в крупных водохранилищах / Ю. С. Васильев, Г. В. Симаков, А. И. Альхименко // Гидротехническое строительство. - 1983. - № 8. - С. 36-37.*
30. Некоторые критерии оценки экологических изменений, вызванных созданием водохранилищ / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград : ЛПИ, 1984. – Вып. 7. - С. 3-7.
31. *Экологические изменения при гидроэнергетическом строительстве и их биологическая индикация / Ю. С. Васильев, Н. Н. Ролле, Н. И. Хрисанов // Биологическая индикация в антропоэкологии. – Москва : Наука, 1984.*
32. *Организация в системе высшей школы фундаментальных исследований проблем оптимизации природопользования и охраны окружающей среды / Ю. С. Васильев, Н. Н. Ролле // Оптимизация, прогноз и охрана природной среды. – Москва, 1986.*
33. *Перспективы развития гидроэнергетики и проблемы охраны окружающей среды // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – Москва, 1986. - № 11-12.*
34. *Инженерная защита водохранилищ гидроэнергоузлов от затоплений и подтоплений : обзор / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов // Гидротехническое строительство. - 1987. - № 10. - С. 21-23.*
35. *Охрана речных бассейнов от загрязнения / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов // Гидротехническое строительство. – 1987. - № 6. – С. 52. – (Рец. на книгу).*
36. *Процессы в водохранилищах при поступлении биогенных и загрязняющих веществ / Ю. С. Васильев, Н. Н. Ролле // Гидротехническое строительство. - 1987. - № 10. - С.17-19.*
37. *Решение проблемы охраны окружающей среды при создании Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса / Ю. С. Васильев [и др.] // Решение проблем при создании Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса : материалы науч.-техн. конф. 1986 г. – Ленинград, 1987. – С. 19-27.*
38. *Карты охраны окружающей среды – вопросы создания и проблемы читаемости / Ю. С. Васильев, И. Б. Гармиз, И. Л. Горденина // Изв. Всесоюз. географ. об-ва. – 1988. – Т. 120, вып. 6.*
39. *Установление приоритетности факторов антропогенного воздействия на водную систему Ладожское озеро – река Нева – Невская губа / Ю. С.*

- Васильев, М. П. Федоров // Тр. ГГИ. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1988. – Вып. 1. - С. 25-29.
40. *Использование реки Дунай и комплекс гидроузлов Габчиково-Надьмарош / Ю. С. Васильев, Г. А. Претро // Гидротехническое строительство. - 1989. - № 3. - С. 51-54.*
41. Исследования в области охраны природы : основные итоги и перспективы развития // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : сб. науч. тр. – Ленинград : ЛПИ, 1989. – С. 3-8.
42. Экологические проблемы гидроэнергетики // Проблемы гидроэнергетики и их решение : сб. ст. к 90-летию Ленинградского политехнического института. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1989. – С. 5-10.

1990-1999

43. *Пути решения экологических проблем при создании гидроэнергетических и водохозяйственных объектов // Гидромелиорация и гидротехническое строительство. – Львов : Свит, 1990. – Вып. 18.*
44. Анализ экологических последствий от воздействия ГЭС (по факт. данным) / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов, И. Г. Кудряшева // Гидротехническое строительство. - 1991. - № 8. – С. 10-12.
45. Итоги работы по комплексной научно-технической программе «Человек и окружающая среда» // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград, 1991. – Вып. 14. - С. 3-5.
46. Цели, задачи и структура республиканской программы «Экология и охрана окружающей среды в Российской Федерации» / Ю. С. Васильев, Г. К. Осипов // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды : межвуз. сб. – Ленинград, 1991. – Вып. 14. - С. 120-123.
47. Методические подходы к оценке значимости факторов воздействия ГЭС на природную среду по данным натурных наблюдений и экспертного опроса / Ю. С. Васильев, Н. В. Арефьев, В. Е. Радионов // Современные проблемы нетрадиционной энергетики : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. (1-2 дек. 1994 г.). – Санкт-Петербург, 1994. – С. 139-140.
48. *Экологические и технические аспекты регулирования паводковых расходов системой временно заполняемых водохранилищ / Ю. С. Васильев, Е. А. Федосова // Современные научные школы : перспективы развития. Ч. 1. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 1998.*

49. *Инженерное образование по безопасности экологии // Безопасность и экология Санкт-Петербурга : тез. докл. науч.-практ. конф., 11-13 марта 1999 г.: в 2-х ч. – Санкт-Петербург., 1999. - Ч. 1. - С. 70-73.*
50. *Человеческий потенциал и национальная безопасность // Безопасность и экология Санкт-Петербурга : материалы науч.-практ. конф. (11.03.1999). – Санкт-Петербург : Нестор, 1999. – С. 3-8.*

2000-2016

51. *Экологическая безопасность и подготовка кадров / Ю. С. Васильев, Л. Н. Блинов, М. П. Федоров // Экологические проблемы и пути их решения в XXI в. : труды III Междунар. науч.-техн. конф. 10-12 окт. 2000 г. – 2000.*
52. *Экспертно-информационная система «Экологическая безопасность ГЭС» / Ю.С. Васильев [и др.] // Гидротехническое строительство. – 2000. - № 3. – С. 35-41.*
53. *Основы подготовки и прогноз потребности инженеров-экологов / Ю. С. Васильев, М. П. Федоров, А. Н. Чусов // Высокие интеллектуальные технологии образования и науки : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. (28.02.-01.03.03). - 2003. – С. 23-26.*
54. *Подготовка кадров по экологической безопасности в СПбГПУ / Ю. С. Васильев, М. П. Федоров, Л. Н. Блинов // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 6. – С. 38-43.*
55. *Экологическая безопасность и подготовка кадров / Ю. С. Васильев, М. П. Федоров, Л. Н. Блинов // Науч.-техн. вед. СПбГТУ. — 2003. — № 2(32). — С. 29-44.*
56. *Мониторинг состояния природной среды в бьефах ГЭС для обоснования природоохранных мероприятий / Ю. С. Васильев, И. Г. Кудряшева, В. И. Масликов // Тр. СПбГТУ. Строительство. — 2007. — № 502. - С. 317-322.*
57. *Устойчивое развитие техносферы в системе Природа-Общество-Человек : введение в проблему / Ю. С. Васильев, В. В. Ермилов // Международный журнал. Устойчивое развитие : наука и практика. – Дубна, 2011. - № 2. - С. 44-61.*
58. *Первый кластер вузов России по охране окружающей среды // Биосфера. - 2015. - Т. 7, № 2. - С. 255-266.*
59. *Режим регулирования стока Рыбинского водохранилища как основной фактор формирования экологической ситуации в осушной зоне / Ю. С. Васильев, В. И. Масликов, М. Б. Шилин // Ученые записки Рос. гос. гидрометеорологического ун-та. - 2016. - № 45. - С. 28-42.*

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
РАЗДЕЛ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	4
Работы ученых гидротехнического факультета в области рационального использования и охраны водных и земельных ресурсов	4
Участие вузов в работах по охране и рациональному использованию водных ресурсов	11
Направления исследования в вузах по проблемам охраны и рационального использования водных ресурсов	13
Республиканская конференция «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов»	14
Человек и окружающая среда	19
Научные исследования в вузах по охране и рациональному использованию водных ресурсов	21
Развитие кафедры использования водной энергии ЛПИ имени М. И. Калинина	26
К вопросу об управлении исследованиями по программе «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы»	30
Организация образования по вопросам окружающей среды в системе Минвуза РСФСР	36
Итоги выполнения научных исследований по комплексной программе «Человек и окружающая среда» в X пятилетке	38
Комплексная программа «Человек и окружающая среда» и природоохранительное просвещение	43
Итоги работы по комплексной научно-технической программе «Человек и окружающая среда»	47
Инженерное образование по безопасности экологии	51
Экологическая безопасность и подготовка кадров	53
Основы подготовки и прогноз потребности инженеров-экологов	55
Подготовка кадров по экологической безопасности в СПбГПУ	58
Экологическая безопасность и подготовка кадров	71
Кафедра «Возобновляющиеся источники энергии и гидроэнергетика» : прошлое и настоящее*	98
РАЗДЕЛ 2. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	107
О моделировании экологических систем в связи с разработкой ЕВХС страны	107
О перспективах комплексного использования и охраны водных ресурсов	111
Охрана природы и гидроэнергетика	117
Развитие исследований по охране и рациональному использованию водных ресурсов	121
Оценка временного лага между завершением и проявлением результатов НИР	127

Об определении эффективности гидроэнергетических объектов с учетом природоохранных мероприятий.....	134
Международная конференция по численному моделированию течений воды в реках, каналах и поверхностных потоках в приложении к охране водных ресурсов и окружающей среды	140
Методические аспекты эколого-экономической оценки приоритетности водоохранных мероприятий	149
Некоторые критерии оценки экологических изменений, вызванных созданием водохранилищ.....	153
Решение проблемы охраны окружающей среды при создании Саяно-Шушенского гидроэнергокомплекса	159
Установление приоритетности факторов антропогенного воздействия на водную систему Ладожское озеро—река Нева—Невская губа.....	169
Исследования в области охраны природы: основные итоги и перспективы развития.....	175
Экологические проблемы гидроэнергетики	182
Анализ экологических последствий от воздействий ГЭС (по фактическим данным).....	188
Цели, задачи и структура республиканской программы «Экология и охрана окружающей среды в Российской Федерации».....	195
Методические подходы к оценке значимости факторов воздействия ГЭС на природную среду по данным натурных наблюдений и экспертного опроса.....	199
Экспертно-информационная система “Экологическая безопасность ГЭС”.....	201
БИБЛИОГРАФИЯ	212