

УДК 628.394 : 628.113

## ИСТОЧНИКИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ ПРИ ИХ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

(на примере Иваньковского водохранилища)

ФАЛЬКОВСКАЯ Л. Н., КУТЫРИН И. М., КРЫЛОВ М. П.,  
САЛТАНКИН В. П., САНИН М. В., ОРЛОВ И. В.

(ИВП АН СССР)

В современных условиях при комплексном использовании водных объектов антропогенные факторы играют основную роль в процессах формирования качества поверхностных вод.

Практически любое хозяйственное мероприятие на территории водосборного бассейна, как-то: промышленное и жилищное строительство, мелиорация земель и др. — может быть причиной изменения гидрохимического режима водоема. Однако наиболее заметное влияние на качество воды оказывает сброс загрязнений со сточными водами различных водопотребителей. Степень этого влияния зависит от количества и вида поступающих загрязнений. Поэтому прогноз поступления загрязняющих веществ в водный объект на расчетные уровни является первым, обязательным этапом прогнозирования качества воды. Подобная работа была проведена в 1975—1976 гг. при составлении прогноза качества воды Иваньковского водохранилища на перспективу.

В бассейне Иваньковского водохранилища участниками водохозяйственного комплекса являются: население (города, поселки городского типа, сельские населенные места), промышленность, сельское хозяйство (полеводство и животноводство), водный транспорт, маломерный флот и рекреация.

**Население.** На водосборной площади Иваньковского водохранилища полностью размещена Калининская и частично Московская и Смоленская области РСФСР. По состоянию на 1 января 1975 г. здесь проживает ~ 1,6 млн. человек, в том числе 1,1 млн. (70%) в Калининской, 0,3 млн. (18%) в Московской и ~ 0,2 млн. (12%) в Смоленской области. Районы Смоленской области из-за значительной удаленности от акватории водохранилища и малого удельного веса по населению из рассмотрения были исключены.

На территории Калининской и в районах Московской области, тяготеющих к Иваньковскому водохранилищу, расположены 26 городов, 40 поселков городского типа и более 12 тыс. сельских населенных мест.

Наиболее заметное влияние на качество воды водохранилища должны оказывать сточные воды населенных мест, расположенных непосредственно на его берегах или на берегах основных притоков. К числу таких населенных мест относятся города: Калинин, Конаково, Ржев, Лихославль, Торжок, Старица, Зубцов, Волоколамск. Здесь проживает 72% городского населения и расположены промышленные предприятия, сточные воды которых в сумме составляют более 70% водоотведения рассматриваемого бассейна.

Указанные обстоятельства позволяют при прогнозировании качества воды Иваньковского водохранилища учитывать поступление загрязнений только от вышеназванных восьми городов.

В наиболее крупном и благоустроенном городе бассейна — Калинин — проживает 389 тыс. человек; к водопроводу здесь присоединено 95% обобщественного и 7% личного жилого фонда, к канализации — соответственно 92 и 2%. Коммунальная канализация города наряду с хозяйственно-бытовыми сточными водами принимает значительное количество промышленных стоков, прошедших предварительную очистку на локальных очистных сооружениях. Мощность городской станции биологической очистки сточных вод 220 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. Эта станция, построенная в 1970 г., работает достаточно стабильно и обеспечивает быструю эффективность очистки сточных вод.

Остальные семь городов — небольшие. Для них характерен высокий удельный вес жилой площади личного пользования (28—47%), что замедляет темпы повышения степени благоустройства жилого фонда. Удельное хозяйственно-бытовое водопотребление здесь сравнительно низкое и часто не превышает 100 л/сутки на 1 человека. Соответственно низки объемы бытовых сточных вод. Канализационные очистные сооружения в этих городах имеют малую мощность, что затрудняет их эксплуатацию. В ряде городов (Ржев, Лихославль) канализация построена и находится в ведении промышленных предприятий.

Намечаемое на перспективу увеличение городского населения на 4,5%, а также значительное повышение степени благоустройства жилого фонда в рассматриваемых городах приведут к увеличению объема хозяйственно-бытовых сточных вод почти в 2 раза. При определении объема бытовых сточных вод степень благоустройства жилого фонда отдельных городов определялась расчетным путем исходя из современного состояния жилой площади, темпов жилого строительства за последние 10 лет и норм жилой площади на перспективу. Также расчетным путем по нормам СНиП II-32-72 [12] определено качество загрязнений, которое будет поступать в водные объекты с очищенными бытовыми сточными водами. В этих расчетах принималось, что мощность городских очистных сооружений в Калинин будет увеличена примерно на 50%, а во всех малых городах будут построены современные очистные сооружения с эффективностью по БПК<sub>полн</sub> 90—95%, общему азоту — 20—25%, минеральному фосфору — 15—20%, нефтепродуктам — 85—90%, СПАВ — 60—65%. Проектная мощность городских очистных сооружений позволит в перспективе все промышленные сточные воды после локальных очистных сооружений сбрасывать в коммунальную канализацию.

Значительное количество, а главное разбросанность сельских населенных мест затрудняют оценку влияния их сточных вод на состояние водных объектов бассейна Иваньковского водохранилища. Можно достаточно обоснованно считать, что в настоящее время мелкие деревни, не имеющие централизованной канализации, практически не загрязняют поверхностные воды. На перспективу намечается проведение значительного объема работ по ликвидации мелких деревень и переселению сельского населения в благоустроенные поселки.

**Промышленность.** В бассейне Иваньковского водохранилища наибольшее развитие имеют такие специализированные отрасли промышленности, как электроэнергетика, машиностроение и металлообработка, легкая промышленность. Менее развиты пищевая, химическая и нефтехимическая, лесная и деревообрабатывающая промышленности, а также производство строительных материалов. Всего в рассматриваемых городах расположено 195 предприятий различных отраслей промышленности.

Большая часть сточных вод этих предприятий после локальных очистных сооружений поступает в системы городских канализаций или сбрасывается в водные объекты. Однако некоторая часть сточных вод поступает в водоемы без очистки. В ряде случаев загрязнения поступают в водные объекты также с условно-чистыми водами, оказывая негативное влияние на качество воды.

В перспективе акцент будет сделан на развитие в бассейне трудоемких отраслей машиностроения (главным образом станкостроения и приборостроения) и других неметаллоемких и трудоемких подотраслей, для которых характерны невысокая водоемкость, небольшие объемы сточных вод, относительно безвредных и сравнительно легко очищаемых. Существенно возрастет мощность пищевой промышленности по переработке мяса, молока, производству плодоовощных консервов и пива, а также отдельных направлений легкой промышленности, например первичной переработки льна-волокна. Темпы развития хлопчатобумажных предприятий, достигшие уже сейчас высокого уровня, будут несколько сдерживаться. Строительство водоемких и вредных в санитарном отношении предприятий в бассейне водохранилища запрещено, причем это запрещение распространяется на уже существующие химические предприятия, а также отдельные производства текстильной промышленности.

Развитие промышленности в основном будет проводиться путем реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий. Из новых в строй будут вводиться предприятия, связанные главным образом с обслуживанием населения и обеспечивающие нужды строительства.

В перспективе весь объем промышленных сточных вод после соответствующей обработки на локальных очистных сооружениях будет поступать для доочистки на городские станции биологической очистки. Объемы промышленных стоков отдельных предприятий в перспективе приняты по данным Калининского и Московского облпланов. Остаточные концентрации загрязнений в промстоках после локальных очистных сооружений определены расчетом исходя из состава неочищенных промстоков, схемы локальных очистных сооружений и их эффективности по данным «Укрупненных норм водопотребления и водоотведения для промышленных объектов» (ВНИИ ВОДГЕО).

При этих расчетах учитывалось не только строительство новых прогрессивных локальных очистных сооружений, но и возможность интенсификации эксплуатации сооружений, действующих на многих предприятиях.

Уже сейчас на многих предприятиях проводятся мероприятия, повышающие степень очистки промышленных стоков. Так, на автотранспортных предприятиях и комбинате «ИСКОЖ» установка после отстойников рам с древесно-стружечными фильтрами позволила снизить концентрацию эфирорастворимых веществ в очищенном стоке соответственно до 2 и 6 мг/л.

На кожевенных заводах путем объединения хромсодержащих и известковых стоков в один общий сток удалось избежать специальной реакгентной очистки от хрома и снизить остаточные концентрации последнего.

Объем сточных вод, образующихся на предприятиях хлопчатобумажной промышленности при отбеливании и отделке тканей, может быть значительно уменьшен за счет организации водооборотных циклов с утилизацией реагентов непосредственно на технологических установках.

На мясокомбинатах (г. Калинин) в дополнение к существующим жиroleвушкам строятся многокамерные установки напорной флотации, что позволит значительно улучшить качество очищенных сточных вод.

При определении качества промстоков на перспективу предполагалось, что подобные усовершенствования и рационализаторские предложения получат широкое распространение на промышленных предприятиях бассейна.

Проведенные расчеты показали, что при намечаемых темпах роста городского населения и развития промышленного производства объем городских (бытовых и промышленных) сточных вод в перспективе увеличится на 80%. Одновременно увеличатся и абсолютные количества отдельных загрязняющих веществ, поступающих на локальные и городские очистные сооружения. Однако в результате увеличения мощности и эффективности последних, а также строительства и модернизации локальных очистных сооружений на всех промышленных объектах качество очищенных городских сточных вод, которые будут поступать в Ивановское водохранилище, в перспективе по сравнению с 1975 г. улучшится по ряду показателей, в том числе по БПК<sub>полн</sub>, ХПК, нефтепродуктам, тяжелым металлам. В то же время в очищенных городских сточных водах возрастет концентрация загрязнений, характерных для бытовых сточных вод (общего азота и минерального фосфора).

**Торфоразработки.** Специфичной отраслью промышленности для бассейна Ивановского водохранилища является торфоразработка.

В 1976 г. торфопредприятиями Минтоппрома РСФСР было добыто порядка 6 млн. т торфа, который частично используется непосредственно на торфопредприятиях для изготовления торфоминеральных и торфоминеральных аммиачных удобрений (ТМУ и ТМАУ), а частично вывозится для использования в качестве топлива и сырья при компостировании.

Химический состав сточных вод с производственных полей торфодобычи подвержен значительным сезонным колебаниям. Минерализация стока минимальна в весенний период, затем она повышается в начале летнего периода и снижается в конце его. Осенью общая минерализация снова повышается. Содержание органических веществ также минимально в весенних стоках, а в летний период достигает максимальных величин.

С увеличением срока осушения площадей торфоразработок наблюдается тенденция к возрастанию в сточных водах концентрации растворимых органических соединений и общей их минерализации. Сточные воды торфопредприятий отличаются также повышенной цветностью, высокой бихроматной окисляемостью и значительным содержанием торфяной крошки.

Однако наиболее существенное влияние на качество вод оказывают процессы приготовления ТМУ и ТМАУ, в ходе которых торф смешивается с минеральными удобрениями. Производство ТМАУ и ТМУ, а также их хранение до вывоза на поля осуществляется под открытым небом, что неминуемо приводит к частичному вымыванию азота и фосфора. Вывос азота и фосфора с торфопредприятий может быть определен расчетным путем исходя из среднего содержания минеральных добавок в торфе и степени их вымывания. Согласно стандарту, при производстве торфоминеральных удобрений на 1 т торфа расходуется 40 кг 20%-ной аммиачной воды: 30 кг 18%-ного суперфосфата и 20 кг 19%-ной фосфорной муки.

Вывос биогенов из торфянистых продуктов принят таким же, как с сельскохозяйственных угодий, а именно 10% азота и 4% фосфора [6]. Расчеты показали, что вынос биогенов может достигать 0,5 г азота и 0,01 г фосфора на 1 т торфоминеральных удобрений.

Очистка сточных вод торфопредприятий в настоящее время не проводится. Торфяная крошка при правильной эксплуатации массива может быть достаточно полно задержана в картовых и подпруженных валовых

каналах. Наиболее перспективным, хотя и дорогим методом обесцвечивания стоков торфопредприятий является озонирование.

**Сельское хозяйство.** Сельское хозяйство в бассейне Иваньковского водохранилища имеет в основном пригородное направление — молочное животноводство, свиноводство, птицеводство и овощеводство. Наиболее четко эта специализация выражена в районах Московской области и в Калининском районе. В остальных районах Калининской области преобладает льно-молочно-картофельное направление сельского хозяйства.

В соответствии с программой развития сельского хозяйства нечерноземной зоны РСФСР на перспективу в бассейне Иваньковского водохранилища будет проводиться дальнейшая специализация сельскохозяйственного производства, модернизация животноводческих ферм и создание крупных животноводческих комплексов, развитие кормовой базы животноводства, создание мощных овощных хозяйств. Производство основных сельскохозяйственных продуктов должно увеличиться в 2—2,5 раза.

Интенсификация сельского хозяйства и сопутствующие ей централизация животноводства и увеличение норм внесения ядохимикатов и минеральных удобрений могут привести к ухудшению качества воды Иваньковского водохранилища.

Загрязняющие вещества от сельского хозяйства могут поступать в водоемы со сточными водами животноводческих предприятий и с поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий.

Количество загрязняющих веществ, поступающих в водоемы от животноводческих предприятий, зависит от вида и количества животных, принятой схемы отделения производственных стоков, конструкции сооружений для приготовления силоса, жижесборников, навозохранилищ. В настоящее время для животноводства бассейна водохранилища характерно преобладание мелких ферм и коровников на 30—100 голов. Только наиболее крупные фермы имеют системы канализации, но без специальных очистных сооружений. В перспективе все животноводческие комплексы должны быть канализованы и оборудованы необходимыми сооружениями для удаления, хранения и переработки навоза.

Объем сточных вод и их качество в 1975 г. и в перспективе для крупных канализованных животноводческих объектов определялись расчетом. При этом в качестве эталона неочищенных и очищенных животноводческих стоков использовались данные по совхозу Конаковскому, достаточно репрезентативному для изучаемого района.

Значительную трудность представляет прогноз поступления загрязняющих веществ в водохранилище с поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий. Эта проблема в настоящее время изучается многими научно-исследовательскими институтами в Советском Союзе и за рубежом, однако полученных результатов пока недостаточно для определения общих закономерностей процесса. Объясняется это тем, что вынос загрязнений зависит от целого ряда местных условий, и в том числе от интенсивности атмосферных осадков, расположения массива по отношению к водоему, рельефа местности и типа почвы, интенсивности эрозионных процессов, равно как от свойств используемых химических препаратов и технологии их внесения [14, 15].

Многолетние наблюдения, проведенные в Верхневолжском бассейне, показали, что в современных условиях с сельскохозяйственной территории изучаемого района за вегетационный период выносятся в среднем 2,5 кг/га общего азота и 0,13 кг/га общего фосфора [3]. В перспективе при увеличении норм внесения минеральных удобрений соответственно увеличится и удельный вынос биогенных веществ.

**Водный транспорт.** Иваньковское водохранилище относится к внутренним водным путям всесоюзного значения, причем по данным Минречфлота РСФСР в перспективе число судов, проходящих по его акватории, увеличится на 15—20%.

В процессе эксплуатации судов на них образуются хозяйственно-бытовые, фановые и льяльные сточные воды [5]. Объем этих вод зависит от класса судна, удельных норм водоотведения, числа пассажиров и состава экипажа. Для определения объемов сбросных вод речного транспорта, курсирующего по акватории Иваньковского водохранилища, использовались данные Минречфлота РСФСР о количестве и составе плавационных судов, о ходовых показателях речных и озерных судов различного типа, о навигационных параметрах водохранилища. Нормы водоотведения хозяйственно-бытовых, фановых и льяльных вод принимались по нормативным и литературным источникам [7, 10].

Принципиально возможны два способа обезвреживания судовых сточных вод — накопление их на борту с последующей сдачей на соответствующие сооружения для очистки и автономная очистка стоков непосредственно на судах [8, 11, 13].

По технико-экономическим соображениям наиболее целесообразна сдача смешанного хозяйственно-бытового и фанового стока на береговые приемные пункты с последующей передачей его на городские сооружения биологической очистки, а льяльных вод — на плавучие очистные станции.

В настоящее время большая часть судов МРФ РСФСР, курсирующих по Иваньковскому водохранилищу, оборудована цистернами, из которых стоки принимаются специальными баржами-амбарами и судами-сборщиками типа «ОС» [2]. Однако в организации приема сточных вод и в их обезвреживании имеются некоторые недостатки: стоки и мусор с судов непосредственно принимаются только в Калинин; специальные суда сбора нефтепродуктов при аварийных разливах на акватории отсутствуют.

На перспективу предполагается оснащение всех портов на Иваньковском водохранилище необходимыми устройствами и судами для приема и очистки сточных вод, что позволит полностью ликвидировать загрязнение водохранилища судовыми сточными водами.

**Маломерный флот.** Проблема защиты водоемов от загрязняющего воздействия маломерного флота, общая численность которого в стране уже превышает несколько миллионов единиц, не менее серьезна, сложна и актуальна, чем широко известная проблема автомобиля и городской среды.

На Иваньковском водохранилище в настоящее время эксплуатируется ~7 тыс. маломерных судов. В перспективе это количество может удвоиться и достичь 15—16 тыс. единиц.

Известно, что при работе подвесных лодочных моторов в воду попадают летучие и нелетучие нефтепродукты, токсические и канцерогенные вещества. Расчеты показывают, что при работе двигателя в течение 100 ч (средняя норма за навигацию) в воду поступает до 10 кг нефтепродуктов. Объясняется это тем, что в отличие от судовых дизельных двигателей лодочный мотор имеет подводный выхлоп и, кроме того, работа мотора обычно не регламентирована в части выбросов.

Определенные опасения вызывают выбросы лодочными моторами канцерогенных веществ, индикатором которых является бенз(а)пирен [4]. Насколько эти выбросы могут повысить фоновые концентрации канцерогенных веществ в Иваньковском водохранилище, на основании имеющихся данных судить пока трудно, однако наличие их указывает на

необходимость дальнейшего изучения процессов накопления и циркуляции канцерогенов в водоеме.

**Рекреационное использование водохранилища.** Несомненный интерес представляет хотя бы ориентировочная оценка роли рекреационного использования в загрязнении водохранилища.

Природные условия определяют потенциальную рекреационную ценность водохранилища, а его расположение в зоне 2—3-часовой транспортной доступности от Москвы и наличие в береговой зоне таких городов, как Калинин, Конаково и Дубна, обуславливает высокий уровень фактического рекреационного использования.

В 1976 г. рекреационная посещаемость водохранилища оценивалась следующими цифрами: для учреждений отдыха круглогодичного пользования — более 700 тыс. человеко-дней; для учреждений отдыха сезонного типа — более 300 тыс., для кратковременного неорганизованного отдыха — более 400 тыс., для стационарного туризма — более 200 тыс., для рыболовов-любителей — 400 тыс. Пиковая рекреационная нагрузка на водохранилище достигает 28—30 тыс. человек в день.

Круглогодичные и сезонные учреждения отдыха не являются серьезными загрязнителями водохранилища, так как они либо имеют свои очистные сооружения, либо передают стоки на городские станции очистки. Расширения сети этих учреждений в перспективе не предполагается. Поэтому основным источником загрязнения водохранилища, как в настоящее время, так и в перспективе, является неорганизованный отдых.

Исследование проблемы рекреационного использования водохранилищ показывает, что надежных методов расчета рекреационных загрязнений пока нет [1, 9]. В связи с этим была предложена методика расчета поступления загрязнений в водохранилища исходя из пиковых рекреационных нагрузок и удельных норм загрязнений на одного человека [12]. Принималось, что весь объем «береговых» загрязнений поступит в воду. Очевидно, что полученные при этом цифры будут завышены, однако экспериментальные данные, позволяющие ввести соответствующие редуцированные коэффициенты, пока еще отсутствуют.

Вместе с тем наибольший практический интерес имеет определение возможного рекреационного загрязнения водохранилища именно в период массового отдыха, так как в зонах неорганизованного отдыха, как показывают расчеты, в водохранилище поступают значительные количества органики и биогенных веществ, причем в дни с пиковой рекреационной нагрузкой эти количества соизмеримы с количеством загрязнений, поступающим с очищенными бытовыми сточными водами города на 25—30 тыс. человек.

Предполагается, что в перспективе пиковая рекреационная нагрузка увеличится в 2—2,5 раза и, если не будут приняты меры по упорядочению и инженерно-санитарному обеспечению мест неорганизованного отдыха, объем рекреационных загрязнений может также возрасти.

Проведенные исследования и расчеты позволили на примере Ивановского водохранилища определить общие тенденции изменения поступления загрязнений в водные объекты при развитии отраслей народного хозяйства на территории водосбора. Если принять поступление загрязнений в 1975 г. за 100% (по каждому из показателей), то при темпах развития, запланированных для Ивановского водохранилища в перспективе, оно составит: по БПК<sub>полн</sub>—33%, ХПК—42%, нефтепродуктам — 61%, СПАВ—79%, тяжелым металлам — 22%, общему азоту и минеральному фосфору — 132%.

Таким образом, проведение водоохраных мероприятий на промышленных предприятиях, в том числе строительство локальных очистных

## Роль отдельных источников антропогенного загрязнения Иваньковского водохранилища в настоящее время и в перспективе

Источники загрязнения	БПК <sub>полн</sub>		ХПК		Нефтепродукты	
	1975 г.	перспек- тива	1975 г.	перспек- тива	1975 г.	перспек- тива
Города	61	54	84	84	73,5	37
Сельские поселки	—	3,6	—	1,2	—	—
Полеводство (минеральные удобрения)	—	—	—	—	—	—
Животноводство	37,7	33	15,4	11	5,5	10
Торфоразработки	<0,1	<0,1	—	0,4	—	—
Речной транспорт	0,3	1	0,2	0,7	2	—
Маломерный флот	—	—	—	—	18	53
Рекреация	1	8,4	0,4	2,8	—	—
Всего, %	100	100	100	100	100	100

Источники загрязнения	СПАВ		Азот общий		Фосфор минеральный	
	1975 г.	перспек- тива	1975 г.	перспек- тива	1975 г.	перспек- тива
Города	100	92,5	17,5	22	47	43,5
Сельские поселки	—	5	—	1,4	—	3,0
Полеводство (минеральные удобрения)	—	—	60,5	65	34,5	38,3
Животноводство	—	—	6,5	0,5	13,8	11,6
Торфоразработки	—	—	15,5	10,6	4,2	3,0
Речной транспорт	—	—	—	—	—	—
Маломерный флот	—	—	—	—	—	—
Рекреация	—	2,5	<0,1	0,5	0,5	0,6
Всего, %	100	100	100	100	100	100

сооружений, приведет к значительному уменьшению поступления промышленных загрязнений. Дальнейшее уменьшение поступления загрязнений с промышленными сточными водами может быть достигнуто за счет перевода большинства промышленных предприятий на оборотные системы водоснабжения. Пока в бассейне Иваньковского водохранилища оборотные системы водоснабжения имеют только 20% промышленных предприятий, а экономия свежей воды за счет водооборота составляет всего 31%, что значительно ниже величин, достигнутых в целом по стране (54—55%).

Одновременно следует отметить, что обычных водоохраных мероприятий в виде строительства локальных и городских очистных сооружений недостаточно для борьбы с евтрофированием водоемов, так как эффективность этих сооружений по отношению к биогенам сравнительно низка, а повышение степени благоустройства жилого фонда и связанное с этим увеличение объема бытовых сточных вод ведут к повышению поступления азота и фосфора.

В перспективе произойдет некоторое изменение удельного веса отдельных источников загрязнения (таблица). По мере строительства локальных и городских очистных сооружений уменьшатся количества загрязняющих веществ, вносимых городскими сточными водами, и соответственно увеличится роль неорганизованных источников загрязнения, в первую очередь стока с сельскохозяйственных угодий. Следовательно, при комплексном использовании водных ресурсов сохранение их качества

возможно только при планомерном проведении водоохранных мероприятий всеми потребителями. Слабая изученность закономерностей загрязнения водохранилища поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий указывает на необходимость детального изучения этой проблемы.

Поступила 5 IV 1977

#### Литература

1. Авакян А. Б., Яковлева В. Б. Проблемы рекреационного использования водохранилищ. Водные ресурсы, 1973, № 5.
2. Арефьев Б. П., Тув И. А. Охрана водных ресурсов от загрязнения. Л., ЛИИВТ, 1975.
3. Драчев С. М., Былинкина А. А., Трифонов Н. А., Кудрявцева Н. А. Влияние антропогенных факторов на содержание биогенных элементов и солевой состав водохранилищ Волги. В кн.: «Биологические продукционные процессы в бассейне Волги». Л., «Наука», 1976.
4. Клубков В. Г. Роль судоходства в загрязнении водоемов канцерогенными углеводородами. Автореф. канд. дис. М., Ин-т эксперим. и клинич. онкологии АМН СССР, 1975.
5. Лоранский Д. Н., Раскин Б. М., Алфимов Н. И. Характеристика судов как источников загрязнения моря. Гигиена и санитария, 1974, № 1.
6. Пичахчи И. Д., Коваль Ю. В. Источники поступления и масштабы выноса биогенных элементов в водные объекты. В сб.: «Антропогенное евтрофирование водоемов». Черноголовка, 1974.
7. Правила технической эксплуатации речного транспорта. М., «Транспорт», 1974.
8. Розвал К. С., Константинов Ю. П. Экспериментальная лабораторная установка для физико-химической очистки сточных вод судов. М., МДНТП, 1975.
9. Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Некоторые вопросы рекреационного использования комплексных водохранилищ вблизи крупных городов (на примере Москвы). Водные ресурсы, 1974, № 5.
10. Санитарные правила для речных и озерных судов. М., «Транспорт», 1972.
11. Соколов И. Н. Гигиеническая оценка работы плавучих очистных станций подсланевых вод. Сборник материалов республиканской научной конференции по проблемам гигиены водоснабжения и санитарной охраны водоемов (11—15.XI.68 г.). Пермь, МЗ РСФСР, 1969.
12. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП II-32-74. М., Стройиздат, 1975.
13. Эльпинер Л. И., Розвал К. С., Константинов Ю. П. и др. Обеззараживание хлором сырого и очищенного фанового и смешанного судового стока. Гигиена и санитария, 1976, № 1.
14. Dillon P., Kirchner W. The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds. Water Res., 1975, vol. 9, No. 2.
15. Harms L., Dornbush J., Andersen J. Physical and chemical quality of agricultural land runoff. WPCF, 1974, vol. 46, No. 11.