

4310



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Для служебного пользования

Экз. №

000063



На правах рукописи

АЛЕКСАНДРОВА Наталья Григорьевна

СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ПРОЦЕССЫ СЛАООЧИЩЕНИЯ  
НИЗОВЬЕВ ДНЕПРА ОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО  
СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ХЕРСОНСКОГО ЦЕЛЛЮЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА.

И.00.10. - Гидрохимия

А в т о р е ф е р а т

диссертация на соискание ученой степени кандидата  
географических наук

Ростов-на-Дону - 1982

ПОДАШЕНО

Работа выполнена в Институте гидробиологии АН УССР

Научные руководители: доктор химических наук, профессор

Набизванец Б.И.

кандидат географических наук,

старший научный сотрудник

Дуравлева Л.А.

Официальные оппоненты - доктор географических наук,

профессор Симонов А.И.

кандидат химических наук, старший

научный сотрудник Колесникова Т.Х.

Ведущая организация

Совет по изучению производительных

сил Украинской ССР при АН УССР


Защита состоится 6 мая 1982 в \_\_\_\_\_ часов  
на заседании специализированного совета Д024. 01.01. Гидрохи-  
мического института Госкомгидромета по адресу, 344090, г.Рос-  
тов-на-Дону, пр.Стачки, 192, корп. 3, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке гидрохи-  
мического института.

Автореферат разослан 30 марта 1982

Ученый секретарь специализированного

совета, старший научный сотрудник

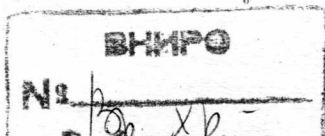
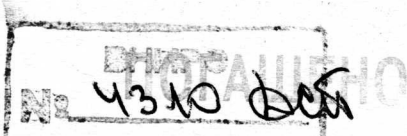
 Л.Б.Бражникова.

Актуальность и цель работы. Вопросы охраны природы и рационального использования природных ресурсов находятся в центре внимания Советского государства с первых дней его существования. Ленинские идеи об охране окружающей среды и о максимально выгодном для всего народа использовании природных богатств воплотились в принципы политики КПСС. Советское правительство постоянно заботится об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов. Особое внимание уделяется охране водных ресурсов. Огромное значение в деле дальнейшего улучшения комплексного использования и охраны водных ресурсов страны имеют постановления Партии и Правительства за последнее десятилетие. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 февраля 1976 г. "О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов Черного и Азовского морей" намечено осуществление комплекса мероприятий, обеспечивающих полное прекращение к 1985 г. сброса неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод в водоемы бассейнов Черного и Азовского морей.

Роль научных исследований в охране вод в условиях антропогенного влияния неизмеримо возрастает. Ставятся задачи не только по изучению и оценке антропогенного влияния, но и по управлению процессами, формирующими качество воды водоемов и водотоков и их биологическую продуктивность.

Днепро-Бугская устьевая область, расположенная на юге Украинской ССР, имеет большое народнохозяйственное значение. Рациональное комплексное использование и охрана водных ресурсов Днепра и его притоков представляет значительную проблему под названием "Проблема Большого Днепра". В последнее время основное внимание уделено использованию энергетических ресурсов Днепра, а затем использованию днепровской воды для орошения и водоснабжения.

В настоящее время сток Днепра, основного водного источника Ук-



раины, зарегулирован плотинами гидроэлектростанций и каскадом во - доохранилищ. Целесообразность и экономическая эффективность зарегу - лирования Днепра несомненны, но одновременно с этим возникает це - лый ряд отрицательных последствий - уменьшение стока в устьевую часть реки, ухудшение качества воды, снижение рыбопродуктивности (В.И.Владимиров, 1963; Б.Ф.Григорьев, 1973; В.Н.Жукинский, 1973; Л.А.Журавлева, 1973; С.Г.Задуми, 1970; М.И.Костяницян, 1964).

Для сохранения природы Днепро-Бугского лимана и нижнего Днепра, обеспечения интересов народного, рыбного и охотничьего хозяйств, охраны природы необходима изоляция его от влияния Черного моря с обязательными гарантированными санитарными сбросами днепровской во - ды Каховской ГЭС.

В связи с перекрытием Днепро-Бугского лимана морезаградитель - ной плотиной в районе г.Очакова и сокращения санитарных сбросов Ка - ховской ГЭС до минимума, вопросы загрязнения и самоочищения в ни - зовье Днепра приобретают первостепенное значение.

Для оценки самоочищающей способности низовьев Днепра в настоя - щее время и при проектируемом частичном и полном зарегулировании речного стока до уровня 2000 года на основании исследований совре - менного гидрохимического режима этого участка и его загрязнения не - обходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить современный гидрохимический режим низовьев Днепра и выявить изменения, происшедшие на этом участке под влиянием за - регулирования стока Днепра (в створе плотины Каховской ГЭС).

2. Исследовать влияние сточных вод Херсонского целлюлозно-бу - мажного комбината на гидрохимический режим р.Конки - рукава дельты Днепра.

3. Определить влияние добавок биогенных веществ, а также этих добавок в комплексе с ряской на самоочищающую способность р.Конки

от фенолов.

4. Рассчитать допустимую нагрузку сточными водами ЦБК р.Конки на годы разной водной обеспеченности ( $P=75\%$  и  $P=95\%$ ) до уровня 2000 года в условиях сокращения водного стока и перекрытия Днепр-Бугского лимана.

5. Составить прогноз самоочищающей способности Днепра в условиях проектируемого дальнейшего сокращения стока.

Научная новизна. Изучено путем лабораторного моделирования влияние добавок биогенных веществ и яски на интенсивность процессов разложения загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами Херсонского ЦБК.

В результате исследований определена самоочищающая способность низовьев Днепра от фенолов в настоящее время и рассчитан ее прогноз в условиях частичного и полного сокращения речного стока.

Практическая ценность работы. Получены результаты, характеризующие состав и свойства воды низовьев Днепра, показано влияние загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах Херсонского ЦБК на гидрохимический режим одного из рукавов Днепра р.Конки. Материалы использованы в гидробиологическом разделе ТЭО (технико-экономическое обоснование) "Схема комплексного и рационального использования водохранилищ Днепра" (т.12, книга 2).

Рассчитана самоочищающая способность р.Конки от фенолов в условиях зарегулированного стока. Сделан прогноз интенсивности процессов самоочищения нижнего Днепра на период до 2000 г. в условиях частичного и полного зарегулирования устьевой области Днепра. В связи с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 31 января 1960 г. за №68 "О мерах по улучшению обеспечения водой населения и народного хозяйства Украинской ССР" Госпланом СССР 4 марта 1961 г. (протокол №7) и Министерством водного хозяйства СССР 9 ап-

реля 1981 г. (протокол №358) было утверждено ТЗО "Перекрытие Днепро-Бугского лимана", в гидробиологическом разделе которого были использованы полученные материалы (том 12, книга 2, приложение I).

Средлены нормы сброса сточных вод Херсонского ЦБК в условиях сокращения стока. Разработаны рекомендации по рациональному сбросу сточных вод в случае максимального сокращения речного стока.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на заседании Херсонского отделения ВГЕО, на Всесоюзных конференциях "Круговорот вещества и энергии в водоемах" (Листвиничное на Байкале, 1977, 1981), конференции молодых ученых: "Современное состояние и перспективы развития системы наблюдения, контроля и оценки качества поверхностных вод" (Новочеркасск, 1977), напечатаны в статьях (Гидробиологический журнал 1979, №3, 1980, №2).

Объем работы: Работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы. Диссертация изложена на 151 странице машинописного текста, включает 25 таблиц и 30 рисунков. Список литературы содержит 254 работы, из них 16 на иностранных языках.

Первая глава посвящена вопросам организации и методам проведения исследований.

Изменение состава и свойств воды низовья Днепра изучали путем проведения сезонных натурных наблюдений, которые выполняли в течение двух лет 1976-77 г.г. на 15 створах. Стационарные створы располагали по основному руслу Днепра, его рукавам Конке и Рвачу, выше и ниже г. Херсона, а также в районе промышленных предприятий. По реке Конке отбор проб производили от начала ее ответвления от Днепра до устья. Большая часть створов по р.Конке была расположена в районе целлюлозно-бумажного комбината вверх и вниз от него по течению реки (рис.1). В месте сброса сточных вод Херсонского ЦБК, за-

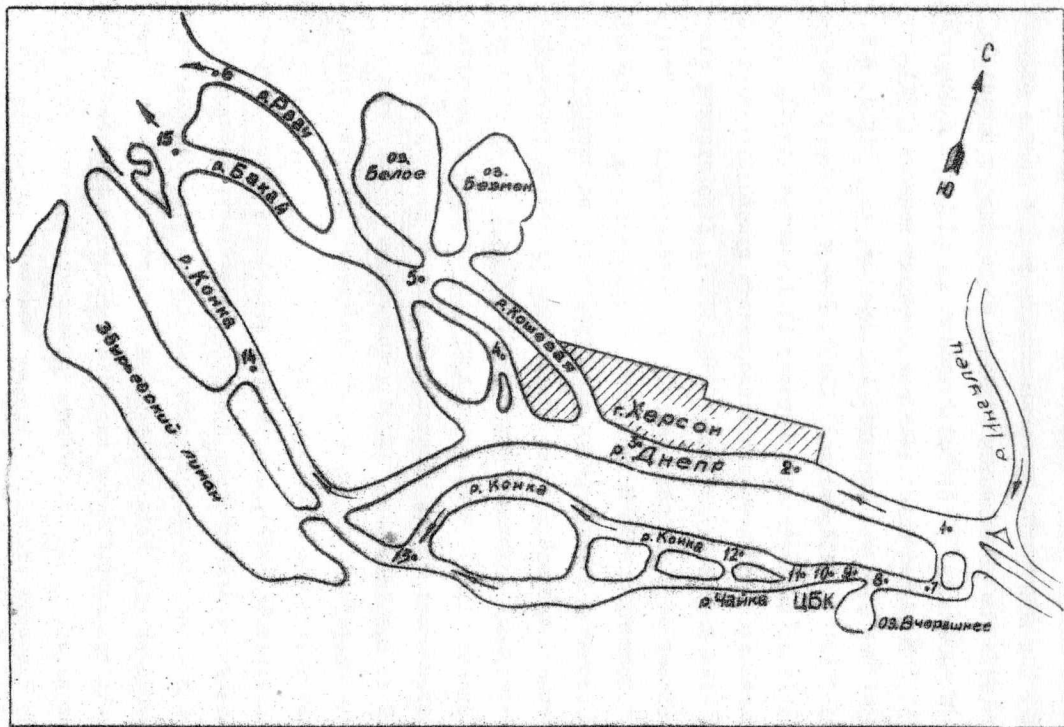


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб воды в низовье Днепра.

ливе Лазня, проводили стационарные наблюдения с целью изучения влияния высшей водной растительности на изменение химического состава сточных вод комбината. Стобренные пробы воды и донных отложений анализировали по компонентам газового и биогенного режима (в. П.Лурье, А.И.Рыбникова, 1966; О.А.Алекин и др., 1973; А.Д.Семенов, ред., 1978). Определяли содержание органических веществ (ХПК), летучих и нелетучих фенолов, лигнина (А.Д.Семенов, ред., 1978; В.Т.Каплин, ред., 1972; В.А.Криульков, 1969). Донные отложения анализировали также по механическому составу (М.В.Кленова, 1948).

При постановке лабораторного эксперимента руководствовались общепринятой схемой (С.Н.Черкинский, 1949, 1967). Лабораторное моделирование проводили в условиях максимально приближенных к естественным (В.Т.Каплин, 1973). В лабораторных условиях изучали влияние добавок биогенных веществ и ряски многокорешковой на скорость деструкции лигнина в составе сточных вод ЦБК при различных разбавлениях: соответствующих природным условиям (1:200) и полному сокращению стока Днепра (1:20). В качестве критерия скорости деструкции лигнина и связанного с этим процессом накопления фенолов (Б.Д.Богмолов, 1962; В.А.Криульков, 1970) использовали соответствующие коэффициенты скоростей, входящие в общепринятые уравнения, которыми оценивают трансформацию органических соединений в природных водах (К.Б.Яцимирский, 1967). Коэффициент накопления фенолов отражает два протекающих одновременно процесса: накопление фенолов и их разложение. При обсуждении полученных данных мы пользовались следующими соображениями. Если коэффициент скорости деструкции лигнина соответствовал коэффициенту скорости накопления фенолов, то в условиях эксперимента не происходило разложения фенолов. Если же коэффициент скорости накопления фенолов меньше коэффициента скорости деструкции лигнина, то образовавшиеся фенолы подвергнутся в



этот период разложения.

При изучении процессов самоочищения от фенолов, поступающих со сточными водами ЦЕК, руководствовались имеющимися в литературе теоретическими положениями и методическими рекомендациями (Методические указания управления гидрометслужбы, 1977; В.Т.Каплин, 1973; Г.Г.Винберг, 1973; С.М.Драчев, 1968; Г.В.Стритер, 1937).

При прогнозе процессов самоочищения р.Кожки от фенолов и установлении норм сброса сточных вод пользовались методическими указаниями, разработанными в Гидрохимическом институте (М.Н.Тарасов, ред. 1977).

В результате проведенных сезонных и стационарных наблюдений, а также во время лабораторных экспериментов отобрано и проанализировано свыше 1000 проб воды и 100 проб донных отложений. Проведена математическая обработка полученных данных (Г.Ф.Лакин, 1973). Построены схемы распределения растворенного кислорода, нелетучих фенолов и воднорастворимого сульфатного лигнина в воде залива Лазня - месте поступления сточных вод ЦЕК.

Во второй главе дана характеристика гидрохимического режима низовьев Днепра в 1976-77 г.г. Отмечена тенденция ухудшения качества воды в результате не только гидрологического режима (уменьшение стока Днепра в устьевой части), но и увеличения сбросов сточных вод промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

До зарегулирования Днепра изменение минерализации воды было обусловлено, главным образом, гидрологическим режимом реки. В период весеннего половодья она минимальна, а зимой (особенно перед весенним паводком в связи с переходом на грунтовое питание) повышалась до максимальных величин. После сооружения водохранилищ на Днепре указанная зависимость между сезонной динамикой минерализации воды и внутригодовым распределением годового стока нарушилась.

(А.М.Алмазов, 1963; А.И.Тенисова, 1967; Л.А.Журавлева, 1973). Минимум минерализации воды в дельте Днепра в настоящее время наблюдается во время весеннего половодья, когда проходит паводочная волна. Максимум отмечается позднее - не в ноябре-феврале, как было раньше, а в феврале-апреле. Уменьшилась амплитуда сезонных колебаний, т.к. зарегулирование речного стока привело к соответственно более равномерному распределению минерализации в разные сезоны года (А.М.Алмазов, 1958, 1962). После сооружения Каховского водохранилища вода в низовье Днепра, как и на всем протяжении реки, являлась гидрокарбонатно-кальциевой, II типа ( $\text{C}_{\text{II}}^{\text{Ca}}$ ).

Гидрохимический режим устьевго участка Днепра во все периоды исследований нарушался проникновением соленой воды из Днепровского лимана во время нагонных ветров западной четверти. При этом минерализация воды резко возрастает, последовательно увеличиваясь по мере приближения к лиману (А.М.Алмазов, 1958, 1960; Л.А.Журавлева, 1971, 1973). Однако изменения в гидрохимическом режиме в связи с нагонами соленой воды - явление довольно редкое. Соленая вода проникает в устье реки по правобережному рукаву Рвач лишь несколько раз в году. Продолжительность этих нагонов составляет 5-10, а иногда 15 дней. В другие рукава (левобережные) нагонные явления наблюдаются реже, чем в рукав Рвач, который соединен с Днепровским лиманом глубоководным каналом, способствующим распространению соленой воды в русло реки (А.М.Алмазов, 1967; Л.А.Журавлева, 1971, 1973; Ю.Г.Майстренко, 1958).

Результаты исследований 1976-1977 г.г. показали, что содержание хлоридов остается постоянным по всему течению реки (35,5-70,0 мг/л). Исключение составляют случаи, когда происходят нагоны соленой воды из лимана. Так, осенью 1976 г. концентрация хлоридов в устье р.Конки составила 248,0 мг/л как в поверхностном, так и при-

донном слоях. В Рваче же на поверхности воды эта величина возросла до 411,8 мг/л, а на дне - 603,5 мг/л. Кроме этого, независимо от сезона наблюдали повышенное содержание хлоридов в воде р.Конки в районе ЦБК (106,2 мг/л) и по Днепру в устье р.Кожской, куда поступали городские сточные воды (106,2 - 149 ? мг/л).

Изменение концентрации сульфатов в воде дельты Днепра также зависит от нагонных явлений. В их отсутствие содержание сульфатов колеблется от 64,29 до 87,50 мг/л. При нагонах же концентрация сульфат-иона возросла до 230,0 мг/л, что особенно заметно в глубоководном рукаве Рвач.

Сезонная динамика определяемых компонентов газового и биогенного режимов обусловлена изменениями температуры воды, происходящими в реке биохимическими процессами, а также влиянием сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий. По сравнению с первыми годами зарегулирования Днепра содержание растворенного в воде кислорода снизилось от 6,0-16,0 мг/л до 2,5-11,0 мг/л, а содержание аммонийного азота, фосфатов и железа стало выше и максимальные их пределы изменились соответственно от 0,1 до 3,0 мг/л, от 0,132 до 0,450 мгР/л, от 0,48 до 0,90 мг/л.

Содержание растворенного в воде кислорода за время исследования колебалось в широких пределах от 4,5 до 10,5 мг/л. Наиболее низкими значениями растворенного в воде кислорода характеризовались районы, расположенные у консервного, хлопчатобумажного и целлюлозно-бумажного комбинатов (станции 2,3,10), а также при впадении р.Кожской в Днепр (станция 5) (рис.1). Причем летом при минимальных расходах Днепра их величины соответствовали 4,5-5,7 мг/л. Весной же при максимальных сбросах Каховской ГЭС концентрация кислорода в воде реки в районе этих станций изменялась от 7,0 до 8,0 мг/л, тогда как в местах наименьшего влияния антропогенного факто-

ра его содержание было максимальным и составляло 10,8-11,0 мг/л.

Содержание аммонийного азота наименьших значений в низовье Днепра достигало в зимний и весенний периоды: 0,53-1,21 мг/л. К лету и осени его содержание возрастало до 1,8 мг/л. Однако в наиболее загрязненных местах (ст. 4, 5) концентрация аммонийного азота даже весной доходила до 2,45 мг/л. Минимальные содержания в воде фосфатов (0,002-0,01 мг/л) в низовье Днепра выявлены летом в связи с употреблением их фитопланктоном. Содержание железа увеличивалось от весны к осени и составляло 0-0,80 мг/л.

Сезонная динамика органических веществ (перманганатная окисляемость) мало чем отличалась от ранее изученных периодов (Ю.Г. Майстренко, 1958, 1963). Значения перманганатной окисляемости постепенно снижались от весны к осени (13,2-9,2 мгО/л). Высокие величины бихроматной окисляемости (до 194 мгО/л) объясняются влиянием промышленных сточных вод. В местах наименьшего их влияния величины ХПК соответствовали 32-70 мгО/л.

В воде реки Конки, на берегу которой находится Херсонский целлюлозно-бумажный комбинат, обнаружены летучие фенолы в концентрациях, превышающих ПДК. Минимальное их содержание найдено лишь в устье реки 1-2 мкг/л. На других станциях, расположенных ниже сбросов ЦБК, концентрация фенолов превышала ПДК в 10-15 раз.

В третьей главе рассмотрены процессы самоочищения в низовье Днепра от загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах Херсонского ЦБК. В этой главе освещены некоторые закономерности самоочищения речных вод от загрязняющих веществ органического происхождения, показано влияние сточных вод ЦБК на гидробионтов. Здесь же даны результаты стационарных и экспериментальных наблюдений. В заключении этой главы дана характеристика самоочищающей способности р. Конки от фенолов в современных условиях.

Сложность процессов естественного самоочищения, их значимость и сущность обуславливаются как многообразием загрязняющих веществ, так и специфическими особенностями водоемов и водотоков, находящих в различных физико-географических условиях. В настоящее время известны работы, касающиеся вопросов динамики превращения органического вещества в малых реках (Вельнер Х.А., Р.В.Плато, 1967), самоочищения водоемов от органических загрязнений и расчеты скорости превращения их в природных водах (С.М.Драчев, 1964; В.Т.Каплин, 1973; Т.Х.Колесникова, 1970; Szabolcs A, 1960), изучения окислительных процессов и расчетов кислородного режима загрязняющих водотоков (М.А.Руффел, 1949, 1954; Е.А.Скопичев, 1933, 1949).

В последнее время исследование превращения загрязняющих веществ в воде и донных осадках получило широкое развитие. Вопросы решаются по двум взаимосвязанным направлениям (В.Т.Каплин, 1973). Это прежде всего изучение процессов самоочищения в естественных условиях на водном объекте как по общим показателям, так и по изменению концентрации отдельных компонентов сточных вод. Второе направление — лабораторное моделирование. Этим методом изучается скорость превращения отдельных индивидуальных соединений: фенолов (В.Т.Каплин и др., 1966; Е.И.Перельштейн, 1968), различных форм лигнина (Э.А.Ауниных, 1969, 1972; В.А.Криульков, 1970), редуцирующих сахаров (А.Г.Шаова, 1971), метилового спирта и фурфурола (Л.П.Сokolova, 1971), серусодержащих соединений (М.Н.Лазарев, 196-).

В процессах самоочищения водоемов и водотоков определенную роль играют донные отложения. К их изучению подходят с точки зрения общего влияния, какое они оказывают на кислородный режим реки, на дефицит кислорода и его биохимическое потребление (В.Т.Каплин, 1966, 1968; С.А.Несмеянов, 1965; Л.И.Побегаяло, 1959; Ц.И.Роговская, 1936). Однако в зависимости от своих свойств донные отложения могут слу-

жить источником вторичного загрязнения, если образуется значительное количество осадков, при которых создаются анаэробные условия (М.П.Корсакова, 1938, 1939).

Возрастающее с каждым годом загрязнение водоемов отходами различных отраслей промышленности приводит к стабильным нарушениям физических свойств и химического состава природных вод, оказывая вредное воздействие на весь ход биологических процессов в водоеме. Одним из наиболее опасных видов промышленного загрязнения являются сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности, содержащие губительные для живых организмов вещества, такие как сероводород, метилмеркаптан, лигнин и продукты его распада (И.Г.Вислянская, 1971, 1974; К.К.Кинимов, 1960, М.М.Кожов, 1969; Т.Н.Куражевская, 1972).

В содружестве с кафедрой рыбоводства Херсонского сельскохозяйственного института нами были определены влияния сточных вод Херсонского ЦБК на видовой состав ихтиофауны. Их действие ощущается непосредственно в районе поступления сбросов с очистных сооружений, где видовой состав рыб весьма обеднен (14 видов против 31 вида в р.Конке), по мере удаления от района поступления сбросов ЦБК видовой состав рыб становится разнообразнее. После поступления сточных вод комбината в реку и их разбавления они практически не оказывают отрицательного влияния на видовой состав рыб реки и связанных с ней лиманов, расположенных как выше по течению реки, так и ниже комбината.

Сырьем для Херсонского целлюлозно-бумажного комбината является осина. Работами ученых Украинского научно-исследовательского института бумаги (Д.В.Тищенко, В.И.Струнников, 1965) показано, что фракции слабых кислотных веществ, выделенных из заводских щелоков, имеют более сложный состав, чем выделенные из лабораторных. Вероятно, причиной этого является наличие коды и гнили в производственной вароч-

ной щепе.

Эточные воды комбината после механической и биологической очистки, проходя сбросной канал, попадают в залив Лазня, густо покрытый зарослями тростника и ряски, а затем в реку Конку. Результаты стационарных наблюдений показали, что в местах наиболее заросших высшей водной растительностью течение воды очень слабое. Содержание растворенного в воде кислорода в правой части залива в поверхностном слое составляло 1,2 мг/л. В придонном слое воды кислород отсутствовал, чувствовался запах сероводорода. В этом же районе залива отмечено максимальное содержание лигнина и нелетучих фенолов (24 мг/л и 12,0 мг/л). Причем концентрация лигнина в сточной воде на выходе из очистных сооружений была в два раза ниже, чем его содержание в воде в правой части залива. По-видимому, длительное поступление сточных вод ЦБК в залив Лазня повлекло за собой стабильное загрязнение донных отложений, особенно в местах густо покрытых зарослями высшей водной растительности. В настоящее время отложения залива являются источником вторичного загрязнения. При выходе из зарослей тростника скорость течения воды постепенно увеличивалась, концентрация кислорода повышалась. Причем с правого берега, где наблюдалось более сильное течение воды и интенсивность покрытия высшей водной растительности была ниже, насыщение кислородом происходило активнее. При выходе из залива и впадении сточных вод в реку содержание растворенного кислорода в воде достигало 5,7-7,4 мг/л. Содержание лигнина и фенолов быстро падало и в реке в районе ЦБК их концентрации соответствовали 2 и 5 мг/л.

Экспериментальные работы по изучению влияния добавок биогенных веществ (сульфата аммония, нитрита натрия, нитрата калия и фосфата натрия) и ряски многокорешковой (*Polychaeta Spirosetella*) на процессы деструкции лигнина в воде р.Конки проводили в следующих

вариантах: 1 - без донных отложений, 2 - в присутствии незагрязненных донных отложений, 3 - в присутствии загрязненных донных отложений. Эксперимент проводили в смеси днепровской и сточной воды ЦБК в двух разбавлениях: 1:200 и 1:20.

При разбавлении 1:200 в опытах без яски добавки биогенных веществ ускорили разложение лигнина по сравнению с контролем. Так, в варианте с незагрязненными донными отложениями наибольшая скорость разложения лигнина была обнаружена в присутствии добавки нитрита натрия. С этой же добавкой была определена и максимальная скорость накопления и разложения фенолов. В аквариуме с загрязненными донными отложениями как в процессе деструкции лигнина, так и в процессе накопления и разложения фенолов самой эффективной оказалась добавка фосфата натрия. В разбавлении 1:20 разложение лигнина во всех вариантах происходило примерно одинаково. В этом случае отмечено незначительное разложение фенолов.

При совместном присутствии добавок биогенных веществ и яски только в аквариумах с донными отложениями скорость деструкции лигнина была выше, чем в контрольном опыте. Причем в аквариумах с незагрязненными донными отложениями в присутствии фосфата натрия коэффициент скорости разложения лигнина был максимальным -  $1,0 \text{ сут}^{-1}$ . Коэффициент же скорости накопления фенолов в этом опыте составлял  $0,1 \text{ сут}^{-1}$ , т.е. в период эксперимента происходило интенсивное разложение фенолов.

Проведенные натурные и экспериментальные исследования показали, что р. Конка, как один из рукавов дельты Днепра, в настоящее время постоянно загрязняется недостаточно очищенными сточными водами Херсонского ЦБК. В результате этого в реке в районе комбината обнаружено недостаточное содержание растворенного в воде кислорода ( $4,5 - 5,7 \text{ мг/л}$ ), высокие концентрации биогенных и органических веществ.



Содержание летучих фенолов на этом участке реки за период исследований изменялось от 12 до 90 мкг/л. Однако вниз по течению реки до устья только фенолы находились в концентрациях, превышающих ПДК. Так как фенолы в данном случае явились самым токсическим компонентом, поступающим со сточными водами ЦБК, для оценки самоочищающей способности реки использовали изменение их концентрации вниз по течению реки. Расчеты показали, что самоочищение реки от фенолов происходило по уравнению первого порядка. Причем для каждого сезона на участке от ЦБК до устья соответствовало два вида уравнений, характеризующих процессы самоочищения. Кривые, построенные по этим уравнениям хорошо аппроксимируют результаты съемки, проведенные в 1976-77 г.г.

Проведенные расчеты показали, что наиболее интенсивные процессы самоочищения от фенолов протекают на участке 2 км ниже ЦБК. Поэтому коэффициенты самоочищения от фенолов на ближайшем к комбичату участке реки в несколько раз выше, чем в устье. Так, в маловодном 1976 г. (P=75%) коэффициент самоочищения от фенолов летом в створе 2 км ниже ЦБК составлял  $0,90 \text{ сут}^{-1}$ . Далее вниз по реке интенсивность процессов самоочищения от фенолов снижалась и величина коэффициента в устье р.Конки соответствовала  $0,20 \text{ сут}^{-1}$ . В 1977 г. (P=50%) эта разница возросла, и летом на участке реки, расположенном в 2-х км от ЦБК коэффициент самоочищения от фенолов стал равен  $5,58 \text{ сут}^{-1}$ , в устье же его величина составляла всего лишь  $0,65 \text{ сут}^{-1}$ .

Расчетами самоочищающей способности р.Конки от загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами ЦБК показана тесная связь коэффициента самоочищения от фенолов с внутригодовым распределением стока Днепра. Так, зимой 1977 г. несмотря на низкие температуры, при максимальном расходе воды в Днепре ( $1833,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ) коэффициент самоочищения от фенолов в р.Конке был максимальным. В устье реки

его величина составляла  $1,62 \text{ сут}^{-1}$ , тогда как летом при максимальной скорости разложения органических веществ, при расходе воды в р. Днепр  $740,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , коэффициент снизился до  $0,65 \text{ сут}^{-1}$ .

В четвертой главе приведены данные по прогнозу самоочищающей способности низовьев Днепра в условиях полного зарегулирования и дальнейшего сокращения стока реки. На основании результатов прогноза были установлены нормы сброса сточных вод Херсонского ЦБК на период до 2000 г.

К настоящему времени сток Днепра зарегулирован плотинами гидроэлектростанций и каскадом водохранилищ. Согласно плана дальнейшего развития этого района зарегулирование Днепра и отъем речных вод будет продолжаться. К 1985 г. намечается, примерно, двукратное увеличение потребности в воде промышленности, населения и др. отраслей народного хозяйства. По прогнозу до урсуна 2000 г. сток в Днепре будет постоянно сокращаться, в результате этого увеличится соленость воды в лимане, а следовательно, и в нижнем Днепре.

В настоящее время идет разработка научно-технического обоснования перекрытия Днепро-Бугского лимана, целью которой является освобождение большого количества воды Днепра для покрытия потребностей народного хозяйства данного района. ТЭО является составной частью грандиозной комплексной программы обеспечения юга Украины в результате переброски части стока Дуная в Днепр, что будет обеспечено путем строительства канала Дунай-Днепр. По этому каналу дунайская вода будет поступать в Днепро-Бугский лиман и нижний Днепр.

Прогноз самоочищающей способности р. Конки от фенолов, поступающих со сточными водами Херсонского ЦБК, проводили для двух створов, расположенных по реке на расстоянии 2 км ниже сбросов ЦБК и в устье реки - в 33 км от комбината. Коэффициент самосочищения рассчитывали на годы 75% и 5% водной обеспеченности для двух вариантов:

1 - при полном сокращении речного стока, 2 - при перекрытии Днепро-Бугского лимана морезаградительной плотиной в районе г.Очакова.

В результате проделанных расчетов получили, что в годы 75% водной обеспеченности в варианте при сокращении речного стока до 1985г. самоочищающая способность р.Косинки будет такой же, как и в настоящее время, а в интенсивности протекающих процессов сохранится та же закономерность, то есть на ближайшем от ЦЕК участке самоочищающая способность реки от фенолов будет выше, чем в устье. Величина коэффициента самоочищения от фенолов на участке 2 км ниже ЦЕК в течение года будет изменяться от 1,95 до 3,57 сут<sup>-1</sup>. В устье коэффициент будет составлять 0,39-0,41 сут<sup>-1</sup>. Период с 1985 по 2000 г.г. характеризуется сокращением стока, особенно с 1990 года. В летне-осенние периоды расходы Днепра будут снижены до минимума и их величина при P=75% снизится до 45 м<sup>3</sup>/с. В связи с этим во время минимальных расходов резко снизится самоочищающая способность реки и коэффициент самоочищения от фенолов в этих случаях будет составлять 0,01 - 0,04 сут<sup>-1</sup>.

В годы 95% водной обеспеченности в варианте при сокращении стока Днепра до 1985 г. интенсивность процессов самоочищения будет одинаковой на всем протяжении реки от ЦЕК. В этом случае коэффициент самоочищения от фенолов в реке будет изменяться от 0,22 до 0,41 сут<sup>-1</sup>. Начиная с 1990 г. в маловодные годы только зимой предполагается довести расход в низовье Днепра до 500 м<sup>3</sup>/с, чему будет соответствовать коэффициент самоочищения, равный 0,52 сут<sup>-1</sup>. В остальные сезоны в связи с усиленным водопотреблением сток в дельте Днепра практически будет равен нулю, поэтому самоочищающая способность реки от фенолов в эти периоды будет минимальной (K=0,00-0,01 сут<sup>-1</sup>) (рис.2).

В варианте при перекрытии Днепро-бугского лимана предполагается более равномерное распределение стока Днепра. За счет этого наи-

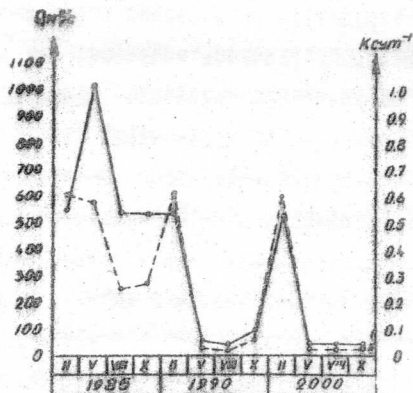


Рис.2. Изменение расходов воды в Днепре (I) и коэффициента самоочищения от фенолов (II) в варианте при сокращении речного стока на период до 2000 г. при  $P=95\%$ .

симальные расходы воды в Днепре, а следовательно и в р.Конке, будут наблюдаться только весной как в годы  $75\%$ , так и при  $95\%$  водной обеспеченности. Однако в этом варианте интенсивность процессов самоочищения от загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами Херсонского ЦБК, будет одинаковой на всем протяжении реки, начиная от места поступления сточных вод. В этом варианте только весной будут наблюдаться высокие величины коэффициентов самоочищения от фенолов -  $1,79-1,35 \text{ сут}^{-1}$  при  $P=75\%$ . При  $95\%$ -ной водной обеспеченности максимальные расходы воды в реке будут снижены в 2-4 раза, что соответственно повлечет за собой ослабление самоочищающей способности ( $K_{\text{max}}=0,32-0,24 \text{ сут}^{-1}$ ). В остальные сезоны года, т.е. зимой, летом и осенью сбросы Каховской ГЭС будут снижены. Однако величина мини-

мальных расходов в Днепре будет составлять не менее 150 м<sup>3</sup>/с, что в 4-5 раз выше по сравнению с предыдущим вариантом. Согласно этому минимальная величина коэффициента самоочищения от фенолов в р.Конке будет составлять 0,09 сут<sup>-1</sup>, что также в 4,5 раза выше, чем в варианте при сокращении речного стока (рис.3).

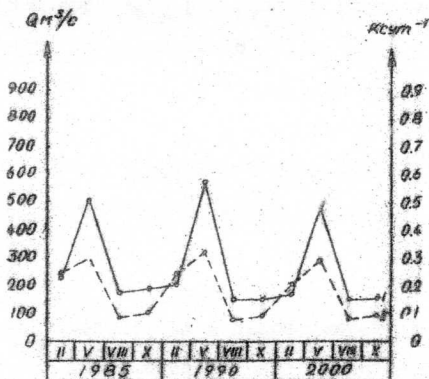


Рис.3. Изменение расходов воды в Днепре (I) и коэффициента самоочищения (II) от летучих фенолов в варианте при перекрытии Днепро-Бугского лимана на период до 2000 г. при P=95%

Руководствуясь правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, были определены нормы сброса сточных вод и ус-

ловия спуска их в водоемы на период до 2000 г. при полном сокращении речного стока и постройке плотины в районе г. Очакова. Концентрации фенолов в сточных водах и их расход рассчитывали с условием, чтобы в речной воде содержание фенолов на расстоянии 2 и 33 км от ЦБК не превышало ПДК (М.Н.Тарасов, ред., 1977).

В результате проделанных расчетов в варианте при сокращении речного стока для того, чтобы на расстоянии 2-х км от ЦБК концентрация фенолов не превышала ПДК в годы 75% водной обеспеченности, ее величина в сточных водах должна варьировать от 7 до 261 мг/л в зависимости от расхода воды в реке. При этом расход сточных вод может быть от 0,60 до 43,50 м<sup>3</sup>/с. В настоящее же время концентрация фенолов в сточных водах изменяется от 180 до 200 мг/л, а средний расход сточных вод составляет 0,40 м<sup>3</sup>/с.

В годы 95%-ной водной обеспеченности концентрация фенолов в сточных водах для ближайшего от ЦБК участка реки уменьшится до 6 - 85 мг/л, в соответствии с этим расход сточных вод может варьировать от 0,06 м<sup>3</sup>/с до 3,2 м<sup>3</sup>/с. Такая большая разница в пределах концентраций фенолов в сточных водах и их расходов объясняется резкими сезонными колебаниями расходов воды в реке.

В варианте при перекрытии лимана нормы сброса сточных вод независимо от сезона будут распределяться более равномерно, чем в предыдущем варианте. При 75% водной обеспеченности концентрация фенолов в сточных водах должна быть в пределах от 30 до 82 мг/л, при этом расход сточных вод может быть на более 2,20-4,90 м<sup>3</sup>/с. При P=95% величина концентрации фенолов в сточных водах для 2-х км участка реки должна будет снизиться. Однако она будет не ниже 25 мг/л, а минимальный расход при этом может быть 0,50 м<sup>3</sup>/с, т.е. он может быть таким же, как и в настоящее время.

В пятой главе рассмотрено применение полученных результатов

в народном хозяйстве.

Стационарные наблюдения в заливе Лазы показали, что в настоящее время интенсивность процессов самоочищения от загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами ЦБК снижена, т.к. донные отложения залива и близлежащих к ЦБК участков реки являются источником вторичного загрязнения. Поэтому для предотвращения этих процессов необходимо производить работы по очистке дна водоема.

Согласно правилам охраны поверхностных вод от загрязнения необходимо, чтобы на ближайшем участке реки от комбината вода по химическим показателям не превышала ПДК. Для этого в годы 75%-ной водной обеспеченности концентрация фенолов в сточных водах не должна превышать 260 мкг/л. При 95%-ной водной обеспеченности эта величина снизится до 85 мкг/л. В периоды минимальных расходов Днепра для соблюдения необходимых условий концентрация фенолов в сточных водах должна быть не более 2-7 мкг/л. Поэтому в эти сезоны сточные воды комбината желательно не сбрасывать в реку, а сохранять в накопителях, либо использовать в сельском хозяйстве.

В варианте при перекрытии лимана также желательно улучшить качество сбрасываемых вод, т.к. концентрация фенолов в сточных водах должна быть не более 25-70 мкг/л, тогда как в настоящее время эта величина составляет 180-200 мкг/л.

## В ы в о д ы

I. В результате зарегулирования Днепра каскадом водохранилищ произошло внутригодовое перераспределение его стока, уменьшились расходы в период половодья и увеличились в зимний период. Современный гидрохимический режим низовьев Днепра ухудшился по сравнению с ранее изученными периодами - а именно, уменьшилось содержание раст-

воренного в воде кислорода от 6,0-18,0 мг/л до 2,5-11,0 мг/л, а содержание аммонийного азота, фосфатов и железа увеличилось и его пределы изменились, соответственно, от 0,1 до 3,0 мг /л, от 0,132 до 0,450 мгP/л, от 0,48 до 0,90 мгFe/л.

Кроме этого в районе промышленных предприятий отмечено усиленное загрязнение воды основного русла Днепра и его рукава р.Конки органическими веществами (величина бихроматной окисляемости до 194 мгO/л). В воде р.Конки до устья обнаружены летучие фенолы, концентрации которых превышает ПДК в 2-5 раз.

2. Самую низкую интенсивность процессов самоочищения в низовье Днепра наблюдали летом (коэффициент самоочищения от фенолов в 1976г. равен  $0,90 \text{ сут}^{-1}$ ), что связано с уменьшением речных расходов и увеличением сброса сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Весной этого же года при максимальных расходах Днепра коэффициент самоочищения возрос в 3,5 раза и был равен  $4,02 \text{ сут}^{-1}$ . Кроме того в летний период усилилось "цветение" воды и активизировались процессы минерализации. За счет этого в поверхностных водах отмечено низкое содержание растворенного кислорода (до 2,5 мг/л), интенсивное поступление органических веществ (ХПК до 194 мгO/л) и аммонийного азота в воду (до 3,0 мг/л).

3. Большой процент высшей водной растительности (до 60%) способствовал улучшению химического состава сточных вод ЦБК. Так, содержание воднорастворимого сульфатного лигнина в начале сбросного канала соответствовало 12 мг/л. При попадании же в реку, т.е. после прохождения сточной воды через заросли растительности в заливе, его концентрация снизилась до 3 мг/л.

Однако в настоящее время химический состав поверхностных вод залива и близлежащих к ЦБК участков реки ухудшился за счет донных отложений, которые стали источником вторичного загрязнения. В за



рослях тростника в заливе обнаружены застойные явления. Концентрация растворенного в воде кислорода на поверхности составляла 1,2 мг/л, на дне кислород отсутствовал. Содержание воднорастворимого сульфатного лигнина в этих зонах превышало в 2 раза его концентрацию в сточной воде на выходе из очистных сооружений и составляло 24 мг/л.

4. Наиболее активизирующее влияние добавок биогенных веществ на процесс деструкции лигнина проявилось в эксперименте с разбавлением 1:200, соответствующем природным условиям. В аквариумах с донными отложениями при добавке фосфата натрия, особенно в комплексе с ряской, коэффициент скорости разложения лигнина был в 2-3 раза выше по сравнению с контролем и составлял  $0,90-1,00 \text{ сут}^{-1}$ .

Процесс накопления фенолов и одновременное их разложение в период эксперимента наиболее интенсивно происходил в аквариумах с незагрязненными донными отложениями также под влиянием добавки фосфата натрия.

5. В варианте озера перекрытия Днепро-Бугского лимана, т.е. при сокращении речного стока до минимума произойдет снижение самоочищающей способности реки от фенолов. К 1985 году расход Днепра будет составлять не менее  $600 \text{ м}^3/\text{с}$ , при этом коэффициент самоочищения от фенолов при  $P=75\%$  будет находиться в тех же пределах, что и в настоящее время ( $1,95 - 3,57 \text{ сут}^{-1}$ ). К 1990-2000 г.г. предполагается еще большее сокращение речного стока и в годы 95% водной обеспеченности расходы Днепра в сезоны максимального забора воды для нужд сельского хозяйства снизятся до  $50 \text{ м}^3/\text{с}$ , что соответственно повлечет за собой резкое снижение коэффициента самоочищения от фенолов в низовье Днепра. Их величины будут находиться в пределах  $0,01-0,02 \text{ сут}^{-1}$ .

6. В варианте при перекрытии Днепро-Бугского лимана предполагается более равномерное распределение речного стока, что, в свою очередь будет способствовать благоприятным условиям для протекания

процессов самоочищения. В данном случае минимальный расход речных вод будет также в сезоны наибольшего отъема воды, но его величина должна быть не менее  $150 \text{ м}^3/\text{с}$ . Соответственно этому коэффициент самоочищения от фенолов будет составлять  $0,07-0,09 \text{ сут}^{-1}$ .

7. Руководствуясь правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, были определены нормы сброса сточных вод ЦБК и условия спуска их в водоемы на период до 2000 г. при полном сокращении речного стока и в случае постройки плотины в районе г. Очакова. Согласно этим нормам в варианте при сокращении речного стока для участка 2 км ниже ЦБК концентрация летучих фенолов в сточных водах к 1985 г. не должна превышать  $75 \text{ мкг/л}$  в летний период, а расход сточных вод должен быть не выше  $3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ . На период с 1990 по 2000 г. в связи с сокращением речного стока и снижением самоочищающей способности реки необходимо снизить и нормы сброса сточных вод, а именно: концентрация фенолов в сточных водах не должна быть выше  $6-8 \text{ мкг/л}$ , а их расход должен составлять не более  $0,04 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В варианте при перекрытии Днепро-Бугского лимана в периоды наименьших расходов реки концентрация фенолов в сточных водах комбината не должна превышать  $25 \text{ мкг/л}$ , а их расход должен соответствовать  $0,50 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Белая Н.Г., Фуравлева Л.А. Современный гидрохимический режим и интенсивность самоочищения Нижнего Днепра. Гидробиологич. ж., 1979, т.15, №3, с.80-84.

2. Белая Н.Г. Влияние донных отложений на качество поверхностных вод Нижнего Днепра. Об.: Современное состояние и перспективы развития системы наблюдения и контроля, и оценки качества поверхностных вод. Л., Гидрометеиздат, 1978, с.64-65.

3. Белая Н.Г. Прогноз самоочищительной способности реки Конки. Гидробиологич. ж., 1980, т.16, №2, с.125.

4. Чижик А.И., Шерман И.М., Белая Н.Г. Влияние некоторых растительных сообществ и химических соединений на улучшение качества сбросных вод Херсонского ЦБК. Сб.: Круговорот вещества и энергии в водоемах. Листвиничное на Байкале, 1977, с.229-233.

5. Александрова Н.Г. Влияние добавок биогенных веществ и ряски многокорешковой на скорость процессов самоочищения в природных водах. В сб.: Круговорот вещества и энергии в водоемах, Иркутск, 1981, с.98-100.

LIT 1392 2 16 1952