

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

КУЛИЙ Ольга Леонидовна

УДК 556.114:504.454.058 (282.247.38)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КУБАНСКИХ ДЕЛЬТОВЫХ  
ЛИМАНОВ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

11.00.07 -- гидрология суши, водные ресурсы,  
гидрохимия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Ростов-на-Дону  
1990



Работа выполнена в Краснодарском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства.

Научный руководитель – кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник  
Максимова М.П.

Официальные оппоненты – доктор географических наук  
Денисова А.И.  
– кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник  
Павелко И.М.

Ведущая организация – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства.

Защита состоится 20.12. 1990 г. в 10 часов  
на заседании Ученого совета Д.024.01.01 в Гидрохими-  
ческом институте, 354090,  
г.Ростов-

С дн  
ческого

Авт

специ  
Д.024

Максимова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Возрастающее влияние хозяйственной деятельности человека на водные объекты приводит к необходимости комплексного исследования экосистемы водоемов для разработки научных основ оптимизации природопользования. Наибольшему антропогенному воздействию подвержены устьевые области рек, являющиеся последней ступенью преобразования речного стока. При этом особую актуальность приобретают исследования гидрохимического режима водоемов, так как чаще всего именно качество воды является определяющим в решении вопроса о хозяйственном использовании водных объектов.

Значение Кубанских лиманов в народном хозяйстве страны определяется их ценностью для воспроизводства промысловых рыб Азовского моря.

Для осуществления водохозяйственных мероприятий и интенсификации рыбоводства в низовьях р.Кубани необходимо решать задачи управления водным режимом лиманов и повышения их рыбопродуктивности, снижения негативных последствий антропогенного воздействия. Решение этих задач в значительной мере зависит от изученности природных особенностей водоемов дельты р.Кубани, их гидрохимического режима и изменения качества воды под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Необходимость развития и уточнения существующих представлений о гидрохимическом режиме дельтовых водоемов, возможных его изменениях и разработки научной основы для экологического мониторинга очевидна в связи с возрастающим дефицитом водных ресурсов в бассейне р.Кубани и необходимостью их рационального использования.

Цель работы состоит в исследовании природных закономерностей и особенностей изменения химического состава воды отдельных групп лиманов дельты р.Кубани под влиянием антропогенного воздействия.



Состояние изученности проблемы и сформулированная цель исследований требовали решения следующих задач:

1. Изучение современного гидрохимического режима Кубанских дельтовых лиманов и основных направлений его изменения.
2. Разработка типизации лиманов для целей экологического мониторинга.
3. Исследование региональных особенностей формирования химического состава вод лиманов Кубанской дельты.
4. Оценка возможных изменений качества воды лиманов в результате мелиоративных рыбохозяйственных мероприятий.

Научная новизна. В реферируемой работе впервые:

1. Определены изменения качества речной и возвратной с рисовых систем вод, питающих Кубанские лиманы. Оценено поступление главных ионов и биогенных элементов в лиманы с этими водами.
2. Рассчитана антропогенная составляющая ионного стока р.Кубани.
3. Выявлены особенности изменения гидрохимического режима отдельных групп Кубанских лиманов за период интенсивного антропогенного воздействия.
4. При помощи факторного анализа (метод главных компонент) исследованы особенности формирования качества воды лиманов.
5. Рассчитаны элементы баланса минеральных соединений азота в лиманах (на примере двух систем).
6. Установлены изменения химического состава воды лиманов в результате проводимых мелиоративных мероприятий, дана прогностическая оценка дальнейших изменений экосистемы лиманов.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при проектировании крупных водохозяйственных мероприятий в низовьях р.Кубани: при разработке схемы комплексного использования водных ресурсов Кубани; в научных разработках Всесоюзного научно-исследовательского института риса

при проведении исследований по созданию модели предотвращения загрязнения низовьев р.Кубани сбросными водами с рисовых систем, в Кубанском государственном университете при разработке курсов лекций по краеведению и охране природы.

Реализация результатов работы. Основные результаты работы вошли в состав выполненных тем: "Схема биологической мелиорации Кубанских нерестово-выростных хозяйств" (1976-1980 гг.); "Комплексная схема охраны природы Краснодарского края", раздел "Рыбное хозяйство", ОI.03.02 КИП "Комплек" № гос.регистрации ОI830080093, Ростов-на-Дону, 1984; "Схема рыбохозяйственного использования Кубанских лиманов", ОI.05.03 КИП "Комплек", № гос.регистрации ОI8226007759, Ростов-на-Дону, 1985; "Предложения по оптимизации системы оперативного управления гидрологическим режимом рыбохозяйственных водоемов воспроизводственного и товарного профиля Азово-Кубанского района с учетом требований рыбного хозяйства", ОЗ.ОI.П.ОI КИП "Комплек", № гос. регистрации ОI860093474, Ростов-на-Дону, 1987.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на III Всесоюзном симпозиуме по антропогенному эвтрофированию природных вод, Москва (1983); Всесоюзном совещании "Природные ресурсы устьевых областей рек, их охрана и исследование", Одесса (1984); УП Всесоюзной конференции по промышленной океанологии, Астрахань (1987); Всесоюзной конференции "Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря", Ростов-на-Дону (1987); УИ Всесоюзной конференции по промышленной океанологии, Ленинград (1990), а также на расширенных лабораторных коллоквиумах лаборатории промышленной океанографии Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (1982-1985 гг.), на сессии

Ученого совета региональных гидрохимических исследований



Гидрохимического института, Новочеркасск (1989 г.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 работ.

**Материал, объем и структура диссертации.** В основу работы положены данные экспедиционных исследований, проведенных автором в 1977–1986 гг. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Изложена на 129 стр. текста, список литературы содержит 153 наименования, в том числе 4 иностранных. Текст иллюстрирован 36 таблицами и 16 рисунками.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснованы актуальность, практическая значимость работы, определены задачи исследования.

**В первой главе** – "Состояние изученности гидрохимического режима дельтовых водоемов" – приводится анализ исследований гидрохимического режима и качества воды дельтовых водоемов рек Кубани, Днепра, Дуная, Сырдарьи, Амударьи; лиманов Северного Причерноморья. Рассматривается также ряд работ, посвященных исследованию последствий влияния хозяйственной деятельности на качество воды водных объектов. Проанализированы имеющиеся в литературе классификации дельтовых водоемов.

**Во второй главе** – "Материал и методика исследований" – материалом для написания работы явились результаты собственных многолетних наблюдений за гидрохимическим режимом и качеством воды Кубанских дельтовых лиманов, проведенных в период с 1977 по 1986 гг. Систематические исследования гидрохимического режима водоемов проводились с 1981 по 1984 гг. и охватывали все сезоны года с увеличением периодичности наблюдений в весенне-летнее время. В указанный период были одновременно исследованы четыре основные системы лиманов Кубанской дельты (Ахтарско-Гривенская, Черноерковско-Сладковская, Жестерская, Куликовско-Курчанская). Схемы лиманов представлены на рис. I.

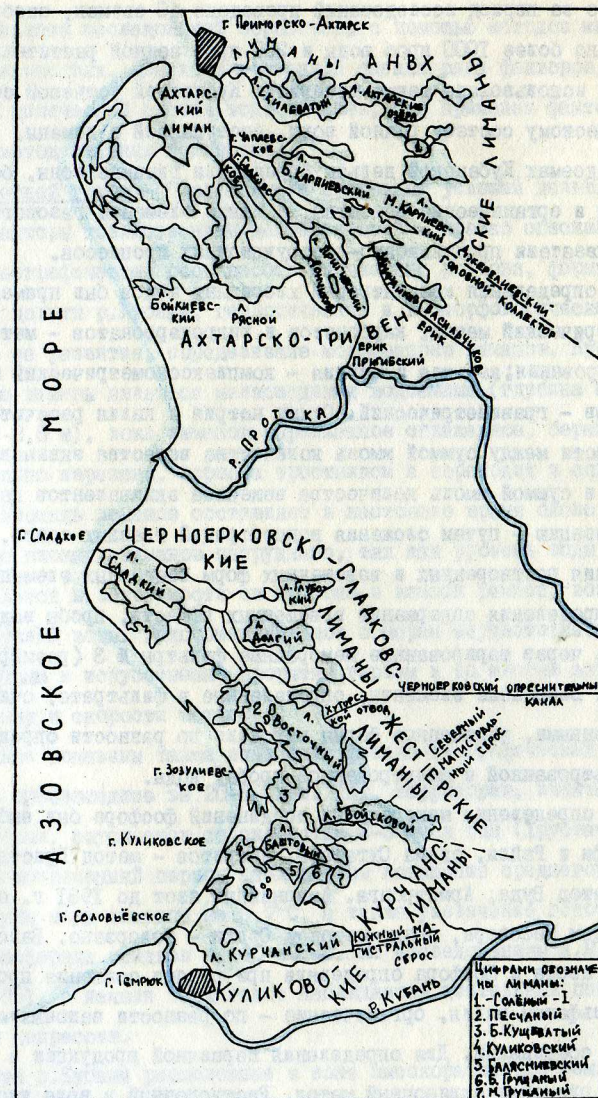


Рис. I. Схема дельты р. Кубани



Всего за период исследований проведено 40 съемок, отобрано и обработано более 1000 проб воды и 200 проб водной растительности. В работе использованы также материалы Кубанской устьевой станции по химическому составу речной воды, поступающей в лиманы.

В водоемах Кубанской дельты определяли главные ионы, биогенные элементы и органические вещества, а также элементы газового режима и показатели продукционно-деструкционных процессов.

Для определения концентраций хлоридных ионов был применен аргентометрический метод, карбонатов и гидрокарбонатов – метод прямого титрования; кальция и магния – комплексометрический метод; сульфатов – гравиметрический. Сумму натрия и калия рассчитывали по разности между суммой ммоль количества вещества эквивалентов анионов и суммой ммоль количества вещества эквивалентов катионов, минерализацию – путем сложения концентраций главных ионов. Для разделения растворенных и взвешенных форм биогенных элементов, а также определения содержания взвешенных веществ, пробы воды фильтровались через тарированные мембранные фильтры № 3 (размер пор 0,7 мк). Биогенные элементы, определенные в фильтрате, считались растворенными, взвешенные формы находили по разности определений в нефилтрованной и фильтрованной пробах воды.

Для определения минеральных соединений фосфора был выбран метод Морфи и Райли, схема Сугавары, нитритов – метод Грисса, нитратов – метод Вуда, Армстронга. Аммонийный азот до 1981 г. определяли методом Несслера, позже – методом Сэджи – Солорзано. Валовые соединения азота и фосфора определяли при помощи сожжения проб воды с персульфатом калия, органические – по разности валовых и минеральных соединений. Для определения первичной продукции и деструкции был применен скляночный метод. Растворенный в воде кислород, показатель pH и перманганатную окисляемость определяли по общепринятым методикам, изложенным в соответствующих руководствах.

Результаты исследований обработаны с помощью методов математической статистики. Для количественной оценки ряда факторов, определяющих химический состав воды лиманов, был применен факторный анализ (метод главных компонент).

В третьей главе – "Особенности природных условий дельты р. Кубани и факторы хозяйственной деятельности" – кратко описываются физико-географические особенности изучаемого региона, формирование водоемов дельты р. Кубани, геологические и геоморфологические особенности ее развития, определившие морфометрию лиманов. Кубанские дельтовые лиманы являются мелководными водоемами (глубина не превышает 2–2,5 м), ложе лиманов выровненное, сглаженное, береговая линия сильно изрезана, поросла тростником и переходит в сплошную плавню. Площадь лиманов составляет в настоящее время около 1000 км<sup>2</sup>. Измерение площади лиманов затруднено, так как уровень воды их сильно колеблется в зависимости от притока в лиманы речной, возвратной и морской воды. Водообмен лиманов с морем осуществляется по II естественным и искусственно прорытым гирлам и во многом зависит от направления и скорости ветра.

В главе показаны также изменения физико-географических условий региона, произошедшие за 20–30 лет. Так, территория, занятая дельтой р. Кубани, опускается со скоростью 2–3 мм в год (Хрусталева, 1973). В современный период наблюдается повышение среднегодовой температуры воды лиманов на 0,7°C, а также увеличение годового слоя атмосферных осадков на 40–50 мм. По исследованиям А.М. Бронфмана (1985), с начала 70-х годов наблюдается длительный период ветровой депрессии.

Дельта р. Кубани расположена в зоне высокоразвитого земледелия и интенсивного ведения хозяйства. Показано, что основные изменения химического состава воды лиманов вызваны следующими факторами хозяйственной деятельности: I) развитием орошаемого земледелия и в



первую очередь, рисосеяния, за анализируемый период площади, занятые под выращивание риса, выросли в четыре раза и составили 270 тыс.га; 2) увеличением количества минеральных удобрений, применяемых в районах, прилегающих к дельте р.Кубани: азотных в три раза, фосфорных – почти в 8 раз; 3) зарегулированием стока р.Кубани; 4) увеличением доли возвратных вод с рисовых систем в водном балансе лиманов; 5) зарегулированием гирл, соединяющих лиманы с морем.

Таким образом, если по геоморфологическим, климатическим и другим природным факторам сравниваемые периоды (современный и период конца 50-х – начала 60-х годов) сходны, то по степени хозяйственного освоения дельты р.Кубани – резко отличны.

В четвертой главе – "Гидрохимическая характеристика водных объектов, питающих Кубанские лиманы" показано, что водная масса лиманов формируется в результате смешения трех типов вод: речной, возвратной с рисовых систем и морской.

В результате многолетних наблюдений В.Я.Еременко с соавторами (1953) пришел к выводу о постоянстве минерализации воды р.Кубани в течение ряда лет. В условиях естественного водного режима (1946–1950 гг.) этот показатель составлял 239 мг/дм<sup>3</sup> (в створе г.Краснодара). По данным Д.А.Драгуновой (1971) минерализация воды р.Кубани за период 1958–1966 гг. составила 285 мг/дм<sup>3</sup>.

В 80-е годы, по сравнению с периодом конца 50-х – начала 60-х годов, минерализация речной воды, поступающей в лиманы возросла в два раза и составила 530 мг/дм<sup>3</sup>. Увеличение минерализации речной воды произошло за счет повышения концентраций сульфатных ионов (в два раза), хлоридных (в 5,5 раза) и ионов щелочных металлов (почти в 5 раз (табл.1).

В связи с непропорциональным увеличением концентраций отдельных ионов изменилось и соотношение между ними. Увеличилось относительное содержание хлоридных ионов (от 4,4 до 12,7% количества

Таблица I

Минерализация и ионный состав речной воды (р.Кубань)  
в среднем за а) 1958–1966 гг. (Драгунова, 1971)  
б) 1979–1984 гг.

| Показатель                          | n  | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> | Сумма ионов |
|-------------------------------------|----|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------------------|-------------|
| а) концентрация, мг/дм <sup>3</sup> | 48 | 139                           | 60                            | 12              | 48               | 10               | 16                              | 285         |
| % количества вещества эквивалента   |    | 29,4                          | 16,2                          | 4,4             | 30,8             | 10,6             | 8,6                             |             |
| б) концентрация, мг/дм <sup>3</sup> | 60 | 148                           | 155                           | 69              | 56               | 17               | 85                              | 530         |
| % количества вещества эквивалента   |    | 16,0                          | 21,3                          | 12,7            | 18,5             | 9,0              | 22,5                            | -           |

вещества эквивалента), сульфатных (от 16,2 до 21,3 %) ионов щелочных металлов (от 8,6 до 22,5%). Одновременно наблюдается снижение относительного содержания гидрокарбонатных ионов (от 29,4 до 16%) и ионов кальция (от 30,8 до 18,5 %).

Увеличение концентраций сульфатов, хлоридов, натрия и калия обусловлено поступлением в гидрографическую сеть обогащенных этими компонентами коллекторно-дренажных вод оросительных систем. Определенная роль принадлежит использованию в качестве удобрений сульфата аммония и хлорида калия, и последующий вынос этих компонентов, обладающих высокой миграционной способностью, в речную сеть (Бронфман, 1985).

Антропогенное преобразование речного стока не оказало значительного влияния на содержание в речной воде гидрокарбонатных ионов и кальция; поступление этих компонентов в Кубанские лиманы прежде всего зависит от водности. Напротив, за счет хозяйственной деятельности приток в лиманы хлоридных ионов увеличился для разных систем в 3–9 раз, ионов щелочных металлов в 2–7 раз, сульфатов – 1,2–4



раза (табл.2).

Таблица 2

Изменение среднегодового ионного стока в Кубанские лиманы с речной водой, тыс.т а) в среднем за период 1958-1966 гг. (Драгунова, 1971)  
б) в среднем за период 1979-1984 гг.

| Среднего-<br>довой вод-<br>ный сток,<br>млн.м <sup>3</sup> | С т о к                   |               |                |              |             |                   | Ионный<br>сток |
|--|---------------------------|---------------|----------------|--------------|-------------|-------------------|----------------|
|  | гидро-<br>карбо-<br>натов | хлори-<br>дов | сульфа-<br>тов | каль-<br>ция | маг-<br>ния | натрия<br>и калия |                |
| Куликовские лиманы   |                           |               |                |              |             |                   |                |
| а) 74,7  | 10,4                      | 0,9           | 4,5            | 3,6          | 0,7         | 1,4               | 21,5           |
| б) 35,4  | 5,2                       | 2,4           | 5,5            | 2,0          | 0,6         | 3,0               | 18,7           |
| Жестерские лиманы  |                           |               |                |              |             |                   |                |
| а) 128,1   | 17,8                      | 1,5           | 7,7            | 6,1          | 1,3         | 2,4               | 36,8           |
| б) 193,0   | 28,6                      | 3,2           | 30,0           | 10,9         | 3,2         | 16,5              | 92,4           |
| Черноерковско-Сладковские лиманы                           |                           |               |                |              |             |                   |                |
| а) 223,0   | 31,0                      | 2,7           | 13,4           | 10,7         | 2,2         | 4,2               | 62,2           |
| б) 156,9   | 23,3                      | 10,8          | 24,4           | 8,8          | 2,6         | 13,4              | 83,3           |
| Ахтарско-Гривенские лиманы                                 |                           |               |                |              |             |                   |                |
| а) 893,0   | 124,1                     | 10,7          | 53,6           | 42,9         | 8,9         | 17,0              | 257,2          |
| б) 538,9   | 79,8                      | 37,0          | 83,7           | 30,7         | 8,9         | 46,0              | 286,1          |

Поступление главных ионов в Жестерские лиманы увеличилось почти в три раза, при увеличении речного стока только в 1,5 раза, Ионный сток с речной водой в Черноерковско-Сладковские, Ахтарско-Гривенские и Куликовские лиманы практически не изменился, несмотря на снижение притока речной воды в 1,6-2,0 раза, а для первых двух систем даже возрос. Следовательно, потери ионов в результате снижения поступления в эти лиманы речной воды компенсированы за счет антропогенного преобразования стока (в основном за счет хлоридов, сульфатов, щелочных металлов).

Для расчета антропогенной составляющей ионного стока применена методика разработанная М.П.Максимовой (1982), основанная на

изменении соотношения анионно-катионного состава речной воды. Средняя величина антропогенной составляющей ионного стока с речной водой в Кубанские лиманы составляет 45%. Такая высокая величина обусловлена интенсивным использованием водного стока р.Кубани, увеличивающимся к низовью реки.

В результате антропогенных преобразований изменились концентрации и сток биогенных элементов в лиманы. Содержание валового фосфора в речной воде, поступающей в лиманы в 60-е годы, достигало 500 мг/м<sup>3</sup>, при этом большая часть валового фосфора была представлена минеральным взвешенным фосфором (Драгунова, 1971). В 1982-1983гг. содержание валового фосфора в речной воде, поступающей в лиманы, не превышало 208 мг/м<sup>3</sup>, при этом максимальная концентрация минерального взвешенного фосфора, наблюдаемая в этот период, составила 46 мг/м<sup>3</sup>. Ежегодный приток в лиманы дельты р.Кубани минерального фосфора сократился с 16,1 т в 60-е годы до 7,4 т в 80-е. Приведенные данные свидетельствуют о резком сокращении поступления в лиманы соединений фосфора, особенно минерального взвешенного, что является следствием зарегулирования стока р.Кубани.

Содержание соединений азота в речной воде за 20-летний период также претерпело существенные изменения, выразившиеся, в первую очередь, в увеличении концентраций аммонийного азота. Концентрация аммонийного азота в воде р.Кубани в 60-е годы составляла 8-22 мг/м<sup>3</sup>, а максимальная (в холодный период) - 360 мг/м<sup>3</sup> (Драгунова, 1971). В современный период содержание аммонийного азота в речной воде колеблется в более широких пределах - от 30 до 930 мг/м<sup>3</sup>, составляя в среднем 217 мг/м<sup>3</sup>. Поступление аммонийного азота с речной водой в лиманы, несмотря на сокращение речного стока, возросло в два раза и составило 200 т/год.

В главе приводятся также внутригодовые изменения содержания биогенных элементов в речной воде, поступающей в лиманы.



Возвратные воды с рисовых систем разделяются на два типа: коллекторно-дренажные, поступающие в лиманы с мая по сентябрь и дренажные, с октября по апрель (Чеботарев, 1978). Минерализация возвратных вод обратно пропорциональна водному стоку, минимальные её значения наблюдаются в июле-августе, в период максимального сброса воды. Минерализация коллекторно-дренажных вод в пределах дельты р. Кубани не превышает 1%. Следовательно, можно использовать эти воды для повторного орошения (Кобилева, 1978).

По химическому составу коллекторно-дренажные воды относятся к сульфатному классу группы кальция или натрия и магния. Межгодовые колебания ионного состава и минерализации воды незначительны, однако в многолетнем аспекте наблюдается снижение концентрации главных ионов и минерализации воды (табл. 3).

Таблица 3

Ионный состав и минерализация коллекторно-дренажных вод Южного магистрального сброса в среднем по периодам, мг/дм<sup>3</sup>\*

| Период                          | гидрокарбонаты | хлориды | сульфаты | кальций      | магний      | сумма натрия и калия | минерализация   |
|---------------------------------|----------------|---------|----------|--------------|-------------|----------------------|-----------------|
| 1958,                           | 120-381        | 55-184  | 69-628   | 64-154       | 12-125      | 27-345               | 430-2118        |
| 1962-1965 гг. (Драгунова, 1971) | 242            | 154     | 270      | 105          | 46          | 113                  | 931             |
| 1980-1984 гг.                   | 153-292        | 46-320  | 140-369  | 70-131<br>88 | 14-43<br>30 | 17-281<br>110        | 510-1149<br>766 |

\* В числителе минимальные и максимальные в течение сезона концентрации, в знаменателе - средние.

В главе рассматриваются сезонные изменения химического состава возвратных вод с рисовых систем. Показано, что химический состав этих вод определяется совокупным действием процессов, протекающих в рисовых чеках. Максимальные концентрации валового азота наблю-

дались в дренажных водах и составляли 3080-3450 мг/м<sup>3</sup> (ЮМС) и 2240-3800 мг/м<sup>3</sup> (СМС). Летом в период максимального сброса воды содержание валового азота в коллекторно-дренажных водах снижается примерно вдвое. Основную часть валового азота составляет органический азот, составляющий 78-96% от валового. В коллекторно-дренажных водах содержание растворенных форм азота превышает содержание взвешенного азота. При рассмотрении качественного состава взвешенных форм азота этих вод выявлено, что органический взвешенный азот превышает минеральный взвешенный, причем, это отношение увеличивается в период максимального сброса коллекторно-дренажных вод до 94, осенью снижается до 3. Следовательно, взвешенные вещества коллекторно-дренажных вод представлены в основном органическими соединениями.

Содержание валового фосфора в коллекторно-дренажных водах дельты р. Кубани за период исследований не превышало 50 мг/м<sup>3</sup>, в дренажных водах - 104 мг/м<sup>3</sup>. Поступление биогенных элементов в лиманы возрастает с увеличением водного стока, то есть летом.

Сравнение данных Д.А. Драгуновой (1971) с современными материалами показывает снижение стока минерального фосфора и увеличение стока минерального азота, в основном за счет его аммонийной формы (табл. 4).

Таблица 4

Сток биогенных элементов коллекторно-дренажных вод Южного магистрального сброса, т

| Год  | водный сток, млн м <sup>3</sup> | сток минерального фосфора | сток минерального азота | сток аммонийного азота |
|------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1964 | 80,9                            | 1,7                       | 15,0                    | 0,9                    |
| 1980 | 80,3                            | 0,7                       | 10,7                    | 6,7                    |
| 1981 | 103,8                           | 1,2                       | 12,0                    | 3,7                    |
| 1982 | 40,5                            | 0,8                       | 25,9                    | 10,7                   |
| 1983 | 49,5                            | 0,5                       | 46,0                    | 16,0                   |



Особенно четко ситуация с обогащением коллекторно-дренажных вод минеральными соединениями азота и обеднением их минеральными формами фосфора проявляется в годы пониженного водного стока. Можно предположить, что при повторном использовании для полива коллекторно-дренажных вод будет происходить увеличение концентраций и стока минерального азота и снижение фосфора.

Роль морской составляющей в водном балансе лиманов неодинакова для разных систем. Интенсивным водообменом с морем характеризуются лиманы, имеющие незарегулированные морские гирла: Черноорковско-Сладковские, Куликовские, л. Курчанский. Вероятность попадания морской воды в Ахтарско-Гривенские лиманы невелика, так как эта система соединяется гирлами не с морем, а с опресненным Ахтарским заливом. В водном балансе Жестерских лиманов морская составляющая также невелика, так как гирло, соединяющее эти лиманы с морем, зарегулировано.

Сезонные изменения водообмена лиманов с морем четко выражены; максимальное поступление морской воды в лиманы наблюдается зимой; весной, с увеличением стока речной и коллекторно-дренажной вод, оно снижается, достигая минимальных значений летом. На современном этапе количественно оценить поступление морской воды в лиманы не представляется возможным, так как отсутствуют ежедневные наблюдения за направлением течений в морских гирлах.

В главе пятой - "Гидрохимический режим Кубанских дельтовых лиманов и его изменение под влиянием природных и антропогенных факторов" - рассматриваются многолетние изменения гидрохимических характеристик четырех основных систем лиманов, в разной степени подверженных антропогенному воздействию. Определены общие для всех водоемов Кубанской дельты тенденции изменения качества воды и показаны особенности каждой системы лиманов.

Куликовские лиманы и л. Курчанский в 80-е годы по сравнению с

60-ми поступление речной воды в Куликовские лиманы сократилось, коллекторно-дренажных вод, наоборот, возросло. В современный период отмечается увеличение минерализации воды лиманов, питающихся речной водой (л. Грушаных, Балясниевского) - от 0,28‰ до 0,41 - 1,13 ‰. Возрастание минерализации воды этих лиманов произошло за счет увеличения концентраций хлоридных ионов, сульфатных и ионов щелочных металлов. Обратная тенденция наблюдается в лиманах, питающихся коллекторно-дренажными водами. Так, в 60-е годы минерализация воды л. Войскового (в среднем за апрель - июль) составляла 2,43 мг/дм<sup>3</sup> (Драгунова, 1971), в 80-е годы - 1,35 мг/дм<sup>3</sup>, при этом снизилась концентрация хлоридных ионов, натрия и калия.

Минерализация воды лимана Курчанского, в котором смешиваются коллекторно-дренажные и морские воды, характеризуется наибольшими среди Кубанских лиманов пространственно-временными различиями. Однако по косвенным признакам (увеличение относительного содержания хлоридов, увеличение в составе фитопланктона солонатоводных форм) можно сделать вывод о некотором осолонении воды л. Курчанского. Очевидно, эта тенденция в дальнейшем будет усиливаться в связи с сокращением поступления в этот водоем возвратных вод из-за увеличения забора воды на повторное орошение.

Изменения в биогенном составе воды Куликовских лиманов выразились прежде всего в увеличении содержания минерального азота с 17-104 мг/м<sup>3</sup> (по различным лиманам в среднем за апрель-июль 1964г.) (Драгунова, 1971) до 74-250 мг/м<sup>3</sup> (за аналогичный период 1982 - 1984 гг.). При этом, концентрации аммонийного азота увеличились с 12-21 мг/м<sup>3</sup> (Драгунова, 1971) до 53-155 мг/м<sup>3</sup>.

В воде л. Курчанского содержание минерального азота также возросло с 60 (Драгунова, 1971) до 156 мг/м<sup>3</sup>. Если в 60-е годы преобладающим соединением минерального азота в воде этого лимана был нитратный азот, то в 80-е годы - аммонийный, концентрации которого



возросли с 28 (Драгунова, 1971) до 97 мг/м<sup>3</sup>. Установлено незначительное увеличение концентраций нитритного азота, что свидетельствует о загрязнении воды лиманов коллекторно-дренажными водами. В воде Куликовских лиманов произошло снижение концентраций органического фосфора с 102-198 мг/м<sup>3</sup> в 60-е годы (Драгунова, 1971) до 24-82 мг/м<sup>3</sup> в 80-е, соответственно снизился валовый фосфор. В воде л. Курчанского содержание органического фосфора снизилось с 173 до 50 мг/м<sup>3</sup>.

**Жестерские лиманы.** Изменение химического состава воды Жестерских лиманов в современный период определяется увеличением речного стока в эти водоемы и снижением поступления морской воды, вследствие зарегулированного гирла, соединяющего лиманы с морем. В результате минерализация воды этих лиманов снизилась с 1,80 ‰ в 50-е годы (Драгунова, 1971) до 0,65 ‰ в 80-е. В воде лиманов этой группы изменилось соотношение минеральных соединений азота, если в 50-е годы преобладал нитратный азот, то в 80-е — аммонийный, концентрации которого возросли по разным водоемам с 6-10 (Драгунова, 1971) до 57-129 мг/м<sup>3</sup>. Если в 50-е годы нитритный азот в воде этих лиманов не наблюдался, то в 80-е годы концентрации этого соединения составили 1,6-3,1 мг/м<sup>3</sup>. Данные по содержанию органических соединений азота и фосфора в воде этих лиманов в 50-е годы отсутствуют, что не позволяет определить многолетние тенденции их изменения.

**Черноерковско-Сладковские лиманы.** Эти лиманы питаются речной водой. Минерализация воды л. Долгого не изменилась (0,48 ‰ в 60-е годы и 0,45 ‰ в 80-е годы). Однако произошло увеличение относительного содержания хлоридных ионов, сульфатных, ионов щелочных металлов, снижение — гидрокарбонатов и кальция.

**Ахтарско-Гривенские лиманы.** Лиманы Большой и Малый Карпиевские этой группы питаются возвратной водой, остальные водоемы (л. Ряс-

ной, Дончиков, Замарайков, Бойкиевский и др.) — речного питания. Современный период характеризуется снижением речного стока в эти лиманы, следствием чего явилось увеличение минерализации воды. Если в 1963-1968 гг. минерализация воды л. Рясного изменилась в пределах 0,26 - 3,0 ‰ (Драгунова, 1971), то в 80-е — 1,2-4,6 ‰.

Концентрации валового азота в воде этих лиманов увеличились с 1160-1890 мг/м<sup>3</sup> в 60-е годы (Драгунова, 1971) до 1940-3090 мг/м<sup>3</sup> в 80-е. Содержание органического фосфора также снизилось. Минеральные соединения азота стали более эффективно использоваться микроводорослями. Так, в 60-е годы (в среднем за апрель-июль) концентрация минерального азота достигала 1050 мг/м<sup>3</sup> (Драгунова, 1971), в 80-е годы — не превышала 220 мг/м<sup>3</sup>.

В воде Карпиевских лиманов в современный период наблюдается увеличение концентраций соединений азота. Так, в 60-е годы концентрации валового азота изменялись в пределах 1200-1700 мг/м<sup>3</sup>, минерального 10-70 мг/м<sup>3</sup> (Драгунова, 1971), в 80-е годы содержание валового азота составило 720-3750 мг/м<sup>3</sup>, минерального 40-137 мг/м<sup>3</sup>. Концентрации валового фосфора в воде этих лиманов изменялись в 60-е годы от 150 до 400 мг/м<sup>3</sup> (Драгунова, 1971), в 80-е 25-61 мг/м<sup>3</sup>. Следовательно, снижение проточности Ахтарско-Гривенских лиманов привело к интенсивному накоплению органического вещества в воде лиманов.

Таким образом, за период интенсивного антропогенного воздействия в воде значительной части лиманов дельты р. Кубани произошло увеличение минерального азота, в основном за счет аммонийной формы, и снижение концентраций валового и органического фосфора.

Д.А. Драгунова (1971) в результате экспериментальных работ, проведенных в 60-е годы, пришла к выводу, что увеличение первичной продукции фитопланктона лиманов ограничивалось недостатком минеральных соединений азота. В последние годы добавка минерального азота



произошла в результате антропогенных преобразований речного стока, однако продукция фитопланктона изменилась незначительно, но увеличилось зарастание лиманов погруженной растительностью (Тевяшова, 1986). Следовательно, эвтрофирование Кубанских лиманов протекает по макрофитному типу.

На примере двух систем лиманов (разного типа) дана оценка роли дельтовых водоемов в трансформации стока минеральных соединений азота. Показано, что в системе лиманов потребляется 94–95% от поступающего количества минерального азота. Следовательно, эвтрофирующее воздействие водосбора бассейна р.Кубани (части стока, прошедшего через лиманы) практически не оказывает влияния на прибрежную часть Азовского моря.

На основе комплексной оценки разработана типизация лиманов дельты р.Кубани для целей экологического мониторинга. Выделение типов лиманов проводилось автором по следующим критериям: основной источник водного питания, площадь водоемов и преобладающий продуцент органического вещества (макрофиты или фитопланктон). В пределах дельты р.Кубани выделено пять основных типов лиманов. В главе рассмотрены особенности гидрохимического режима, соответствующие каждому выделенному типу лиманов (табл.5).

I-й тип. Лиманы речного питания, слабозарастающие растительностью (л. Восточный, Долгий, Дончиков, Рясной, Замайков и др.). Площадь лиманов этого типа составляет 10...30 км<sup>2</sup>. Минерализация воды зависит от водного стока, минимальные значения наблюдаются обычно летом (до 0,39 ‰). Эти лиманы отличаются самыми низкими значениями минерализации воды среди всех лиманов дельты р.Кубани. Суточные изменения растворенного кислорода и показателя pH сглажены. Высокие концентрации минеральных соединений азота и фосфора в воде этих лиманов определили максимальную для дельты р.Кубани первичную продукцию фитопланктона (390 г/м<sup>2</sup> в год углерода), кото-

рый является основным продуцентом органического вещества. Содержание валового азота и валового фосфора, основу которых составляют органические соединения, достигает максимальных значений осенью. Основным соединением минерального азота является нитратный азот, за исключением зимнего периода, когда возрастает концентрация аммонийного азота.

2-й тип. Лиманы речного питания, зарастающие погруженной растительностью (л. Песчаный, Грущанье, Западные Ахтарско-Гривенские и др.). Площади лиманов этого типа значительно меньше 10 км<sup>2</sup>. Минимальные значения минерализации воды наблюдаются весной (0,5 ‰), летом, несмотря на увеличение речного стока, минерализация воды повышается за счет испарения и транспирации. Для лиманов этого типа характерны резкие суточные колебания растворенного в воде кислорода и показателя pH, амплитуда которых превышает сезонную. Основным продуцентом органического вещества является погруженная растительность, годовая продукция которой составляет 250 г/м<sup>2</sup> углерода, продукция фитопланктона значительно ниже (табл.5). В воде лиманов этого типа в течение года наблюдается два максимума содержания валового азота, основу которого составляют органические соединения: летом, что объясняется интенсивным поступлением в воду метаболитов погруженной растительности и в конце зимы – разложением органических остатков. Преобладающим соединением минерального азота является аммонийный азот.

3-й тип. Лиманы – приемники возвратных вод с рисовых систем, слабозарастающие погруженной растительностью (л. Курчанский, Карпиевские). Площади этих лиманов более 50 км<sup>2</sup>. Минерализация воды повышена по сравнению с лиманами первых двух типов и изменяется от 1 ‰ летом до 7,0 ‰ зимой. Суточные изменения растворенного в воде кислорода и показателя pH сглажены. Основным продуцентом органического вещества является фитопланктон, годовая продукция которого



Таблица 5

## Типизация лиманов дельты р. Кубани

| Тип лиманов   | Площадь<br>км <sup>2</sup> | Тип<br>питания  | Первичная<br>продукция<br>макро-фито-<br>планкт. | Амплитуда<br>суточных<br>изменений<br>кислорода | Показатель<br>рН<br>лето-зима | Минерализация |              |
|---|----------------------------|-----------------|--|---|-------------------------------|---------------|--------------|
|   |                            |                 |  |   |                               | класс<br>лето | воды<br>зима |
| -   | км <sup>2</sup>            | -               | г/м <sup>2</sup> в год уг-<br>лерода             | %<br>насыщения                                  | -                             | %             |              |
| I. Лиманы речного пита-<br>ния, слабозарастающие<br>погруженной расти-<br>тельностью            | 10-30                      | речной          | 50<br>390  | 30  | 8,2-8,8                       | 0,39<br>С S   | -4,0<br>С    |
| II. Лиманы речного пита-<br>ния, зарастающие погружен-<br>ной растительностью                   | < 10                       | речной          | 250<br>40  | 80  | 9,8-8,2                       | 0,7<br>С S    | -2,0<br>С    |
| III. Лиманы-приемники воз-<br>вратных вод, слабоза-<br>растающие погруженной<br>растительностью | > 50                       | возврат-<br>ный | 100<br>290                                       | 20  | 7,9-8,6                       | 1,0<br>С S    | -7,0<br>С    |
| IV. Лиманы-приемники воз-<br>вратных вод, зараста-<br>ющие погруженной рас-<br>тительностью     | > 10                       | возврат-<br>ный | 400<br>50  | 60  | 7,7-8,6                       | 1,0<br>С S    | -4,0<br>С    |
| V. Приморские лиманы  | не имеет<br>значения       | морской         | 30<br>250  | 15  | 8,0-8,4                       | до 9-12<br>С  |              |

составляет порядка 290 г/м<sup>2</sup> углерода, продукция погруженной расти-  
тельности около 100 г/м<sup>2</sup> углерода. Содержание валового азота дости-  
гает максимального значения осенью. Летом в лиманах этого типа  
наблюдаются высокие концентрации минерального азота, составляющие  
16% от валового, преобладает аммонийный азот.

4-й тип. Лиманы-приемники возвратных вод, зарастающие погружен-  
ной растительностью (л. Войсковой, Баштовный и др.). Площадь лиман-  
нов этого типа меньше или равна 10 км<sup>2</sup>. Минерализация воды изме-  
няется в пределах 1,0-4,0 ‰, минимальные значения наблюдаются ле-  
том, максимальные - зимой. Режим растворенного кислорода неустой-  
чивый. Основным продуцентом органического вещества является погру-  
женная растительность, годовая продукция которой достигает 400 г/м<sup>2</sup>  
углерода, что соответствует высокому трофическому уровню. Макси-  
мальное содержание валового азота в воде таких водоемов наблюдается  
зимой. Основным соединением минерального азота в течение года явля-  
ется аммонийный азот.

5-й тип. Приморские лиманы (л. Сладкий, Куликовский и др.) от-  
личаются большой пространственно-временной изменчивостью минерали-  
зации воды. Режим растворенного кислорода и показателя рН сглажен.  
Лиманы этого типа характеризуются самыми низкими среди всех лиманов  
дельты р. Кубани концентрациями биогенных элементов и органических  
веществ. Основным продуцентом органического вещества является фито-  
планктон, годовая продукция которого не превышает 250 г/м<sup>2</sup> углерода.

Предложенная типизация является генетической и отражает процесс  
эволюции лиманов дельты р. Кубани. Вероятно, вновь образованные ли-  
маны относились к пятому типу, затем происходило выдвижение дельты  
и эти лиманы стали относиться к первому типу. Дальнейшее накопление  
органического вещества и зарастание погруженной растительностью  
привело к переходу лиманов из первого типа во второй. В дальнейшем  
водоемы превращались в плавневые участки. Третий и четвертый типы



лиманов являются антропогенными и ускоряют процесс перехода лиманов в плаваневую стадию.

Применение метода главных компонент (факторный анализ) позволило количественно оценить влияние погруженной растительности на формирование качества воды лиманов. Показано, что формирование химического состава воды незаросших лиманов во многом определяется термическим режимом и перемешиванием водной массы под действием ветра. В небольших, заросших макрофитами водоемах воздействие указанных факторов сглажено и ведущая роль в формировании качества воды принадлежит погруженной и полупогруженной растительности.

В шестой главе - "Последствия мелиоративных мероприятий и прогностическая оценка дальнейших изменений экосистемы Кубанских лиманов" - представлены результаты эксперимента по интродукции в лиманы белого амура с целью снижения зарастания водоемов погруженной растительностью. Исследования проводили в течение четырех лет на двух лиманах Ахтарского нерестово-выростного хозяйства.

Биомасса погруженной растительности в экспериментальном водоеме составляла 66 т/га, в контрольном - 27 т/га. Контрольный водоем зарыбили годовиками белого амура из расчета 1100 экз./га (средним весом 21 г.). К концу третьего года биомасса растительности в экспериментальном водоеме снизилась на 95%. Одновременно увеличилась концентрация гидрокарбонатных ионов (от 230 до 450 мг/дм<sup>3</sup>), минеральных соединений азота (с 220 до 650 мг/дм<sup>3</sup>) и содержание органических веществ (с 15,3 до 21,3 мг/дм<sup>3</sup> атоммарного кислорода по данным пермангантной окисляемости). В контрольном водоеме концентрация гидрокарбонатных ионов постепенно снижалась, минеральных соединений азота - практически не изменялась, а содержание органических веществ даже уменьшилось (с 17,8 до 14,8 мг/дм<sup>3</sup> атоммарного кислорода).

В результате подавления растительности в экспериментальном

водоеме увеличилась первичная продукция фитопланктона, вдвое превысившая этот показатель в воде контрольного водоема.

Установлено, что биологическая мелиорация не оказала заметного влияния на улучшение режима растворенного в воде кислорода.

Необходимым мероприятием после проведения биологической мелиорации является летование водоемов. Результаты эксперимента показали, что летование позволяет стабилизировать режим растворенного кислорода, увеличить содержание в воде ионов кальция. Однако, одногодичного летования водоемов в условиях Кубанских лиманов недостаточно для снижения содержания в воде органических веществ, накопленных в результате биологической мелиорации.

В главе дана прогностическая оценка изменений экосистемы лиманов дельты р. Кубани. Показано, что дальнейшее использование возвратных вод с рисовых систем в качестве источника водного питания лиманов приведет к увеличению зарастаемости водоемов погруженной и водно-воздушно-водной растительностью, в результате чего резко сократится площадь открытой водной поверхности лиманов. Увеличение стока сульфатных ионов в лиманы приведет к формированию обширных зон, загрязненных сероводородом как в лиманах, так и в прибрежной части Азовского моря. Введение в строй Тиховского вододеливателя повлечет за собой уменьшение поступления речной воды в Куликовские лиманы и приведет к повышению солености воды этих водоемов.

Дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства, применение минеральных удобрений, особенно азотных, и сброс неочищенных вод в лиманы, приведет к еще большему зарастанию водоемов погруженной растительностью. Следовательно, лиманы из слабо заросших перейдут в сильнозаросшие, с присущими этому типу резкими суточными колебаниями растворенного кислорода и интенсивным накоплением органических веществ.

Мерами по снижению антропогенного воздействия являются регули-



рование применения минеральных удобрений в бассейне р.Кубани: сокращение азотных и полный отказ от соединений, содержащих сульфаты. Необходимым мероприятием является также полное прекращение поступления возвратных вод в речную сеть и лиманы, и замена этих вод в водном балансе лиманов речной водой.

Заключение. Основные итоги и выводы, полученные в работе, сводятся к следующему:

1. Выявлены основные тенденции изменений химического состава речной и возвратной с рисовых систем вод за период интенсивного антропогенного воздействия. Показано, что увеличение среднегодовой минерализации речной воды (от 285 до 530 мг/дм<sup>3</sup>) произошло за счет увеличения содержания хлоридных ионов, сульфатных и ионов щелочных металлов. Установлено, что поступление главных ионов с речной водой в лиманы не уменьшилось, несмотря на сокращение водного стока. Показано увеличение стока в лиманы аммонийного азота и сокращение минерального фосфора, особенно минерального взвешенного.

В результате проведенных исследований выявлено снижение минерализации коллекторно-дренажных вод (при неизменных площадях рисосеяния). Показано, что для этих вод, также как и для речной воды, характерна тенденция снижения стока минеральных соединений фосфора и увеличения стока минеральных соединений азота, за счет его аммонийной формы.

Рассчитана антропогенная составляющая ионного стока р.Кубани. Она составляет около 45%. Такая высокая величина обусловлена интенсивным использованием водного стока р.Кубани, увеличивающимся к низовьям реки.

2. Выявлена пространственная неоднородность многолетних изменений химического состава воды различных групп Кубанских лиманов, в разной степени подверженных антропогенному воздействию.

Определены основные тенденции изменения качества воды, являю-

щиеся общими для всех водоемов Кубанской дельты. Так, для всех лиманов речного питания произошло увеличение нижней границы колебания минерализации воды, что связано с изменением качества речной воды. Для лиманов, питающихся возвратными водами, нижний предел колебания минерализации воды снизился. В воде всех лиманов дельты р.Кубани наблюдается снижение концентраций валового и органического фосфора, и увеличение содержания минерального азота за счет аммонийного азота. Исключение составляют центральные Ахтарско-Гризенские лиманы, концентрация минерального азота в воде которых снизилась вследствие снижения речного стока в эту группу.

Впервые показана значительная трансформирующая роль лиманов дельты р.Кубани в преобразовании стока биогенных элементов. Так, в лиманах аккумулируется до 95% минеральных соединений азота, поступающих в водоемы. Установлено, что процесс эвтрофирования лиманов протекает по макрофитному типу.

3. На основании комплексной оценки состояния экосистемы водоемов разработана типизация лиманов дельты р.Кубани. Показаны особенности гидрохимического режима (по внутригодовым изменениям минерализации воды, растворенного в воде кислорода, показателя рН, биогенных элементов и органических веществ), соответствующие каждому выделенному типу лиманов. В дальнейшем систематические наблюдения за качеством воды выделенных типичных водоемов позволят в значительной мере контролировать изменения, происходящие во всех Кубанских лиманах.

4. Применение метода главных компонент (факторный анализ) позволило количественно оценить влияние различных факторов на формирование качества воды лиманов. Установлено, что в заросших погруженной растительностью водоемах влияние гидрометеорологических факторов сглажено, ведущая роль в формировании качества воды принадлежит растительности.



5. В результате проведенных экспериментальных работ оценено изменение гидрохимического режима лиманов вследствие проводимых мелиоративных рыбохозяйственных мероприятий (интродукция растительноядных рыб). Показано, что биологическую мелиорацию с последующим летованием водоемов можно считать временной мерой снижения темпов эвтрофирования лиманов.

Дана прогностическая оценка изменений экосистемы лиманов. Показано, что дальнейшее поступление возвратных вод в лиманы и интенсификация сельскохозяйственного производства в бассейне р.Кубани приведут к еще большему зарастанию водоемов водной растительностью. Увеличение стока в лиманы сульфатных ионов повлечет за собой формирование обширных зон, загрязненных сероводородом как в лиманах, так и в прибрежной части Азовского моря. Предложены меры по снижению антропогенного воздействия на водоемы дельты р.Кубани.

Основной результат работы и предмет защиты автор видит в развитии представлений об особенностях современного гидрохимического режима различных групп лиманов дельты р.Кубани и его изменении под влиянием антропогенного воздействия.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Елецкий Б.Д., Кулий О.Л., Чебанов М.С. Некоторые особенности трансформации водных масс в кубанских дельтовых лиманах // Крутоворот вещества и энергии в водоемах. У Всесоюз. совещание лимнологов.- Иркутск: Изд. ВГБО, 1981, вып. 7.- С. 70-72.
2. Елецкий Б.Д., Кулий О.Л. Особенности трансформации биогенного стока Кубани в различных группах кубанских дельтовых лиманов // Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов Азовского и Каспийского бассейнов.- М., ВНИРО, 1983.- С. 13-17.
3. Тевяшова Л.Е., Кулий О.Л., Суздальцева Л.Ф. Влияние биологической мелиорации на зарастаемость кубанских лиманов и их гидрохимический режим // Антропогенные воздействия на прибрежно-морские экосистемы.- М.: Изд. ВНИРО, 1986.- С. 108-116.
4. Кулий О.Л. Изменение гидрохимического режима лиманов Восточного Приазовья под влиянием хозяйственной деятельности.- Тезисы докла-

дов УП Всесоюз. конф. по промышленной океанологии.- М.: изд. ВНИРО, 1987.- С. III-III2.

5. Кулий О.Л. Некоторые особенности формирования химического состава вод Кубанских дельтовых лиманов // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши. Тезисы докладов XXIX Всесоюз. гидрохимического совещания.- Ростов н/Д, 1987, т. I. С. 203-204.
6. Кулий О.Л. Особенности гидрохимического режима Кубанских дельтовых лиманов и его изменения за 20-летний период // Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря. Тезисы докладов Всесоюз. конференции.- М.: Изд. ВНИРО, 1987, ч. I.- С. 85-86.
7. Кулий О.Л., Корниенко Г.С. Экологические особенности водоемов, питающихся сбросными водами с рисовых систем // Тезисы докладов зональной конференции молодых ученых и специалистов по комплексному и рациональному использованию водных и биологических ресурсов бассейнов Азовского и Каспийского морей.- Ростов н/Д.- 1987.- С. 54-56.
8. Кулий О.Л., Елецкий Б.Д. Причины и особенности эвтрофирования Кубанских дельтовых лиманов // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья.- Краснодар: изд-во Кубанского госуниверситета, 1990, ч. I.- С. II4-II6.
9. Кулий О.Л., Чебанов М.С., Корниенко Г.С., Дуникова Е.П., Попова Т.М., Шпиленко Н.Д. Оценка экологических последствий поступления возвратных вод с рисовых систем в Кубанские лиманы // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья.- Краснодар: Изд-во Кубанского госуниверситета, 1990, ч. II.- С. 228-231.
10. Кулий О.Л. Антропогенная составляющая ионного стока р.Кубани и лиманы Восточного Приазовья // Современные проблемы промышленной океанологии.- Л.: Изд. ЛГМИ, 1990.- С. 259-260.

*Кулий*