

На правах рукописи



РЕШЕТНЯК ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА

**ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ В УСЛОВИЯХ  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Специальность 25.00.36 – «Геоэкология»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Ростов–на–Дону  
2010 год

15 АПР 2010

Работа выполнена в Государственном Учреждении  
**Гидрохимический институт** Федеральной службы по гидрометеорологии и  
мониторингу окружающей среды

Научный руководитель:	доктор геолого-минералогического наук, профессор, член-корр. РАН; ГУ ГХИ, директор <b>Никаноров Анатолий Максимович</b>
Официальные оппоненты:	доктор географических наук, профессор; Северо-Кавказский Гидрометцентр, ведущий специалист <b>Лурье Петр Михайлович</b> ; кандидат географических наук, отдел гидрологии устьев рек и водных ресурсов ГУ ААНИИ, ст. науч. сотр. <b>Соловьева Зинаида Степановна</b>
Ведущая организация:	Государственное учреждение Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, отдел загрязнения природной среды; г. Москва

Защита состоится « 28 » апреля 2010 г. в « 14 » часов на заседании  
диссертационного совета Д 212.208.12 при ФГУО ВПО «Южный федеральный  
университет» по адресу: 344090, Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, геолого-  
географический факультет, ауд. 201.

С диссертацией можно ознакомиться в зональной научной библиотеке  
Южного федерального университета по адресу: г. Ростов-на-Дону, ул.  
Пушкинская, 148, а также в библиотеке ГУ Гидрохимический институт по  
адресу: г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198.

Автореферат разослан « 19 » марта 2010г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат географических наук, доцент

Смагина Татьяна  
Андреевна

## **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

В последнее время проблема количественного истощения водных ресурсов и ухудшения их качества стала особенно актуальной. Помимо природных геохимических и биологических процессов в трансформации экологического состояния водных экосистем зачастую решающую роль начинает приобретать антропогенный фактор. В связи с этим оценка региональных особенностей антропогенной трансформации состояния водных экосистем становится первоочередной задачей не только в изучении состояния водных объектов, но и в природоохранной деятельности.

Речные экосистемы являются сложными многокомпонентными водными объектами суши. Они характеризуются большим количеством факторов и процессов, которые формируют их химико-биологическое и экологическое состояние как природных экосистем. От экологического благополучия речных экосистем напрямую зависят здоровье людей и перспективы развития современной цивилизации.

Решение задач по сохранению запасов и качества природных вод остается чрезвычайно актуальным. Успешная реализация этих задач возможна только при получении знаний о характере и степени загрязненности водных экосистем и возможных негативных последствиях различных видов внешнего воздействия на водные объекты. Это становится особенно важно в современных условиях длительного антропогенного воздействия, при котором формируется измененное гидролого-экологическое состояние водных экосистем.

### **СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ПРОБЛЕМЫ**

Направление, связанное с углублением современного уровня изученности природных вод, включая оценку роли антропогенного воздействия в трансформации современного состояния речных экосистем и изменения компонентного состава их водной среды, к сожалению, недостаточно изучено. По целому ряду причин в исследованиях последних лет не в полной мере учитываются фундаментальные понятия теоретической гидрохимии. Работы в этом направлении в настоящее время являются одним из первых шагов по расширению знаний по экологическому состоянию пресноводных экосистем с целью решения практических задач. Начало было положено в работах Ю.А. Израэля, А.М. Никанорова, В.А. Абакумова, Т.И. Моисеенко, В.Н. Михайлова и др., в которых, с позиции комплексного подхода, рассмотрены речные экосистемы в импактных районах России, региональные особенности функционирования арктических рек и оценка изменчивости их абиотической и биотической компоненты в условиях антропогенного воздействия.

### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучить многолетнюю изменчивость абиотических и биотических параметров состояния речных экосистем в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Оценить направленность антропогенной трансформации их состояния и допустимые диапазоны колебания

системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров трансформированного состояния речных экосистем Европейского Севера России.

### **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. Провести сравнительную оценку изменчивости компонентного состава, степени загрязненности водной среды речных экосистем и приоритетных загрязняющих веществ.

2. Выделить основные особенности изменчивости компонентного состава водной среды с учетом характера и степени ее загрязненности и установить перечень приоритетных загрязняющих веществ и параметров этой изменчивости.

3. Оценить особенности изменчивости уровня развития и структурной организации планктонных и бентосных сообществ водных организмов речных экосистем с учетом степени загрязненности их водной среды и выделить наиболее информативные параметры отклика экосистемы на внешнее воздействие.

4. Провести статистическую обработку многолетней гидрохимической и гидробиологической режимной информации с целью определения допустимых диапазонов колебания системообразующих абиотических и биотических параметров трансформированного состояния речных экосистем.

5. Оценить изменчивость экологического состояния речных экосистем по системообразующим гидрохимическим и гидробиологическим параметрам и возможность возникновения опасных экологических ситуаций (риск воздействия).

### **ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Показать региональные закономерности и специфику изменения основных гидрохимических и гидробиологических параметров состояния речных экосистем в условиях мультифакторного загрязнения, дать оценку процессов их антропогенной трансформации и экологического риска. В качестве объектов исследования выбраны наиболее крупные реки Европейского Севера России, где на сравнительно небольшой площади сконцентрировано большое количество самых разнообразных месторождений и предприятий по их переработке. Кроме того, северная территория Европы наиболее подвержена процессам загрязнения атмосферы, имеющим глобальный характер.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исторический ретроспективный анализ многолетней режимной информации о пространственно-временной изменчивости гидрохимического режима речных экосистем и состояния гидробиоценоза во взаимосвязи с уровнем загрязненности водной среды их обитания для выявления и количественной оценки изменчивости гидрохимических и гидробиологических параметров; выбор на основе статистической обработки системообразующих параметров отклика речных экосистем на антропогенное воздействие и

установление региональных допустимых диапазонов колебания их концентраций для сохранения природной стабильности экосистем.

### **НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

Региональные особенности изменчивости экологического состояния речных экосистем Европейского Севера по приоритетным гидрохимическим и гидробиологическим параметрам с учетом характера и степени загрязненности водной среды; перечень системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров трансформации состояния наиболее загрязненных рек и критерии допустимых диапазонов колебания их количественных показателей; районирование исследуемой территории по современному гидролого-экологическому состоянию речных экосистем.

### **НАУЧНАЯ НОВИЗНА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ:**

- впервые обобщена и проанализирована многолетняя (1980-2008 гг.) гидрохимическая и гидробиологическая информация по пунктам режимных наблюдений Государственной службы наблюдения за состоянием окружающей среды (ГСН) на реках Европейского Севера;

- на основе проведенных обобщений дан подробный анализ возможных тенденций изменчивости приоритетных гидрохимических и гидробиологических параметров состояния речных экосистем в условиях антропогенного воздействия;

- выявлены закономерности изменчивости степени загрязненности водной среды и определены системообразующие параметры, определяющие степень антропогенной трансформации экологического состояния речных экосистем;

- впервые определены допустимые диапазоны колебания системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров трансформированного состояния речных экосистем;

- впервые дана оценка современного экологического состояния большинства речных экосистем Европейского Севера.

### **ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА**

В основу работы положена многолетняя (1980-2008 гг.) режимная гидрохимическая и гидробиологическая информация ГСН Росгидромета.

Лично автором проделана работа по сбору и формированию базы исходной гидрохимической и гидробиологической информации по бассейнам рек Белого и Баренцева морей. Проанализирована, обобщена и откорректирована гидрохимическая информация сети ГСН на 37 пунктах наблюдения, расположенных на 32 реках. Проведена статистическая обработка более чем 83 тыс. проб по таким гидрохимическим показателям как главные ионы, биогенные вещества (соединения азота и фосфора), растворенный в воде кислород, БПК<sub>5</sub>, соединения тяжелых металлов, нефтепродукты и летучие фенолы за период наблюдения с 1980 по 2008 гг.

Проанализирована, обобщена и откорректирована гидробиологическая информация сети ГСН на 23 пунктах наблюдения, расположенных на 14 реках. Проведена статистическая обработка более чем 27 тыс. проб по гидробиологическим показателям состояния сообществ водных организмов (бактерио-, фито-, зоопланктон и макрозообентос) за период наблюдения с 1980-1995 и 2000-2007 гг. Рассмотрены параметры количественного и качественного развития сообществ водных организмов: общая численность сообщества, видовое разнообразие, соотношение видов, массовые виды и виды – индикаторы загрязнения.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ**

Результаты исследований являются составной частью общих экологических научных работ, выполняемых в рамках комплексной темы по целевой научно-технической программе (ЦНТП) Плана НИР Росгидромета на 2008-2010 гг. «Оценить состояние, тенденции и динамику загрязнения воды и донных отложений поверхностных водных объектов РФ. Обеспечить подготовку и издание режимно-справочных материалов, выполнение обязательств по международному проекту ГСМОС/Вода... Усовершенствовать методику оценки состояния воды поверхностных водных объектов и его изменения, технологии информационного обеспечения потребителей разного уровня...»; темы Федеральной целевой программы (ФЦП) «Мировой океан» (2003-2007 гг.) «Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов арктических морей России и Северного Ледовитого океана» подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» и при выполнении Научной программы участия Российской Федерации в проведении Международного Полярного года (2007-2008 гг.). Полученные данные могут быть использованы при разработке мероприятий по охране поверхностных вод и водных экосистем от загрязнения, при прогнозировании экологических ситуаций в районах с интенсивно развитой промышленностью.

Полученные обобщенные данные будут использованы для оптимизации и усовершенствования Государственной системы мониторинга поверхностных вод суши Росгидромета. Выявленные особенности изменчивости состояния водных объектов Европейского Севера частично использованы при написании глав ежегодников, издаваемых ГУ ГХИ «Качество поверхностных вод РФ».

На основании проведенных исследований классифицированы реки по степени загрязненности их водной среды и установлены допустимые диапазоны колебания системообразующих параметров состояния речных экосистем Европейского Севера. Такие исследования важны для правильной оценки степени загрязненности водной среды речных экосистем и разработки мероприятий по улучшению качества воды.

Полученные данные используются при подготовке учебно-методических материалов и чтении лекций по спецкурсам «Гидрохимия» и «Региональная гидрохимия» для студентов геолого-географического факультета ЮФУ.

## **СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ ПАСПОРТУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Тема диссертационной работы соответствует Паспорту специальности «Геоэкология», поскольку в круг задач геоэкологических исследований входит изучение изменений водных ресурсов под влиянием природных и антропогенных факторов. При проведении исследования затрагивались такие области исследований геоэкологии как:

П.6. – «Природная среда и ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, поверхностных и подземных вод...». Рассмотрены закономерности изменчивости в условиях антропогенного воздействия гидрохимического и гидробиологического режима речных экосистем.

П.10. – «Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности». Дана комплексная оценка трансформации экологического состояния речных экосистем по планктонным и бентосным сообществам водных организмов во взаимосвязи со степенью загрязненности водной среды их обитания.

П.11. – «Динамика, механизм, факторы и закономерности развития опасных природных и техноприродных процессов, прогноз их развития, оценка опасности и риска...». Проведена оценка возможности возникновения чрезвычайных экологических ситуаций при усилении внутрисистемных процессов антропогенного эвтрофирования и экологического регресса.

### **АПРОБАЦИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Основные материалы диссертационной работы докладывались на научной конференции «Вклад России в Международный Полярный год» (г. Сочи, 2-8 октября 2008 г.); научной конференции «175 лет Гидрометслужбе России – научные проблемы и пути их решения» (г. Москва, 26-27 мая 2009 г.); научно-практической конференции «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России» (г. Азов, 8-10 июня 2009 г.); на итоговых сессиях Ученого совета Гидрохимического института (10.03.2009 г. и 27.10. 2009 г); на восьмой Международной научно-практической конференции «Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования» (г. Новочеркасск, декабрь 2009 г).

**ПУБЛИКАЦИИ.** По теме диссертационной работы опубликованы 9 работ, 3 из которых в реферируемых журналах из списка ВАК Министерства образования и науки России: «Метеорология и гидрология», «Водные ресурсы» и «Известия вузов. Северо-Кавказский регион»; 2 статьи – в других реферируемых журналах: «Экологическая химия» и «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук»; 4 публикации – в других изданиях.

**СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ.** Диссертация изложена на 174 страницах, включая 10 рисунков и 38 таблиц. Состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и приложения.

Автор выражает глубокую искреннюю благодарность за помощь в работе над диссертацией своему научному руководителю член-корр. РАН, доктору

геолого-минералогических наук, профессору А.М. Никанорову и коллегам по лаборатории дистанционных и химико-биологических методов наблюдения В.А. Брызгало и Л.С. Косменко за оказанную поддержку, внимание и конструктивную помощь.

## **II. ПОЛОЖЕНИЯ ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

1. Антропогенное воздействие на речные экосистемы Европейского Севера вызывает заметное изменение компонентного состава и повышение степени загрязненности водной среды, которое проявляется в повышении содержания в воде минеральных форм азота и фосфора до концентраций, значительно превышающих предельно допустимые экологические концентрации (ПДЭК) и загрязняющих органических и неорганических веществ до концентраций, в десятки раз превышающих значения ПДК.

2. Антропогенная трансформация компонентного состава и увеличение степени загрязненности водной среды являются первопричиной изменения уровня развития и структурной организации сообществ водных организмов, что проявляется в изменении общей численности планктонных и бентосных сообществ, снижении их видового разнообразия, выходе на доминирующее положение отдельных видов. Наиболее заметные изменения отмечены в развитии бактериопланктона и макрозообентоса.

3. Длительное антропогенное воздействие привело к заметному расширению допустимых диапазонов колебания системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров трансформированного состояния речных экосистем Европейского Севера и, в свою очередь, к переходу их состояния от естественного и равновесного к кризисному и критическому.

## **III. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования, указывается важность комплексного подхода к изучению трансформации экологического состояния водных объектов и необходимость учета региональных особенностей при изучении изменчивости водной среды. Формулируются цель и задачи исследования, приводится практическая значимость и научная новизна полученных результатов, а также обозначаются выносимые на защиту положения.

### **ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

В данной главе приводится общая характеристика природных и антропогенных факторов воздействия на водные объекты России.

Исходя из определенной общности отдельных регионов по природным условиям, уровня хозяйственного освоения, соотношения между важнейшими ресурсами и степенью их использования, специфики Европейского Севера и других регионов, выделены основные виды производств, обуславливающие повышение уровня загрязненности водных объектов.

## **ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА И ЕГО РЕЧНОЙ СЕТИ**

### **2.1. Обоснование выбора Европейского Севера в качестве региона для исследований**

Европейский Север в настоящее время является одним из самых доступных и хорошо освоенных северных регионов России. Уникальность и богатство природно-сырьевых ресурсов этого региона обусловили формирование только на одном Кольском полуострове порядка шести промышленных узлов, которые создали высокую концентрацию мощнейших предприятий горнорудной, металлургической индустрии и сопровождающих их предприятий энергетики (включая атомную) и стройиндустрии.

Будучи соединенными железными дорогами и автомагистралями, промышленные центры сливаются, образуя на территории Европейского Севера импактные районы, в которых длительное время сохраняется критическая, а нередко и кризисная экологическая ситуация.

### **2.2. Общая гидрографическая и гидрологическая характеристика речной сети Европейского Севера**

Водосборные бассейны Белого и Баренцева морей имеют хорошо развитую речную сеть. Приведены основные характеристики наиболее крупных рек региона и показано, что речной сток влияет на северные моря. Дана краткая характеристика условий формирования водного стока рек бассейнов Белого и Баренцева морей (климатические условия и особенности рельефа).

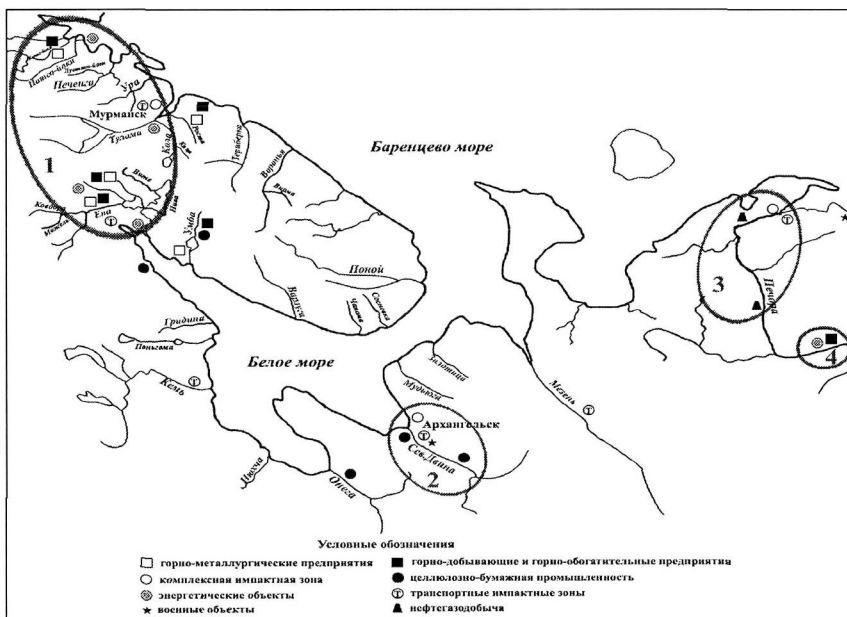
### **2.3. Гидрологические особенности речных экосистем Европейского Севера**

Подробно рассмотрены основные гидрологические характеристики рек региона, имеющих важное народно-хозяйственное значение и испытывающих разное по характеру и уровню антропогенное воздействие. Особенно подробно приведено описание водного режима наиболее крупных рек исследуемого региона – Печора, Северная Двина, Мезень и Онега.

### **2.4. Территориальная неоднородность факторов антропогенного воздействия на водные объекты Европейского Севера**

Рассмотрены некоторые физико-географические особенности региона, усиливающие негативное воздействие основных источников загрязнения речных экосистем (рис. 1).

В результате освоения территории Европейского Севера формируются импактные районы (табл. 1) с различной степенью воздействия на окружающую среду, разные по площади и возрасту. При разработке новых месторождений затрагивается вся географическая оболочка Земли: атмосфера, водные объекты, почва, подземные воды, растительность. Загрязняющие вещества вносятся многими предприятиями промышленности и хозяйственной деятельности, но наибольшее загрязнение поверхностных вод происходит при химическом загрязнении



**Рис. 1. Основные источники загрязнения речных экосистем и импактные районы Европейского Севера**

Таблица 1  
Характеристика импактных районов Европейского Севера России (Никаноров и др., 2007)

Импактный район	№ на рис. 1	Источники загрязнения	Загрязняющие вещества	Острота ситуации
Кольский	1	Металлургия, горнодобывающая промышленность, АЭС, ТЭЦ, добыча и транспорт углеводородов	Оксиды S, N, пыль, бенз(а)пирен, соединения Ni, Hg, Al, Sr, фтористый углерод, радионуклиды, нефтепродукты, метанол	Кризисная
Северо-Двинский	2	Целлюлозно-бумажная промышленность, военные объекты (Северный флот), ТЭЦ	Бенз(а)пирен и др. ПАУ, соединения Hg и др. тяжелых металлов, оксиды S и N, сероуглерод, формальдегид	Кризисная
Тимано-Печорский	3	Нефтегазодобыча	Нефтепродукты, оксиды C, S и N, соединения Sr и радионуклиды	Критическая
Воркутинский	4	Горнодобывающая и цементная промышленность, ТЭЦ	Пыль, оксиды серы и азота, соединения тяжелых металлов, ПАУ	Критическая

### ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И МАССИВ ДАННЫХ

Методика проведенных исследований включала в себя следующие этапы:

1. Анализ многолетней режимной гидрохимической и гидробиологической информации об изменчивости состояния и степени загрязненности водной среды речных экосистем.

2. Оценка характера и степени загрязненности водной среды исследуемых рек с использованием метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям (РД 52.24.643-2002).

3. Выделение и количественная характеристика изменчивости допустимых диапазонов колебания системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров состояния речных экосистем, являющихся результатом всех происходящих в них внутриводных процессов и последствий антропогенного воздействия. По результатам статистической обработки многолетних вариационных рядов значений концентраций и количественных показателей развития сообществ водных организмов выделены интервалы наиболее часто встречаемых величин (НЧВ) данных параметров.

4. Оценка изменчивости экологического состояния выполнена по совокупности показателей структурной организации планктонных (бактерио-, фито-, зоопланктон) и бентосных (макрзообентос) сообществ водных организмов с привлечением таких характеристик, как численность организмов, видовое разнообразие, соотношение различных групп организмов в каждом сообществе, массовые виды и виды – индикаторы загрязнения.

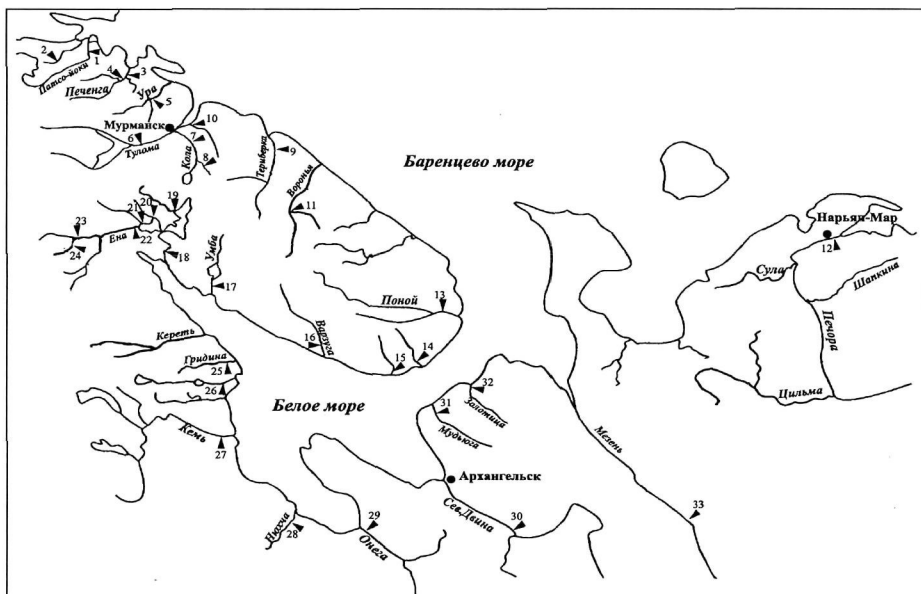
5. Оценка возможного экологического риска антропогенного воздействия (РД 52.24.661-2004) включает в себя:

- определение доли и степени антропогенного воздействия;
- определение состояния экосистемы по абиотическим и биотическим параметрам водной среды;
- оценка последствий длительного антропогенного воздействия и установление направленности внутрисистемных процессов.

При статистической обработке многолетней режимной информации использованы следующие статистические характеристики:

- диапазоны колебания многолетних вариационных рядов значений гидрохимических и гидробиологических параметров;
- интервалы НЧВ вариационных рядов и их частота встречаемости (%);
- кратность превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых экологических концентраций (ПДЭК).

Реализация поставленных задач применительно к водным объектам Европейского Севера проведена на основе обобщения результатов многолетних режимных наблюдений ГСН на реках бассейнов Баренцева и Белого морей. В матрицу исходного массива данных включена информация по (рис.2):



**Рис. 2. Карта-схема расположения режимных пунктов наблюдения сети ГСН:**

1. р. Патсо-йоки – Борисоглебская ГЭС\*; 2. р. Колос-йоки – пгт. Никель\*; 3. р. Печенга – ст. Печенга\*; 4. р. Луотти-йоки – 0,5 км выше устья\*; 5. р. Ура – с. Ура-губа\*; 6. р. Тулома – пор. Томкиш; 7. р. Кола – г. Кола; 8. р. Кица – 2,2 км выше устья\*; 9. р. Териберка – с. Териберка; 10. р. Роста – г. Мурманск\*; 11. р. Вирма – с. Ловозеро\*; 12. р. Печора – с. Оксино; 13. р. Понной – п. Краснощелье; 14. р. Сосновка – с. Сосновка; 15. р. Чалома – с. Чалома; 16. р. Варзуга – с. Варзуга; 17. р. Умба – порт Паялка; 18. р. Нива – г. Кандалакша\*; 19. р. Вите – 0,5 км выше устья\*; 20. р. Белая – 1,0 км выше устья; 21. р. Нюдауй – 0,5 км выше устья\*; 22. р. Ена – устье; 23. р. Ковдора – 7,0 км ниже впадение р.Можель\*; 24. р. Можель – 0,25 км выше устья; 25. р. Гридина – с. Гридино; 26. р. Поньгома – с. Поньгома; 27. р. Кемь – г. Кемь; 28. р. Нюхча – с. Нюхча; 29. р. Онега – с. Порог; 30. р. Северная Двина – с. Усть-Пинега\*; 31. р. Мудьюга – д. Патрикеевская; 32. р. Золотица – д. Верхняя Золотица; 33. р. Мезень – д. Малонисогорская.

Примечание: \* – означает совпадение гидрохимического и гидробиологического поста режимных наблюдений.

- гидрохимическим показателям на 37 пунктах ГСН, расположенных на 32 реках Европейского Севера за период 1980-2008 гг.;

- гидробиологическим показателям на 23 пунктах ГСН, расположенных на 14 реках Европейского Севера за период 1980-1995 и 2000-2007 гг.

Сроки наблюдений на большинстве исследуемых рек были приурочены к основным характерным фазам годового гидрологического цикла – на подъеме, пике и спаде половодья, в летнюю межень при наименьшем расходе воды и при прохождении дождевого паводка, а также в период начала ледостава и в зимнюю межень.

## **ГЛАВА 4. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНОЙ СРЕДЫ**

### **4.1. Изменчивость степени загрязненности водной среды речных экосистем**

По степени загрязненности водной среды исследуемые речные экосистемы ранжированы как:

- переходные от «слабо» к «весьма загрязненной» - рр. Патсо-йоки, Ура, Кица, Териберка, Поной, Сосновка, Чапома, Варзуга, Умба, Ковдора, Ена, Нива, Вите, Гридина, Поньгома, Кемь, Нюхча;
- переходные от «весьма» к «очень загрязненной» - рр.Печенга, Кола, Вирма, Можель, Печора, Онега, Мудьюга, Золотица, Мезень, Сев. Двина;
- переходные от «очень загрязненной» к «грязной» - рр.Колос-йоки, Луоттн-йоки, Белая;
- «очень» и «чрезвычайно грязные» - рр.Роста и Ньюдауй.

Приоритетными загрязняющими веществами для большинства исследуемых рек являются растворенные соединения железа, меди и никеля, летучие фенолы, реже нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), азот аммонийный.

### **4.2. Особенности изменчивости компонентного состава водной среды**

#### **4.2.1. Главные ионы.**

Описаны основные физико-географические факторы, в том числе виды почв, влияющие на формирование компонентного состава главных ионов. Показано, что в распределении ионного состава водной среды рек Европейского Севера наблюдается тенденция расширения общего диапазона колебания содержания главных ионов при увеличении степени загрязненности водной среды.

#### **4.2.2 Азот- и фосфорсодержащие соединения**

Отмечено, что за последние два десятилетия прослеживается тенденция повышения частоты встречаемости случаев превышения концентрации минеральных форм азота и фосфора до величин, в десятки раз превышающих предельно допустимые экологические концентрации (ПДЭК) (В.П. Жукинский и др., 1993). Кратность превышения ПДЭК находится в тесной взаимосвязи со степенью загрязненности водной среды исследуемых рек Европейского Севера.

#### **4.2.3 Приоритетные загрязняющие вещества**

Анализ режимной гидрохимической информации ГСН по изменчивости компонентного состава приоритетных загрязняющих веществ (растворенных соединений тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов) в водной среде исследуемых речных экосистем показал высокую пространственно-временную изменчивость их концентраций. Кроме вышперечисленных приоритетных загрязняющих веществ для р. Северная Двина характерно наличие специфических загрязняющих веществ таких, как метанол и лигносульфонаты (Никаноров А.М.,..., Решетняк О.С. и др., 2010).

Характерной особенностью многих речных экосистем Европейского Севера и, особенно Кольского полуострова, является присутствие в природных незагрязненных водах растворенных соединений меди, железа, цинка и никеля в повышенных концентрациях (табл. 2, 3).

Наблюдается также тенденция накопления в водной среде нефтепродуктов и летучих фенолов. Это приводит к увеличению нагрузки на трофические цепи и нарушению естественного равновесия между абиотической и биотической составляющими экосистемы.

Анализ полученной информации позволяет заключить, что в число основных параметров изменчивости компонентного состава водной среды рек на водосборе Баренцева и Белого морей следует включить фенолы, нефтепродукты, растворенные соединения меди и железа.

Таблица 2

Изменчивость содержания растворенных форм тяжелых металлов в водной среде рек бассейна Баренцева моря

Речная экосистема	Пункт режимных наблюдений	Диапазон колебания концентрации соединений, мг/л (ПДК, мг/л)			
		железа (0,10)	меди (0,001)	цинка (0,010)	никеля (0,010)
Патсойки	пгт. Кайтакоски	0,01-0,91	н.о.*-0,017	н.о.-0,041	н.о.-0,045
	п. Борисоглебский	0,01-0,43	н.о.-0,037	н.о.-0,072	н.о.-0,074
Печенга	п. Корзуново	0,02-1,50	н.о.-0,054	н.о.-0,079	н.о.-0,128
	ст. Печенга	0,01-1,99	н.о.-0,065	н.о.-0,105	н.о.-0,108
Териберка	60-й км Серебрянской а/д	0,02-0,47	н.о.-0,016	н.о.-0,051	н.о.-0,030
Кола	пгт. Выходной	0,01-0,69	н.о.-0,053	н.о.-0,039	н.о.-0,031
	устье, г. Кола	0,02-2,60	н.о.-0,022	н.о.-0,026	н.о.-0,046
Печора	с.Оксино	0,10-2,90	н.о.-0,019	н.о.-0,164	н.о.-0,056

\* н.о. – ниже предела обнаружения

Таблица 3

Изменчивость содержания растворенных форм тяжелых металлов в водной среде рек бассейна Белого моря

Речная экосистема	Пункт режимных наблюдений	Диапазон колебания концентрации соединений, мг/л (ПДК, мг/л)			
		железа (0,10)	меди (0,001)	цинка (0,010)	никеля (0,010)
Поной	с. Краснощелье	0,03-2,07	н.о.*-0,018	н.о.-0,035	н.о.-0,073
Нива	г.Кандалакша	0,01-0,52	н.о.-0,020	н.о.-0,065	н.о.-0,034
Онега	с. Порог	0,10-0,90	н.о.-0,062	н.о.-0,120	н.о.-0,045
Мезень	д. Малонисогорская	0,02-1,43	н.о.-0,039	н.о.-0,096	н.о.-0,39
Северная Двина	с.Усть-Пинга	0,01-0,84	н.о.-0,013	н.о.-0,248	н.о.-0,006
Вите	устье	0,01-0,22	н.о.-0,052	н.о.-0,029	н.о.-0,032

\* н.о. – ниже предела обнаружения.

## ГЛАВА 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ХАРАКТЕРА И УРОВНЯ РАЗВИТИЯ СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Проведенный анализ гидробиологической информации показал, что на фоне высокой пространственной неоднородности уровня развития сообществ водных организмов при ухудшении качества водной среды их обитания наблюдается тенденция изменчивости показателей структурной организации развития планктонных и бентосных сообществ.

### 5.1. Бактериопланктонные сообщества водных организмов

Общий диапазон колебания значений численности микроорганизмов расширился от 0,20-5,50 млн.кл/мл в речных экосистемах со степенью загрязненности водной среды «слабо загрязненная» и «загрязненная» до 0,50-16,9 млн.кл/мл – со степенью загрязненности «грязная» и «очень грязная» (табл. 4). Повышение уровня развития бактериопланктона нередко сопровождалось увеличением доли сапрофитных бактерий.

Таблица 4

Изменчивость количественных показателей развития бактериопланктонного сообщества

Река – пункт режимных наблюдений	Диапазон колебания	
	ОЧ бактериопланктона, млн. кл/мл	ОЧ сапрофитных бактерий, тыс. кл/мл
«Слабо» и «весьма загрязненная» водная среда		
Патсо-йоки – п.Борисоглебский	0,50-2,63	0,03-1,70
Териберка – Серебрян. а/д	0,60-1,40	0,10-0,70
Нива – г. Кандалакша	0,80-2,80	0,20-8,60
«Весьма» и «очень загрязненная» водная среда		
Печенга – ст. Печенга	0,50-5,50	0,90-39,0
Кола – устье	1,00-5,01	0,30-72,0
Ковдора – ниже р. Можель	0,20-4,23	0,80-32,0
Сев.Двина – с. Усть-Пинегга	0,05 – 5,39	нет данных
«Очень загрязненная» и «грязная» водная среда		
Колос-йоки – устье	1,30-10,9	1,30-640
«Очень» и «чрезвычайно грязная» водная среда		
Роста – г. Мурманск	2,30-16,9	22,9-3300
Нюдауй – устье	0,50-8,49	2,50-252

### 5.2. Фитопланктонные сообщества водных организмов

Обобщение и анализ многолетней режимной информации об уровне развития и структурной организации фитопланктонных сообществ речных экосистем показали высокую пространственную изменчивость их общей численности. Отмечено также, что повышение степени загрязненности водной среды может вызвать расширение периода максимального развития этого сообщества (табл. 5).

Характерными признаками антропогенной трансформации фитопланктона являлись:

- расширение диапазона колебания общей численности сообщества;
- увеличение относительной численности зеленых и реже сине-зеленых водорослей;
- повышение частоты встречаемости низких значений общей численности при повышении степени загрязненности водной среды.

Таблица 5

**Внутригодовая изменчивость уровня развития фитопланктонных сообществ речных экосистем**

Речная экосистема	Диапазон колебания общей численности, тыс.кл/мл						
	месяцы						
	март	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
<b>«Весьма загрязненная» водная среда</b>							
ЕНА	0,009-0,013	0,028-0,99	0,012-7,81	0,053-17,6	0,053-7,07	0,017-0,55	0,22-2,67
<b>«Весьма» и «очень загрязненная» водная среда</b>							
КОЛА	0,006-0,31	0,012-0,099	0,030-12,9	0,022-4,84	0,66-3,28	0,72-5,19	0,018-1,49
<b>«Очень загрязненная» водная среда</b>							
ВИРМА	нет данных	0,018-0,21	0,94-41,4	0,066-10,5	0,057-7,84	0,088-12,4	0,33-3,04
<b>Переходная от «грязной» к «весьма загрязненной» водная среда</b>							
КОВДО-РА	0,010-0,021	0,041-5,16	2,20-36,8	0,47-43,1	0,054-24,5	0,017-1,05	0,74-7,49

### 5.3. Зоопланктонные сообщества водных организмов

На фоне высокой пространственной изменчивости общей численности зоопланктонного сообщества отмечены следующие структурные изменения.

1. В «слабо загрязненных» речных экосистемах при общей численности зоопланктона до 10,0 тыс. экз/м<sup>3</sup> широкое развитие получили такие чистолюбивые виды, как *Kellicottia longispina*, *Bosmina obtusirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Notholca acuminata*.

2. Для речных экосистем со степенью загрязненности водной среды «очень загрязненная» и «грязная» отмечаются:

- значительные колебания общей численности зоопланктона с тенденцией уменьшения видового разнообразия;
- повышение частоты встречаемости низких значений общей численности;
- усиление развития устойчивых к загрязнению видов из группы коловраток.

### 5.4. Макрозообентосные сообщества водных организмов

Характерной особенностью антропогенной трансформации макрозообентосного сообщества и универсальным для этого региона характером отклика бентофауны на повышение уровня загрязненности водной среды следует считать (табл. 6):

- расширение диапазона колебания общей численности с тенденцией увеличения минимальных и максимальных ее значений;

- уменьшение видового разнообразия бентофауны при усилении ее развития и выход на доминирующее положение группы олигохет (особенно в периоды максимального развития сообщества).

Таблица 6

Изменчивость показателей развития макрозообентосных сообществ в речных экосистемах Европейского Севера

Река – пункт режимных наблюдений	Диапазон колебаний		
	общей численности, тыс.экз/м <sup>2</sup>	относительной численности олигохет, %	доминирующие группы и их относительная численность, %
«Слабо» и «весьма загрязненная» водная среда			
Патсо-йоки – Борисоглебская ГЭС	0,68-4,50	3-37	хириноиды (20-80)
Ура – с. Ура-губа	0,15-7,68	0-80	хириноиды (26-76)
Кица – ст. Лопарская	0,15-5,80	0-86	хириноиды (20-69)
Тернберка – 60-й км Серебрянской а/д	0,53-7,10	0-74	хириноиды (22-60)
Ена – пос.Ена	0,15-9,78	0-91	хириноиды (17-88)
Ковдора – г. Ковдор	0,50-8,90	5-46	хириноиды (20-70)
«Весьма» и «очень загрязненная» водная среда			
Печенга – ст.Печенга	0,10-68,9	0-100	олигохеты(44-100) хириноиды (39-92)
Ковдора – ниже впадения р. Можель	0,85-118	0-91	хириноиды (30-90) олигохеты (50-91)
Можель – устье	0,21-34,5	5-91	хириноиды (38-97)
«Очень загрязненная» и «грязная» водная среда			
Колос-йоки – устье	0,13-605	7-100	олигохеты (50-100)
Луотти-йок – устье	0,18-19,2	0-92	хириноиды (23-95)
«Очень» и «чрезвычайно грязная» водная среда			
Роста – устье	35,0-1460	97-100	олигохеты (97-100)
Нюдауй – устье	0,05-21,1	0-73	хириноиды(25-100)

Экологический регресс сообщества, проявляющийся в уменьшении группового и видового разнообразия и выходе на доминирующее положение группы олигохет, довольно отчетливо проявляется в речных экосистемах с «грязной» и «очень грязной» водной средой.

## ГЛАВА 6. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ОЦЕНКА РИСКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Заметная антропогенная трансформация компонентного состава водной среды и структурной организации сообществ водных организмов сопровождается снижением стабильности речных экосистем, что нередко приводит к возникновению чрезвычайных экологических ситуаций (Брызгалов и др., 2004; Решетняк О.С., 2010). Следствием нарушения устойчивости в таких системах является вероятность возникновения кризисных

экологических ситуаций и развитие процессов антропогенного эвтрофирования или экологического регресса.

### 6.1. Особенности антропогенной трансформации речных экосистем Европейского Севера

Проведенный анализ тенденций изменчивости состояния речных экосистем Европейского Севера показал, что к числу особенностей их антропогенной трансформации следует отнести:

- нарушение кислородного режима (особенно для речных экосистем с «грязной» водной средой);
- изменение соотношения в водной среде минеральных форм азота и фосфора и природных внутригодовых колебаний их концентраций с тенденцией увеличения в зимне-весенний период;
- накопление в водной среде приоритетных загрязняющих веществ;
- расширение допустимых диапазонов колебания системообразующих гидрохимических и гидробиологических параметров трансформированного состояния речных экосистем, верхние границы которых по многим гидрохимическим показателям превышают установленные ПДК (табл. 7).

Таблица 7

Допустимые диапазоны колебания концентраций приоритетных загрязняющих веществ в водной среде речных экосистем

Река - пункт режимных наблюдения	Диапазон колебания наиболее часто встречаемых значений концентраций в ПДК:			
	ЛООВ (по БПК <sub>5</sub> )*	азота нитрипного	нефтепродуктов	соединений меди
<b>«Весьма» и «очень загрязненная» водная среда</b>				
Кола – 0,8 км выше устья	0,1 – 1,0	0 – 0,5	0**	2,0 – 10,0
Вирма – с. Ловозеро	0,12 – 1,2	0	0 – 1,2	1,0 – 9,0
Мезень – д.Малонисогорская	0,8 – 1,4	0 – 0,2	0 – 2,0	1,0 – 10,0
Золотица – д. Верхняя Золотица	0,3 – 1,0	0 – 0,3	0 – 1,4	0,0-9,0
Онега – с. Порог	0,1 – 0,8	0 – 0,1	0 – 2,8	1,0 – 5,0
Печора – с. Оксино	0,5 – 2,4	0 – 0,3	0 – 1,0	1,0 – 9,0
Северная Двина – с.Усть-Пинег	0,3 – 1,8	0 – 0,25	0 – 1,8	1,0 – 5,0
<b>«Очень загрязненная» и «грязная» водная среда</b>				
Белая – 1,0 км выше устья	0,4 – 2,4	0 – 14	0 – 1,8	0 – 13,0
Луоттн-Йоки - устье	0,2 – 1,0	0 – 4,6	0 – 0,8	0 – 15,0
Колос-Йоки – пгт.Никель	0 – 1,7	0 – 1,3	0 – 1,8	2,0 – 29,0
<b>«Грязная» и «очень грязная» водная среда</b>				
Роста - г. Мурманск	0,56 – 4,9	0 – 18,0	0,2 – 9,6	1,0 – 6,0
Нюдауй - устье	0,4 – 4,4	0 – 3,8	0 – 3,2	9,0 – 280
ЛООВ* – легкоокисляемые органические вещества, определяемые по величине БПК <sub>5</sub> воды; ** 0 – означает, что диапазон НЧВ состоит из концентраций ниже предела обнаружения.				

## **6.2. Антропогенная трансформация современного экологического состояния речных экосистем**

Используя предложенный ранее классификатор оценки состояния водных экосистем (РД 52.24.661-2004) по легкоокисляемым органическим веществам и азоту аммонийному, доле и степени антропогенного воздействия проведена оценка состояния речных экосистем.

Показано, что состояние речных экосистем со «слабо» и «весьма загрязненной» водной средой сохраняется стабильным - проявляется переход их состояния от естественного (не нарушенного антропогенным воздействием) к равновесному (состояние, при котором скорость внутриводоемных биохимических процессов восстановления экосистемы превышает темпы антропогенных нарушений). Состояние речных экосистем с «очень» и «чрезвычайно грязной» водной средой (рр.Роста, Ньюдай) оценивается как критическое (состояние, при котором происходит обратимая замена природных экологических систем на измененные по трофности, сапробности и биологической продуктивности пресноводные экосистемы (Хрусталеv, 2000)).

По доли и степени антропогенного воздействия (РД 52.24.661-2004) состояние речных экосистем со «слабо» и «весьма загрязненной» водной средой оценивается как естественное и равновесное; с «весьма» и «очень загрязненной» – как равновесное и кризисное; а с «очень» или «чрезвычайно грязной» – как кризисное и критическое (табл. 8).

Отмечено, что переход состояния речных экосистем из кризисного в критическое влечет за собой, с одной стороны, заметное увеличение общей численности бактериопланктона и сапрофитной микрофлоры, а с другой, – обеднение видового состава макрозообентоса с тенденцией выхода на доминирующее положение группы олигохет – представителей грязных вод (табл. 9, 10).

## **6.3. Оценка риска антропогенного воздействия на речные экосистемы**

Концепция оценки риска антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы основана на выявлении факторов риска в комплексе с гидробиологическими параметрами состояния водных экосистем. Основное внимание уделяется выявлению особенности трансформации подверженных антропогенному воздействию природных экосистем.

Оценка риска антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы подразумевает процесс выявления и оценку возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в структурной организации экосистем и представление этих нарушений в количественном выражении (Хрусталеv, 2000; РД 52.24.661-2004).

Поэтому приведенные в работе заметные изменения структурной организации сообществ водных организмов позволяют рассматривать их как прямой отклик экосистемы на антропогенное воздействие за счет усиления таких внутрисистемных процессов как антропогенное эвтрофирование и экологический регресс (Никаноров и др., 2006).

Таблица 8

Изменчивость современного состояния речных экосистем Европейского Севера по антропогенной нагрузке

Степень загрязненности водной среды	Речные экосистемы	Доля антропогенного воздействия		Степень антропогенного воздействия	
		диапазон значений, %	состояние экосистемы (РД 52.24.661)	диапазон значений, %	состояние экосистемы (РД 52.24.661)
«слабо» и «весьма загрязненная»	рр. Терiberка, Гридина, Поньгома и др.	<u>8-45*</u> 8-27	естественное	<u>0-50</u> 0	естественное
«весьма» и «очень загрязненная»	рр. Кола, Печенга, Мезень	<u>18-54*</u> 15-50	равновесное	<u>0-50</u> 0-10	равновесное
	рр. Можель, Онега, Мудьюга, Сев. Двина, Золотица	<u>18-67</u> 25-57	равновесное с переходом в кризисное	<u>0-50</u> 0-25	равновесное с переходом в кризисное
«очень загрязненная» и «грязная»	рр. Колос-йоки, Белая, Луоттн-йоки,	<u>13-71</u> 31-57	равновесное с переходом в кризисное	<u>0-66</u> 0-40	кризисное с переходом в критическое
«очень» и «чрезвычайно грязная»	рр. Роста и Ньюдуай	<u>31-83</u> 42-75	критическое	<u>0-71</u> 22-50	критическое

Примечание: \* в числителе дан общий диапазон колебания, в знаменателе – наиболее часто встречаемые значения

Таблица 9

Допустимые диапазоны колебания количественных показателей развития сообществ водных организмов речных экосистем со «слабо» и «весьма загрязненной» водной средой

Речная экосистема	Наиболее часто встречаемые величины численности сообщества					
	бактериопланктона		фитопланктона	зоопланктон	макрозообентоса	
	Численность					
	общая млн. кл/мл	сапрофитов тыс. кл/мл	тыс.кл/мл	тыс.кл/м3	тыс.экз/м2	Относит. численность олигохет%
Патсо-йоки	0,50-1,60	0,10-1,50	0,18-0,78	0,20-2,52	0,55-2,30	8-29
Ура	0,80-1,31	0,20-1,00	0,15-0,90	0,02-1,32	0,15-1,96	3-27
Нота	0,98-1,30	0,30-1,10	0,11-0,71	0,17-0,72	1,15-2,60	5-28
Кица	0,50-1,50	0,20-1,50	0,11-0,59	0,05-1,00	0,15-2,10	0-26
Териберка	0,80-1,20	0,10-0,50	0,20-2,00	0,06-0,66	0,53-2,70	7-25

Таблица 10

**Допустимые диапазоны колебания количественных показателей развития сообществ водных организмов речных экосистем с высоким уровнем загрязненности водной средой**

Речная экосистема	Наиболее часто встречаемые величины численности сообщества					
	бактериопланктона		фитопланктона	зоопланктона	макрозообентоса	
	общая млн. кл/мл	сапрофитов тыс. кл/мл	тыс. кл/мл	тыс. кл/м <sup>3</sup>	тыс. экз/м <sup>2</sup>	Относительная численность олигохет, %
Печенга	1,50-3,00	0,90-13,0	0,10-2,00	0,03-0,50	1,10-9,96	40-85
Кола, устье	1,00-2,50	0,50-6,80	0,20-2,00	0,01-0,87	0,16-2,75	0-29
Можель	1,00-2,50	2,50-10,0	0,16-1,20	0,24-10,0	0,55-5,90	35-89
Колос-йоки	1,30-4,00	1,30-33,0	0,01-0,60	0,08-0,30	1,0-19,4	60-100
Луотти-йоки	0,80-2,00	0,80-5,70	0,50-4,80	0,05-1,5	0,18-2,80	0-35
Нюдуай	2,00-6,50	13-98,5	н.о.*-0,19	0,01-0,22	0,06-1,00	0-19
Роста	2,30-11,0	23-250	н.о.-0,22	0,02-1,20	0,20-1,10	97-100

\* - ниже предела обнаружения.

Проведенная статистическая обработка показала, что в речных экосистемах с «весьма» и «слабо загрязненной» водной средой сообщество фитопланктона находится в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса (рр. Патсо-йоки, Териберка, Печенга, Кола, Нива, Ена). На усиление степени загрязненности водной среды, особенно органическими и биогенными веществами, фитопланктонное сообщество отвечает развитием процессов антропогенного эвтрофирования (рр. Ковдора, Можель, Вирма, Луотти-йоки). В речных экосистемах с «очень» и «чрезвычайно грязной» водной средой (рр. Роста и Нюдуай) высокая антропогенная нагрузка вызывает экологический регресс сообщества.

Установлено, что для оценки изменчивости экологического состояния речных экосистем Европейского Севера наиболее информативны показатели развития бактериопланктона и макрозообентоса. Характер изменчивости диапазонов НЧВ общей численности этих сообществ и относительной численности олигохет в составе бентофауны, а также сравнение этих параметров с классификатором уровня экологического регресса (РД 52.24.661) показали довольно отчетливую тенденцию повышения уровня экологического регресса по мере усиления антропогенного воздействия (табл. 11).

Таблица 11

## Пространственная изменчивость уровня экологического регресса

Речные экосистемы	НЧВ общей численности бактериопланктона, млн. кл/мл	Уровень экологического регресса	Сообщество макрозообентоса		
			НЧВ		Уровень экологического регресса
			общей численности макрозообентоса, тыс. экз/м <sup>2</sup>	относительной численности олигохет, %	
«Слабо» и «весьма загрязненная» водная среда					
Рр. Вите Патсо-йоки, Нива,	1,00-2,20	Элементы экологического регресса	0,80-4,40	5-28	Антропогенное напряжение
Рр. Кица, Териберка	0,50-1,50	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	0,15-2,70	0-26	
«Весьма» и «очень загрязненная» водная среда					
Рр. Печенга, Ковдора, Можель	0,50-3,70	Элементы экологического регресса	0,55-16,3	3-99	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса
«Очень загрязненная» и «грязная» водная среда					
р. Колос-йоки	1,30-3,96	Элементы экологического регресса	1,00-19,4	60-100	Элементы экологического регресса
«Очень» и «чрезвычайно грязная» водная среда					
р. Роста	5,00-16,9	Экологический регресс	229-839	97-100	Экологический регресс
р. Нью-дуай	3,1-6,83		0,06-1,00	0-19	Угнетение развития

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Речные экосистемы Европейского Севера, функционирующие в условиях сурового климата, широкого распространения мерзлых пород, низкого потенциала самоочищения и самовосстановления, весьма уязвимы ко всем видам природных и антропогенных факторов воздействия.

Установлено, что нарушение стабильности речных экосистем начинается с трансформации компонентного состава их водной среды за счет:

- изменения ионного состава и режима растворенного в воде кислорода;

- накопления в водной среде азот- и фосфорсодержащих соединений до концентраций, значительно превышающих ПДЭК, и загрязняющих органических и неорганических веществ до концентраций, в десятки раз превышающих значения ПДК.

Тенденция к накоплению в водной среде многих загрязняющих соединений способствовала, с одной стороны, повышению потенциальной возможности возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, с другой стороны – расширению допустимых диапазонов колебания системобразующих гидрохимических и гидробиологических параметров состояния речных экосистем.

Первоочередным откликом на трансформацию компонентного состава водной среды явились заметные качественные и количественные изменения структурной организации сообществ водных организмов, выражаемые не только в неоднородности уровня их развития, но и в нарушении их природной структурной организации. Ответственным за структурную реорганизацию планктонных и бентосных сообществ явилось усиление внутрисистемных процессов антропогенного эвтрофирования и экологического регресса.

По компонентному составу водной среды степень загрязненности речных экосистем Европейского Севера можно оценить как переходную от «слабо» и «весьма загрязненной» (рр. Патсо-йоки, Ура, Кола, Кица, Териберка, Поной, Умба, Нива, Ена, Ковдора, Вите и др.) к «очень» и «чрезвычайно грязной» (Роста, Ньюдай) с тенденцией сохранения такой степени загрязненности в новом тысячелетии.

Установлено, что для речных экосистем со «слабо» и «весьма загрязненной» водной средой сохраняется естественное их состояние с тенденцией перехода через равновесное к кризисному и критическому для речных экосистем с высокой степенью загрязненности водной среды.

Определены границы между областями нормального и антропогенно трансформированного функционирования исследуемых речных экосистем на основе изучения уровня и характера трансформации компонентного состава водной среды и структурной организации сообществ водных организмов. Выявлен комплекс системобразующих абиотических и биотических показателей и пределы их колебания, которые в дальнейшем могут быть использованы, как «эталонные» экологически допустимые уровни антропогенного воздействия.

#### **IV. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

*Статьи в ведущих реферируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:*  
1. Никаноров А.М., Соколова Л.П., Косменко Л.С., Решетняк О.С. Оценка состояния гидробиоценоза на участках водных объектов Кольского Севера с высокой степенью загрязненности воды соединениями меди и никеля // Метеорология и гидрология, 2009. – № 11. – С.69-80, автора – 0,2 п.л.

2. **Решетняк О.С.** Причины и последствия чрезвычайных экологических ситуаций на отдельных участках рек Российской Арктики // Северо-Кавказский регион. Естественные науки, 2010. – №1. – С. 97-101, автора – 0,21 п.л.
3. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., **Решетняк О.С.** Роль химического речного стока в антропогенной трансформации состояния водной среды Енисейской устьевой области // Водные ресурсы, 2010. – том 37. – № 3. – С. 1-11, автора – 0,18 п.л.

*Статьи в реферируемых научных изданиях:*

4. **Решетняк О.С.** Оценка состояния бактериопланктона водных объектов Европейского Севера // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2009. – № 12. – С. 343-345, автора – 0,125 п.л.
5. **Решетняк О.С.** Антропогенная трансформация водных объектов Европейского Севера России // Экологическая химия, 2009. – № 12. – С. 235-252, автора – 0,54 п.л.

*Публикации в других изданиях:*

6. Никаноров А.М., Кондакова М.Ю., **Решетняк О.С.** Приток растворенных химических веществ в устьевые области арктических рек. // Тезисы докладов научной конференции « Вклад России в Международный Полярный год» – г. Сочи, 2-8 октября 2008 г. – С.31, автора – 0,017 п.л.
7. Никаноров А.М., Кондакова М.Ю., **Решетняк О.С.** Антропогенная нагрузка на речные экосистемы рек Российской Арктики. // Тезисы докладов научной конференции « Вклад России в Международный Полярный год» – г. Сочи, 2-8 октября 2008 г. – С.95, автора – 0,017 п.л.
8. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., **Решетняк О.С.** Антропогенная нагрузка на устьевые области рек Российской Арктики. // Материалы научно-практической конференции «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России». Часть 1. г. Азов, 8-10 июня 2009 г. – Ростов-на-Дону, 2009. - С. 168-171, автора – 0,07 п.л.
9. **Решетняк О.С.** Исследование состояния водных объектов в системе природопользования России (на примере рек Европейского Севера) // восьмая Международная научно-практическая конференция «Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования» – Новочеркасск, декабрь, 2009. г. – С. 86-91, автора – 0,25 п.л.

---

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Формат 60x84/16. Объем 1,0 уч.-изд.-л.

Заказ № 1623. Тираж 100 экз.

Отпечатано в КМЦ «КОПИЦЕНТР»

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Суворова, 19, тел. 247-34-88

---